

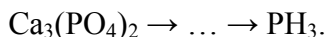
**Материалы заданий Межрегиональной олимпиады школьников по химии
Российского химико-технологического университета
им. Д.И. Менделеева за 2010 – 2011 учебный год**

Отборочный (заочный) этап

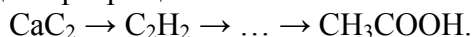
11 класс

Отборочный (заочный) этап Межрегиональной олимпиады школьников по химии
Вариант №1

1. Молекула SO₂ полярна, а молекула CO₂ – неполярна. Объясните причину этого различия в свойствах данных молекул.
2. Имеются два основания LiOH и CsOH. Какое из этих оснований является более сильным? Объясните почему.
3. Используя воздух и воду, предложите способ получения аммиачной селитры. Любая аппаратура и катализаторы в Вашем распоряжении. Напишите уравнения реакций с указанием условий их проведения.
4. В двух пробирках без этикеток находятся кристаллические хлорид аммония и хлорид натрия. С помощью каких реакций можно идентифицировать **каждое** из этих веществ? Напишите уравнения этих реакций.
5. Напишите уравнения реакций (с указанием условий их проведения), с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



6. Газ, полученный при прокаливании 25 г известняка, содержащего 80 % карбоната кальция, поглотили избытком баритовой воды. Определите массу полученного в результате этого эксперимента осадка.
7. Предложите способ получения этанола с использованием только неорганических реагентов. Напишите уравнения реакций с указанием условий их проведения.
8. Напишите уравнения реакций (с указанием условий их проведения), с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



9. Дополните левые части уравнений реакций, укажите условия их проведения и расставьте коэффициенты:



10. При сжигании 4,48 л (н.у.) некоторого углеводорода получено 35,2 г углекислого газа и 14,4 г воды. Определите молекулярную формулу этого углеводорода.

Ключ к варианту №1

1. Молекула CO_2 имеет линейное строение (атом углерода находится в sp -гибридном состоянии), поэтому расположенные на одной прямой дипольные моменты связей $\text{C}=\text{O}$ компенсируют друг друга ($\text{O} \leftarrow \text{C} \rightarrow \text{O}$), т.е. молекула CO_2 неполярна. Поскольку у атома серы в молекуле SO_2 имеется неподеленная электронная пара, эта молекула не является линейной. Дипольные моменты связей $\text{S}=\text{O}$ складываются (по правилу сложения двух векторов). Следовательно, молекула сернистого ангидрида **полярна**.

2. Сопоставить силу двух оснований можно, используя «схему Косселя», согласно которой сила оснований увеличивается при возрастании радиуса катиона и уменьшении положительного его заряда. Это приводит к уменьшению электростатического взаимодействия катиона с OH^- -группой и усилению диссоциации основания в растворе. Поскольку радиус катиона цезия больше, чем лития, CsOH сильнее, чем LiOH .

3. Аммиачная селитра может быть получена взаимодействием **аммиака** и **азотной кислоты**. Азот для получения аммиака берется из воздуха, а водород – из воды, которая подвергается электролизу:



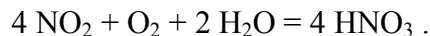
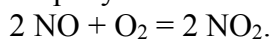
Синтез аммиака протекает в присутствии катализатора при нагревании:



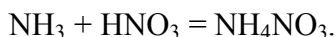
Для получения азотной кислоты сначала аммиак в присутствии катализатора окисляется до оксида азота (II):



После чего этот оксид кислородом воздуха окисляется до NO_2 , который дает азотную кислоту при взаимодействии с водой в присутствии кислорода воздуха:



Получение аммиака:

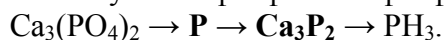


4. Хлорид аммония легко **возгоняется** при нагревании. Если на дно пробирки поместить небольшое количество кристалликов NH_4Cl и нагреть их, то в верхней части пробирки образуется белый налет этой соли:

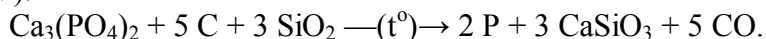


Присутствие натрия в его хлориде определяется по желтой окраске пламени, в которое вносится NaCl . Ионы хлора в обеих солях идентифицируются в результате образования белого осадка при их внесении в раствор азотнокислого серебра.

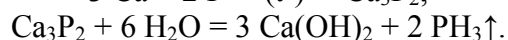
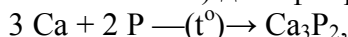
5. Пропущенные звенья в цепочке получения фосфина из фосфата кальция:



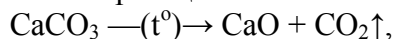
Фосфор получается из фосфата кальция путем его восстановления углем в присутствии оксида кремния (IV):

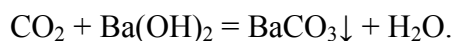


При нагревании фосфора с кальцием образуется фосфид кальция, который в результате обработки водой (или минеральными кислотами) дает фосфин:



6. Уравнения протекающих химических реакций:

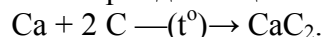




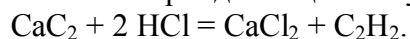
25 г известняка содержат $25 \cdot 0,8 = 20$ г карбоната кальция. Количество вещества составляет $20/100 = 0,2$ моль. Такое количество карбоната бария выпадает в осадок. Масса осадка BaCO_3 , таким образом, равна $197 \cdot 0,2 = 39,4$ г.

7. Возможно несколько вариантов получения этанола с использованием только неорганических веществ. Например, последовательным получением, метана, этана, этилена и его гидратацией. Или в результате получения ацетилена гидратацией карбида кальция, с последующим получением уксусного альдегида по реакции Кучерова и восстановлением уксусного альдегида до этанола. Ниже приводятся реакции еще одного способа получения этанола.

Нагреванием кальция с углем получаем карбид кальция:



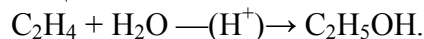
Действием хлороводородной кислоты на карбид кальция получаем ацетилен:



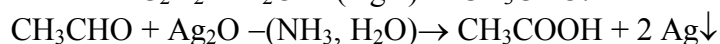
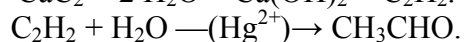
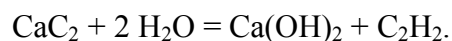
Ацетилен гидрируем до этилена в присутствии никеля в качестве катализатора:



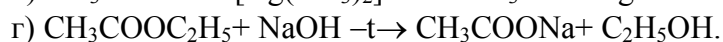
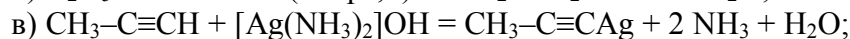
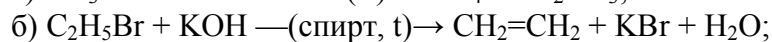
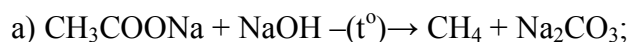
Наконец, этанол получаем гидратацией этилена:



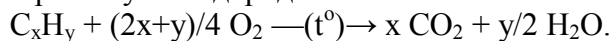
8.



9.



10. Уравнение реакции сгорания углеводорода:



Количество вещества углеводорода равно $4,48:22,4 = 0,2$.

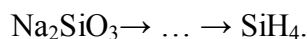
Количество вещества углекислого газа составляет $35,2:44 = 0,8$. Таким образом, $x = 0,8:0,2 = 4$.

Количество вещества воды равно $14,4:18 = 0,8$. То есть, $y = 0,8:0,2 \cdot 2 = 8$.

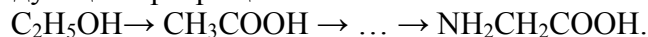
Искомый углеводород – **C_4H_8** .

Отборочный (заочный) этап Межрегиональной олимпиады школьников по химии
Вариант №2

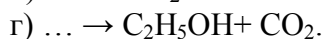
1. Угол между химическими связями в молекуле H_2Se близок к 90° . В молекуле H_2O этот угол равен $104,5^\circ$. Объясните причину этого различия.
2. Бромоводородная кислота сильнее, чем хлороводородная. Объясните причину.
3. Используя воду и хлорид калия, предложите способ получения бертолетовой соли. Любая аппаратура и катализаторы в Вашем распоряжении. Напишите уравнения реакций с указанием условий их проведения.
4. В двух пробирках без этикеток находятся кристаллические гидрокарбонат натрия и его карбонат. С помощью каких реакций можно идентифицировать **каждое** из этих веществ? Напишите уравнения этих реакций.
5. Напишите уравнения реакций (с указанием условий их проведения), с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



6. Смешали 30 мл 10 мас. % раствора едкого натра (плотность $1,11 \text{ г/см}^3$) и 50 г 9 мас. % раствора сульфата железа (III). Полученный осадок прокалили и взвесили. Чему оказалась равна масса вещества после его прокаливания?
7. Предложите способ получения бутана с использованием только неорганических реагентов. Напишите уравнения реакций с указанием условий их проведения.
8. Напишите уравнения реакций (с указанием условий их проведения), с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



9. Дополните левые части уравнений реакций, укажите условия их проведения и расставьте коэффициенты:



10. Плотность по водороду смеси метана и пропана равна 10,8. Рассчитайте сколько литров воздуха (н.у.) потребуется для сжигания 5,6 л (н.у.) этой смеси.

Ключ к варианту №2

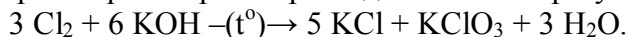
1. Различие в углах между химическими связями в молекулах H_2Se и H_2O можно объяснить различием в силах отталкивания между атомами водорода. Сила этого отталкивания меньше в молекуле сероводорода, поскольку радиус атома селена больше, чем радиус атома кислорода.

2. Сопоставить силу двух бескислородных кислот можно, используя «схему Косселя», согласно которой сила бескислородных кислот увеличивается при возрастании радиуса аниона и уменьшении отрицательного его заряда. Это приводит к уменьшению электростатического взаимодействия протона с анионом и усилению диссоциации кислоты в растворе. Поскольку радиус иона брома больше, чем хлора, HBr сильнее, чем HCl .

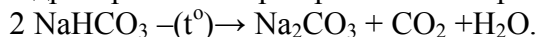
3. В результате электролиза водного раствора хлорида калия получается водород, хлор и раствор гидроксида калия:



При взаимодействии хлора с горячим раствором едкого кали образуется бертолетова соль:



4. В отличие от карбоната, гидрокарбонат натрия разлагается при нагревании:

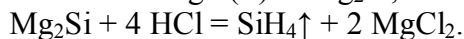
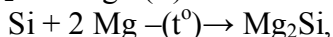
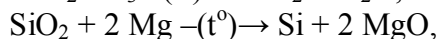
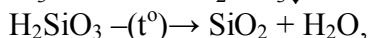
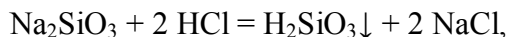


Присутствие натрия в его солях определяется по желтой окраске пламени. Карбонат-ионы в обеих солях идентифицируются в результате образования белого осадка при их внесении в раствор, например, хлорида кальция.

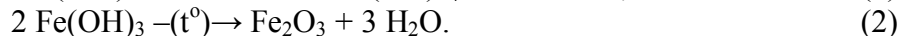
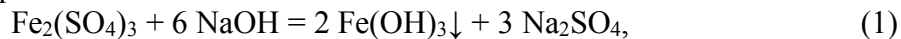
5. Пропущенные звенья в цепочке получения силана из силиката натрия выглядят следующим образом:



Поскольку кремний не реагирует с водородом, силан получается при действии на силициды активных металлов разбавленных минеральных кислот. Для получения силицидов необходим кремний, который получается восстановлением оксида кремния, например, металлическим магнием. Сам же диоксид образуется при термическом разложении кремниевой кислоты, которая выпадает в осадок при действии хлороводородной кислоты на силикат натрия. Таким образом, вышеописанные превращения описываются следующими реакциями:



6. Уравнения протекающих реакций:



Чтобы определить количество вещества выпадающего в осадок гидроксида железа (III) необходимо выяснить, какое из веществ $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ или NaOH взято в недостатке.

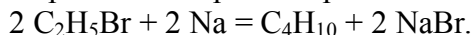
Количество вещества NaOH равно $30 \cdot 0,1 \cdot 1,11:40 = 0,08325$ моль.

Количество вещества $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ равно $50 \cdot 0,09:400 = 0,01125$ моль.

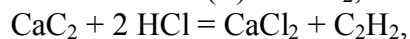
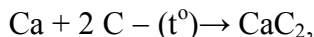
Для взаимодействия сульфатом железа (III) необходимо 0,0675 моль NaOH . Значит, щелочь взята в избытке, и расчет проводим по сульфату железа (III).

0,01125 моль сульфата железа (III) дают 0,0225 моль гидроксида, при прокаливании которого получается 0,01125 моль оксида железа (III). В результате масса полученного после прокаливании осадка составит $0,01125 \cdot 160 = 1,8$ г.

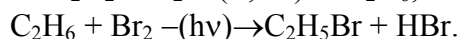
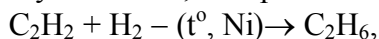
7. Бутан может быть получен по реакции Вюрца из бромэтана:



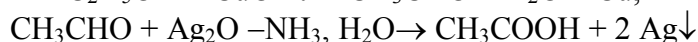
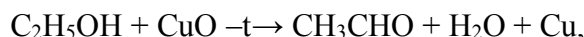
Для получения бромэтана из неорганических соединений синтезируется ацетилен:



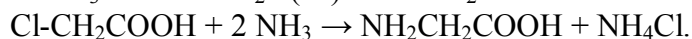
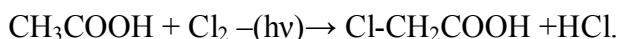
Гидрированием ацетилена получаем этан, который затем бродируем при облучении



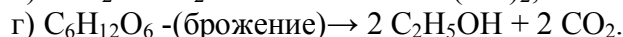
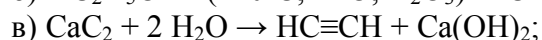
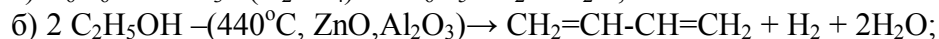
8. Первичные спирты окисляются в альдегиды, которые в дальнейшем окисляются до карбоновых кислот:



Аминокислоты получают в результате действия аммиака на галогензамещенные карбоновые кислоты, которые образуются при их хлорировании на свету. Таким образом, для получения аминокислоты (глицина) необходимо провести реакции:



9.

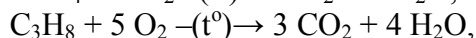
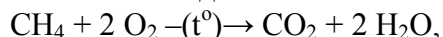


10. Молярная масса смеси газов равна $10,8 \cdot 2 = 21,6$ г/моль. Пусть x - доля метана в смеси, тогда доля пропана будет равна $(1-x)$. Выражение для молярной массы смеси газов запишется в виде:

$$16x + 44(1-x) = 21,6.$$

Решая это уравнение, находим $x = 0,8$. 5,6 л смеси содержат 4,48 л метана и 1,12 л пропана.

Уравнения реакций сгорания газов имеют вид:



Для сжигания 4,48 л (н.у.) метана потребуется 8,96 л кислорода, а для сжигания 1,12 л пропана – 5,6 л. В сумме это составит 14,56 л (н.у.). Содержание кислорода в воздухе – 21 % по объему, поэтому требуемый объем воздуха составит $14,56 : 0,21 = 69,33$ л (н.у.).

Отборочный (заочный) этап Межрегиональной олимпиады школьников по химии
Вариант №3

1. Молекула NCl_3 полярна, молекула BCl_3 - неполярна. Объясните причину этого различия в свойствах данных молекул.
2. Гидроксид таллия (I) является более сильным основанием, чем гидроксид таллия (III). Объясните причину.
3. Используя серу и воду, предложите способ получения серной кислоты. Любая аппаратура и катализаторы в Вашем распоряжении. Напишите уравнения реакций с указанием условий их проведения.
4. В двух пробирках без этикеток находятся водные растворы хлорида железа (II) и железа (III). С помощью каких реакций можно идентифицировать **каждое** из этих веществ? Напишите уравнения этих реакций.
5. Напишите уравнения реакций (с указанием условий их проведения), с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



6. При действии на 19,3 г смеси железа и алюминия избытка раствора хлороводородной кислоты получено 14,56 л (н.у.) водорода. Определите, сколько литров водорода (н.у.) образовалось бы при действии на 19,3 г этой смеси металлов избытка едкого кали.
7. Предложите способ получения уксусной кислоты с использованием только неорганических реагентов. Напишите уравнения реакций с указанием условий их проведения.
8. Напишите уравнения реакций (с указанием условий их проведения), с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



9. Дополните левые части уравнений реакций, укажите условия их проведения и расставьте коэффициенты:



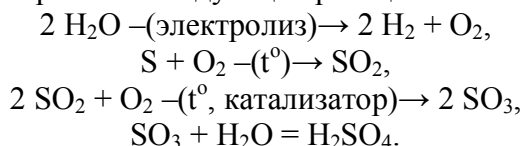
10. Определите, сколько л 30 мас. % раствора серной кислоты, плотность которого равна 1,22 г/см³, можно получить из 50 кг пирита, если выход серной кислоты составляет 80 %.

Ключ к варианту №3

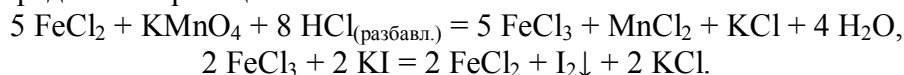
1. Молекула NCl_3 имеет форму пирамиды с атомом азота в её вершине. Поэтому эта молекула полярна. Атом бора в соединении BCl_3 находится в состоянии sp^2 -гибридизации. Эта молекула имеет плоское строение. Углы между химическими связями составляют 120° . Векторная сумма трех дипольных моментов связей B-Cl равна нулю. Следовательно, молекула BCl_3 – неполярна.

2. Сопоставить силу двух оснований можно, используя «схему Косселя», согласно которой сила оснований увеличивается при возрастании радиуса катиона и уменьшении положительного его заряда. Это приводит к уменьшению электростатического взаимодействия катиона с OH^- -группой и усилению диссоциации основания в растворе. Поскольку заряд катиона таллия в TlOH меньше, а радиус больше, чем Tl^{3+} , TlOH сильнее, чем $\text{Tl}(\text{OH})_3$.

3. Серная кислота получается при взаимодействии серного ангидрида с водой. Серный ангидрид может быть получен последовательным окислением серы сначала до SO_2 , а потом до SO_3 . Необходимый для этой реакции кислород может быть получен электролизом воды. Таким образом, необходимо провести следующие реакции:



4. Содержащие катионы Fe^{2+} и Fe^{3+} растворы дают голубые осадки с гексацианоферратами (III) и (II) калия ($\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ и $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$). Кроме того, соли железа (II) проявляют восстановительные свойства, а соли железа (III) – окислительные. Для определения этих солей можно предложить реакции:

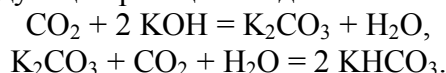


В первой реакции происходит обесцвечивание перманганата калия, а во второй – образование свободного йода.

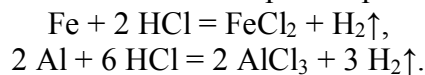
5. Пропущенным веществом в данной схеме превращений является гидроксид калия, который получается электролизом водного раствора хлорида калия:



Составление уравнений последующих реакций не должно составить труда:



6. Уравнения реакций растворения металлов в хлороводородной кислоте:



Количество вещества водорода равно $14,56:22,4=0,65$ моль. Пусть смесь металлов содержит x г железа. Тогда алюминия в этой смеси содержится $(19,3-x)$ г.

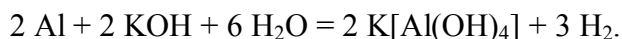
Количество вещества водорода, полученное при растворении x г железа, составит $x/56$ л (н.у.). При растворении $(19,3-x)$ г алюминия выделяется $3 \cdot (19,3-x)/(2 \cdot 27)$ л (н.у.) водорода.

Составим уравнение с учетом того, что водород образуется при растворении железа и алюминия:

$$x/56 + 3 \cdot (19,3-x)/(2 \cdot 27) = 0,65.$$

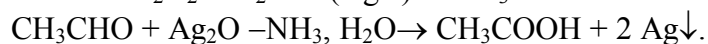
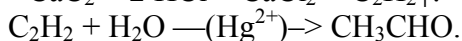
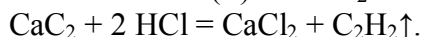
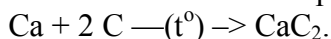
$0,01786x + 0,05555(19,3-x)=0,65$ или $0,01786x + 1,072 - 0,0555x=0,65$. $0,03769x=0,422$. Откуда находим $x=11,2$ г. Масса алюминия составит $19,3-11,2=8,1$ г.

В щелочи растворяется только алюминий:

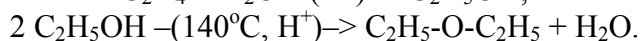
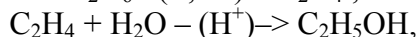


Количество вещества алюминия равно $8,1:27=0,3$ моль. При взаимодействии со щелочью выделится $0,3 \cdot 3:2=0,45$ моль водорода, т.е. **10,08** л (н.у.).

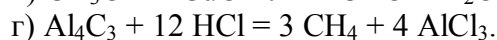
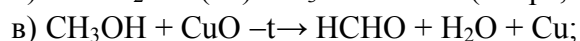
7. Уксусная кислота может быть получена окислением уксусного альдегида, который получается гидратацией ацетилена (по реакции Кучерова). Ацетилен же может быть получен из карбида кальция при действии на него воды или минеральной кислоты. Карбид кальция синтезируется из элементов. Уравнения вышеописанных реакций имеют следующий вид.



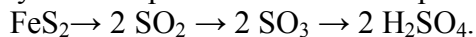
8. Для осуществления требуемых превращений дегидрированием переводим этан в этилен, который гидратацией превращаем в этанол. Диэтиловый эфир получается в результате межмолекулярной дегидратации этанола:



9.



10. Схематически процесс получения серной кислоты из пирита можно представить в виде:



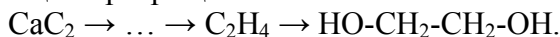
Таким образом, 1 моль пирита позволяет получить 2 моль серной кислоты. Поскольку выход кислоты составляет 80 %, будем считать, что в процессе используется $50 \cdot 0,8=40$ кг FeS_2 . Количество вещества FeS_2 равно $40000:120=333,33$ моль. Серной кислоты получается в два раза больше – 666,66 моль. Масса этой серной кислоты составит $666,66 \cdot 98=65333,33$ г. Или 65,33 кг. Масса 30 % серной кислоты составит $65,33:0,3=217,77$ кг. Объем этой кислоты будет равен $217,77:1,22=178,5$ л.

Отборочный (заочный) этап Межрегиональной олимпиады школьников по химии
Вариант №4

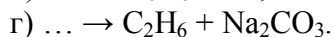
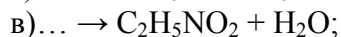
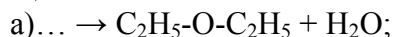
1. Объясните причину различия температур кипения изомеров нитрофенола. Для какого изомера характерна самая высокая температура кипения?
2. Сероводородная кислота слабее селеноводородной. Объясните причину.
3. Используя известняк и водный раствор хлорида калия, предложите способ получения поташа. Любая аппаратура и катализаторы в Вашем распоряжении. Напишите уравнения реакций с указанием условий их проведения.
4. В двух пробирках без этикеток находятся водные растворы сульфита и сульфида натрия. С помощью каких реакций можно идентифицировать **каждое** из этих веществ? Напишите уравнения этих реакций.
5. Напишите уравнения реакций (с указанием условий их проведения), с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



6. Рассчитайте, сколько кг фосфорита, содержащего 70 мас. % фосфата кальция потребуется для получения 500 л 40 мас. % раствора ортофосфорной кислоты, плотность которой равна 1,40 г/см³, если потери в производстве кислоты составляют 30 %.
7. Предложите способ получения хлорбензола с использованием только неорганических реагентов. Напишите уравнения реакций с указанием условий их проведения.
8. Напишите уравнения реакций (с указанием условий их проведения), с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



9. Дополните левые части уравнений реакций, укажите условия их проведения и расставьте коэффициенты:



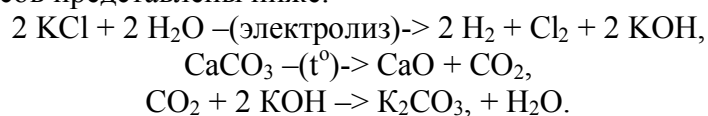
10. Рассчитайте массовую долю CaC_2 в техническом карбиде кальция, если из 1 кг получено такое количество ацетилена, которое потребовалось для получения 260 г бензола. Выход бензола при его получении из ацетилена составил 80 %.

Ключ к варианту №4

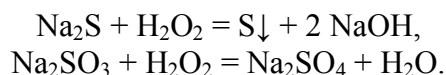
1. Различия в температурах кипения, а также плавления изомеров нитрофенола обусловлены, в основном, образованием межмолекулярных и внутримолекулярных водородных связей. Для пара-нитрофенола не характерно образование внутримолекулярных Н-связей, поскольку функциональные OH- и NO₂-группы находятся далеко друг от друга. Для этого изомера характерно образование межмолекулярных Н-связей. Наоборот, у орто-изомера легко образуются внутримолекулярные Н-связи. Образование межмолекулярных водородных связей приводит к повышению температур кипения и плавления. Температуры плавления орто-, мета- и пара-нитрофенолов, например, составляют, соответственно, 45, 96 и 114°C. Мета-нитрофенол занимает промежуточное положение, поскольку для него возможно образование как внутри-, так и межмолекулярных водородных связей.

2. Сопоставить силу двух бескислородных кислот можно, используя «схему Косселя», согласно которой сила бескислородных кислот увеличивается при возрастании радиуса аниона и уменьшении отрицательного его заряда. Это приводит к уменьшению электростатического взаимодействия протона с анионом и усилению диссоциации кислоты в растворе. Поскольку радиус иона селена Se²⁻ больше, чем иона серы S²⁻, H₂Se сильнее, чем H₂S.

3. Карбонат калия (поташ) может быть получен в результате взаимодействия едкого кали и углекислого газа. Раствор едкого кали получается в результате электролиза водного раствора хлорида калия, а углекислый газ – термическим разложением известняка. Химические реакции этих процессов представлены ниже.

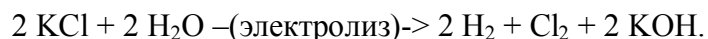


4. Сульфиды и сульфиты большинства металлов малорастворимы. При этом в различные цвета окрашены осадки **сульфидов**. Если ZnS – белого цвета, то CdS – ярко желтый, а CuS и HgS – черного цвета. Сульфиды и сульфиты в растворах проявляют восстановительные свойства. Причем, при окислении сульфидов образуется, как правило, сера, а сульфиты переходят в сульфаты:

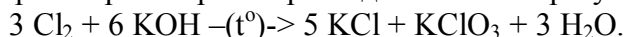


При действии на раствор сульфида натрия хлороводородной кислоты выделяется сероводород – бесцветный газ с характерным резким запахом (**очень ядовит!**), а из раствора сульфита выделяется SO₂ – белый газ с удушливым запахом. Эти реакции проводятся **только под тягой**.

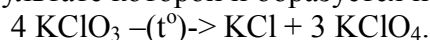
5. В результате электролиза водного раствора хлорида калия получается водород, хлор и раствор гидроксида калия:



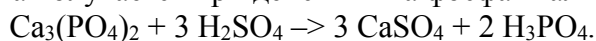
При взаимодействии хлора с горячим раствором едкого кали образуется бертолетова соль:



При нагревании бертолетовой соли без катализатора протекает реакция диспропорционирования, в результате которой и образуется перхлорат калия:



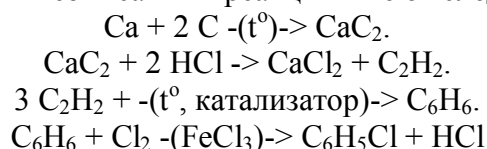
6. Ортофосфорная кислота получается при действии на фосфат кальция серной кислоты:



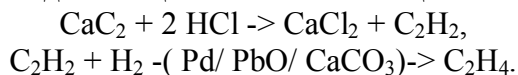
Рассчитаем требуемое количество фосфорной кислоты. Ее масса равна $500 \cdot 1,4 \cdot 0,4 = 280$ кг. По уравнению реакции из 310 кг фосфата кальция получается 196 кг ортофосфорной кислоты. Для получения 280 кг H_3PO_4 потребуется $310 \cdot 280 : 196 = 442,86$ кг $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ (теоретически, без учета потерь и состава фосфорита).

С учетом содержания фосфата кальция в фосфорите (70 %) и выхода кислоты в производстве (70 %) требуемая масса фосфорита будет равна $442,86 / (0,7 \cdot 0,7) = 903,8$ кг. Таким образом, для получения 500 л 40 мас. % раствора ортофосфорной кислоты потребуется **903,8 кг** фосфорита.

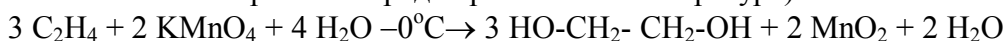
7. Хлорбензол получается хлорированием бензола, который может быть получен тримеризацией ацетилена. Сам же ацетилен образуется при действии воды или кислоты на карбид кальция. Уравнения вышеописанных реакций имеют следующий вид.



8. Пропущенным веществом в данной цепочке является ацетилен:



Этилен гликоль получается окислением этилена в мягких условиях (например, перманганатом калия в нейтральной среде при низкой температуре):



9.

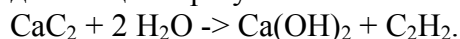
- а) $2 \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \xrightarrow{-(140^\circ\text{C}, \text{H}^+)} \text{C}_2\text{H}_5\text{-O-C}_2\text{H}_5 + \text{H}_2\text{O};$
- б) $\text{C}_6\text{H}_{12} \xrightarrow{-(t^\circ, \text{Pt})} \text{C}_6\text{H}_6 + 3 \text{H}_2;$
- в) $\text{C}_2\text{H}_6 + \text{HNO}_3 \xrightarrow{\text{разб}-(\text{P}, t)} \text{C}_2\text{H}_5\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O};$
- г) $\text{C}_2\text{H}_5\text{COONa} + \text{NaOH} \xrightarrow{-(\text{сплавле})} \text{C}_2\text{H}_6 + \text{Na}_2\text{CO}_3.$

10. Бензол из ацетилена получают по реакции:



Для получения 260 г бензола потребуется 260 г ацетилена при стопроцентном выходе и $260 : 0,8 = 325$ г при выходе, равном 80 %.

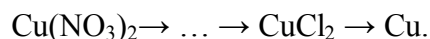
Ацетилен получается из карбида кальция в результате его взаимодействия с водой:



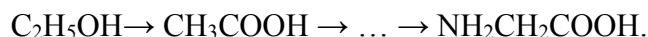
Для получения 325 г ацетилена потребуется $325 \cdot 64 : 26 = 800$ г CaC_2 . Поскольку израсходован 1 кг технического карбида кальция, содержание CaC_2 в этом карбиде составляет $800 : 1000 \cdot 100 = \mathbf{80\%}$.

Отборочный (заочный) этап Межрегиональной олимпиады школьников по химии
Вариант №5

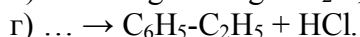
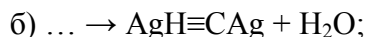
1. Объясните, почему существует PCl_5 , но не получен NCl_5 .
2. Гидроксид калия является более сильным основанием, чем гидроксид кальция. Объясните причину.
3. Используя оксид кремния (IV), кальций и воду, предложите способ получения силана. Любая аппаратура и катализаторы в Вашем распоряжении. Напишите уравнения реакций с указанием условий их проведения.
4. В двух пробирках без этикеток находятся кристаллические нитрат и нитрит калия. С помощью каких реакций можно идентифицировать **каждое** из этих веществ? Напишите уравнения этих реакций.
5. Напишите уравнения реакций (с указанием условий их проведения), с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



6. В одном литре воды растворили 143 г $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$. Рассчитайте массовую долю карбоната натрия в полученном растворе. Определите, какой объем 20 мас. % раствора хлорида бария (плотность $1,20 \text{ г/см}^3$) потребуется для осаждения всех карбонат-ионов.
7. Предложите способ получения циклогексана с использованием только неорганических реагентов. Напишите уравнения реакций с указанием условий их проведения.
8. Напишите уравнения реакций (с указанием условий их проведения), с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



9. Дополните левые части уравнений реакций, укажите условия их проведения и расставьте коэффициенты:



10. Газ, полученный при сжигании 16,8 л (н.у.) предельного углеводорода полностью прореагировал с 491,7 мл 20 мас.% раствора едкого натра (плотность этого раствора равна $1,22 \text{ г/см}^3$). В результате этой реакции получен гидрокарбонат натрия. Определите молекулярную формулу углеводорода.

Ключ к варианту №5

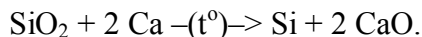
1. Азот не может быть пятивалентным, поскольку на его втором (валентном) электронном слое отсутствуют d-орбитали. На третьем электронном слое у атома фосфора имеются пять незаполненных d-орбиталей. В результате возбуждения атома фосфора его один электрон переходит с 3s на 3d-орбиталь и фосфор становится пятивалентным, т.е. способным образовывать пять химических связей.

2. Сопоставить силу двух оснований можно, используя «схему Косселя», согласно которой сила оснований увеличивается при возрастании радиуса катиона и уменьшении положительного его заряда. Это приводит к уменьшению электростатического взаимодействия катиона с OH⁻-группой и усилению диссоциации основания в растворе. Поскольку заряд катиона калия меньше, а радиус больше, чем Ca²⁺, КОН сильнее, чем Ca(OH)₂.

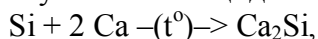
3. Силан не может быть получен прямым синтезом из элементов. Он образуется в результате гидролиза силицидов активных металлов или их взаимодействия с кислотами:



Для получения силицида кальция необходим кремний, который может быть получен восстановлением его оксида:

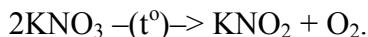


Нагреванием кремния с кальцием получается силицид кальция:



из которого и получают силан.

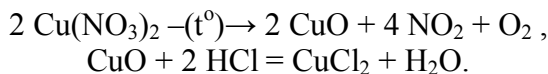
4. При нагревании нитрата калия выделяется кислород, который легко определяется с помощью тлеющей лучины:



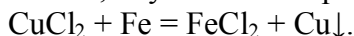
В отличие от нитрата калия его нитрит обесцвечивает раствор перманганата калия в кислой среде:



5. Пропущенным в данной цепочке является оксид меди (II), который получается в результате термического разложения нитрата меди и действием HCl на который может быть получен хлорид меди (II):

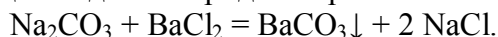


Выделить медь из раствора CuCl₂ можно, опустив в этот раствор цинк или железо:



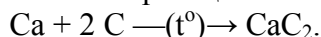
6. Масса раствора составит 1000+143=1143 г. Количество вещества растворенного кристаллогидрата равно 143:286=0,5 моль. Масса Na₂CO₃ в растворе окажется равной 106·0,5=53 г. Массовая доля соды в растворе будет равна 53:1143=0,0464 или 4,64 %.

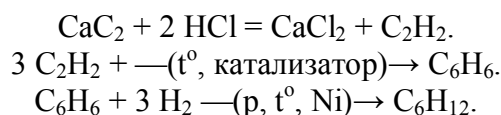
Уравнение химической реакции соды с хлоридом бария:



Для осаждения 0,5 моль соды потребуется 0,5 моль BaCl₂, т.е. 208·0,5=104 г. Это количество содержится в 104:0,2=520 г 20 % раствора BaCl₂, объем которого составит 520:1,2=433,3 мл.

7. Циклогексан образуется в результате гидрирования бензола. Бензол может быть получен тримеризацией ацетилена. Сам же ацетилен образуется при действии воды или кислоты на карбид кальция. Уравнения вышеописанных реакций имеют следующий вид.

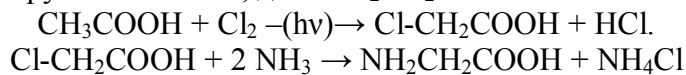




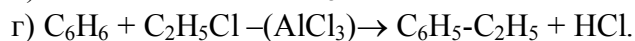
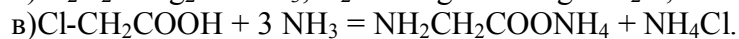
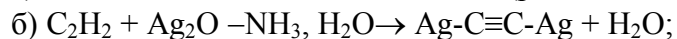
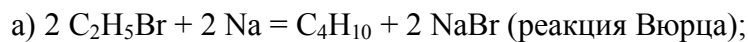
8. Уксусная кислота образуется при окислении этанола действием KMnO_4 при нагревании:



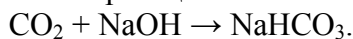
Для получения аминуксусной кислоты сначала необходимо синтезировать хлоруксусную кислоту, которая, реагируя с аммиаком, дает $\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$:



9.



10. Гидрокарбонат натрия получается по реакции:



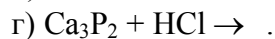
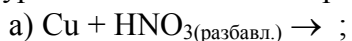
Определим количество вещества едкого натра. Масса NaOH равна $491,7 \cdot 0,2 \cdot 1,22 = 120$ г. Количество вещества NaOH равно $120:40=3$ моль. Следовательно при сжигании 16,8 л углеводорода образовалось 3 моль CO_2 . При сжигании 1 моль этого газа получится $22,4 \cdot 3:16,8 = 4$ моль углекислого газа. Следовательно, искомым предельный углеводород – бутан C_4H_{10} .

10 класс

Отборочный (заочный) этап Межрегиональной олимпиады школьников по химии Вариант №1

1. В трех пробирках без этикеток находятся водные растворы сульфатов магния, алюминия и железа(II). С помощью каких реакций можно отличить эти вещества? Напишите уравнения реакций, протекающих при определении всех **трех веществ**.

2. Напишите уравнения химических реакций:



3. Напишите уравнения реакций, позволяющих осуществить превращения (с указанием условий их проведения):



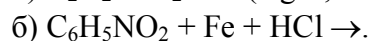
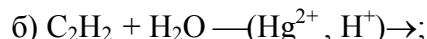
4. В результате обезвоживания 1,61 г кристаллогидрата сульфата натрия получено 0,71 г безводной соли. Определите формулу кристаллогидрата.

5. Плотность по кислороду смеси оксида углерода (II) и оксида углерода (IV) равна 1,175. Рассчитайте массу осадка, образующегося при пропускании 5,6 л (н.у.) этой смеси через взятый в избытке раствор гидроксида бария.

6. Смешали 200 мл 16 мас.% раствора AlCl_3 , плотность которого равна 1,15 г/см³, и 212 г 20 мас.% раствора фосфата калия. Рассчитайте массу осадка, полученного в результате протекания химической реакции.

7. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно получить анилин, используя только неорганические вещества и катализаторы. Укажите условия проведения реакций.

8. Напишите уравнения химических реакций:



9. Напишите уравнения реакций, позволяющих осуществить превращения:

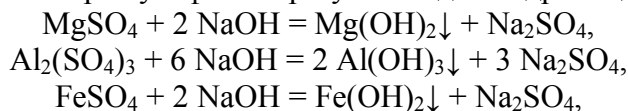


В уравнениях должны быть указаны условия проведения реакций, все участники процессов в явном виде и расставлены коэффициенты.

10. В результате сгорания 18,5 г предельного одноатомного спирта получено 22,5 г воды и 22,4 л (н.у.) углекислого газа. Определите формулу спирта и изобразите структурные формулы возможных его изомеров.

Ключ к варианту №1

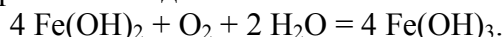
1. При действии щелочи все три сульфата образуют осадки гидроксидов белого цвета:



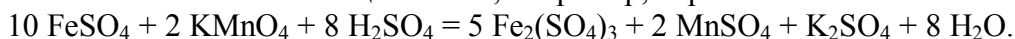
но только гидроксид алюминия растворяется в избытке щелочи:



Светло-серый осадок гидроксида железа (II) быстро темнеет в результате окисления кислородом воздуха, растворенном в воде:

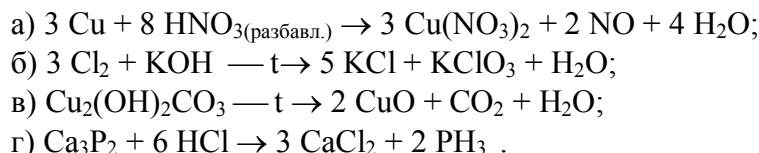


Кроме того, из имеющихся трех сульфатов только сульфат железа проявляет восстановительные свойства и обесцвечивает, например, перманганат калия в кислой среде:

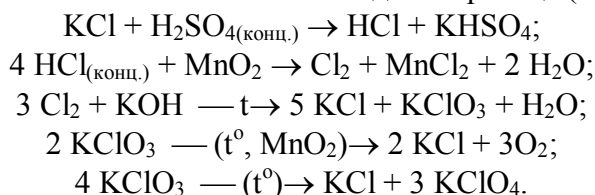


При действии на анализируемые растворы водного раствора сульфида натрия только в растворе, содержащем магний, не образуется осадка (сульфид магния растворим). Из раствора сульфата алюминия выпадает осадок гидроксида, а из раствора сульфата железа (II) – FeS.

2.



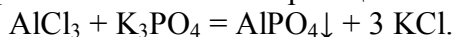
3. Пропущенным звеном в рассматриваемой цепочке превращений является хлор, который в горячем растворе KOH образует бертолетову соль. При ее нагревании в присутствии катализатора выделяется кислород и образуется хлорид калия (при нагревании без катализатора протекает диспропорционирование KClO_3). Получаемая действием концентрированной серной кислоты на KCl хлороводородная кислота может быть окислена до свободного хлора перманганатом калия или оксидом марганца (IV):



4. Масса выделившейся при прокаливании воды составляет $1,61 - 0,71 = 0,9$ г или $0,9 : 18 = 0,05$ моль. Количество вещества безводного сульфата натрия равно $0,71 : 142 = 0,005$ моль. Таким образом, на 0,005 моль безводной соли приходится 0,05 моль воды. Следовательно, формула кристаллогидрата **$\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$** .

5. Молярная масса смеси оксидов равна $32 \cdot 1,175 = 37,6$ г/моль. Рассчитаем мольную долю CO_2 в этой смеси, приняв ее за x . Тогда $44x + 28(1-x) = 37,6$. Отсюда находим, что $x = 0,6$. В 5,6 л смеси содержится 3,36 л CO_2 . Или 0,15 моль. Такое же количество карбоната бария выпадет в осадок. Масса 0,15 моль BaCO_3 равна $197 \cdot 0,15 = \mathbf{29,55}$ г.

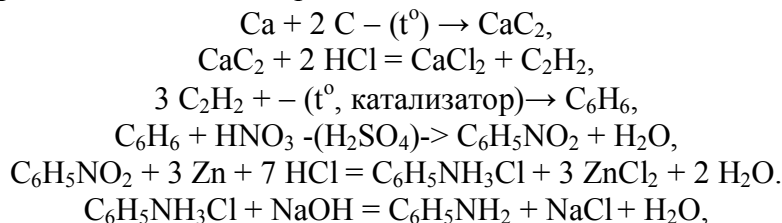
6. При смешении растворов протекает химическая реакция:



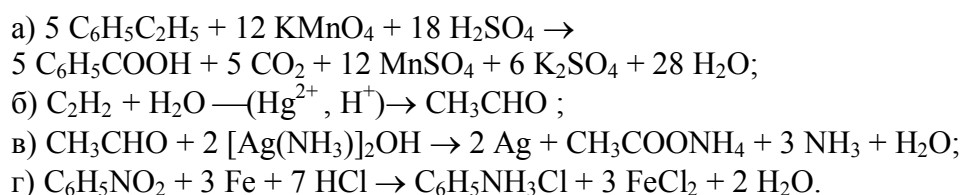
Необходимо определить, какое вещество взято в избытке. Количество вещества AlCl_3 равно $200 \cdot 0,16 : 133,5 = 0,276$ моль. Количество вещества K_3PO_4 составляет $212 \cdot 0,2 : 212 = 0,2$ моль.

В недостатке фосфат калия. В результате реакции в осадок выпадает 0,2 моль фосфата алюминия, т.е $122 \cdot 0,2 = 24,4$ г.

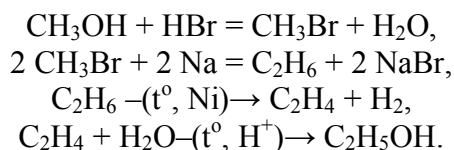
7. Анилин обычно получается восстановлением нитробензола. Нитробензол образуется при нитровании бензола, который может быть получен тримеризацией ацетилена. Последний получается из карбида кальция, который, в свою очередь, может быть получен прямым синтезом. Ниже приведены описанные реакции:



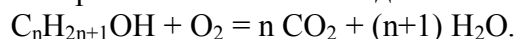
8.



9. Пропущенными в данной цепочке превращений веществами являются CH_3Br и C_2H_4 . При действии на метанол избытка HBr получается бромистый метил, из которого по реакции Вюрца получается этан. Дегидрированием этана можно получить этилен, гидратация которого приводит к образованию этанола:



10. В результате реакции получено $22,5:18=1,25$ моль воды и 1 моль углекислого газа. Уравнение реакции сгорания спирта записывается в виде:

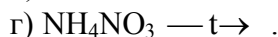
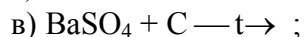
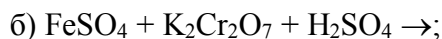
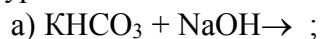


При сгорании 1 моль спирта воды образуется на 1 моль больше, чем углекислого газа. В нашем случае сгорело четверть моля спирта. Следовательно его молярная масса равна $18,5:0,25=74$. Искомый спирт $\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$ – бутанол. Возможные изомеры – н-бутанол, 2-бутанол, 2-метилпропанол и 2-метил-2-пропанол.

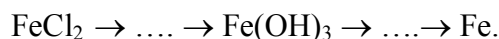
Отборочный (заочный) этап Межрегиональной олимпиады школьников по химии
Вариант №2

1. С помощью каких химических реакций можно получить сероводород в лаборатории? Напишите уравнения этих реакций. Напишите также уравнение реакции, протекающей при растворении в воде равных объемов сероводорода и аммиака.

2. Напишите уравнения химических реакций:

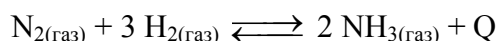


3. Напишите уравнения реакций, позволяющих осуществить превращения (с указанием условий их проведения):



4. Оксид азота содержит 25,93 мас.% азота. Определите химическую формулу оксида и напишите уравнение реакции взаимодействия этого оксида с раствором гидроксида бария.

5. Химическое равновесие в реакционной смеси описывается следующим термохимическим уравнением:

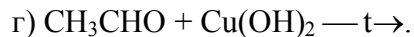
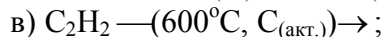
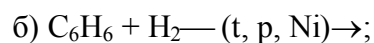


В какую сторону сместится равновесие данной реакции при понижении давления? При понижении температуры? При удалении из находящейся в равновесии системы катализатора?

6. В 400 г воды растворили 100 г $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$. Рассчитайте массовую долю сульфата меди в полученном растворе. Сколько мл 10 масс.% раствора едкого кали (плотность 1,08 г/мл) потребуется для осаждения всего гидроксида меди из полученного раствора?

7. В трех пробирках без этикеток находятся метанол, этанол и этиленгликоль. С помощью каких реакций можно отличить эти соединения? Напишите уравнения реакций, протекающих при определении всех **трех веществ**.

8. Напишите уравнения химических реакций:



9. Напишите уравнения реакций, позволяющих осуществить превращения:

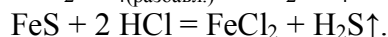
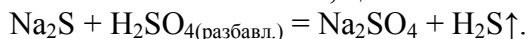


В уравнениях должны быть указаны условия проведения реакций, все участники процессов в явном виде и расставлены коэффициенты.

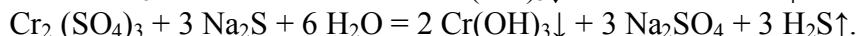
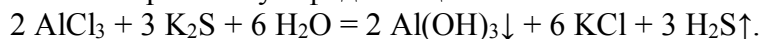
10. Для полного гидрирования 6,72 л (н.у.) смеси этилена и ацетилена был израсходован весь водород, полученный при растворении 16 г кальция в хлороводородной кислоте. Рассчитайте объемную долю (в %) этилена в исходной смеси.

Ключ к варианту №2

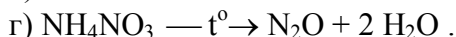
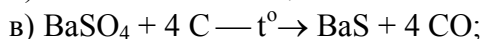
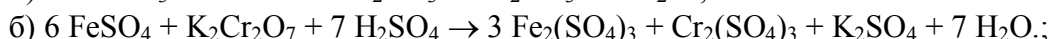
1. Сероводород в лаборатории можно получить, действуя серной или соляной кислотой на сульфиды щелочных, щелочноземельных металлов, цинка или железа:



Сероводород образуется также при взаимодействии в водных растворах солей трехвалентных алюминия и хрома с сульфидами щелочных металлов:



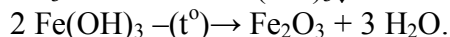
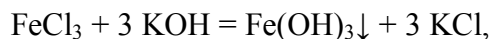
2.



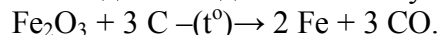
3. В рассматриваемой цепочке превращений пропущены FeCl_3 и Fe_2O_3 . Хлорид железа (III) получается окислением хлорида железа (II):



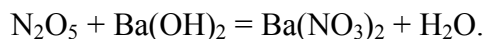
Действием щелочи осаждается гидроксид железа (III), который при нагревании разлагается с образованием оксида Fe_2O_3 :



Оксид железа (III) восстанавливается до свободного железа углем:



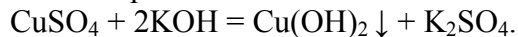
4. Содержание кислорода в оксиде составляет 74,07 %. Отношение числа атомов азота к числу атомов кислорода в оксиде N_xO_y равно: $x:y=25,93/14:74,07/16=1,852:4,629=1:2,5=2:5$. Формула оксида N_2O_5 . Уравнение реакции взаимодействия этого оксида с гидроксидом бария:



5. Согласно принципу Ле Шателье понижение давления смещает равновесие в сторону увеличения объема (в данном случае - влево), а понижение температуры – в сторону экзотермической реакции (для данной реакции - вправо). Присутствие катализатора не влияет на равновесие, поэтому его удаление не приводит к смещению равновесия.

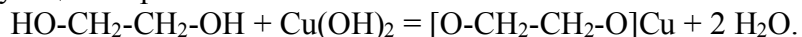
6. Количество вещества медного купороса равно $110:250=0,4$ моль. Масса растворенного сульфата меди равна $160 \cdot 0,4=64$ г. Массовая доля сульфата меди в растворе равна $64:(400+100)=0,128$ или 12,8 %.

Взаимодействие сульфата меди с гидроксидом калия описывается уравнением реакции:

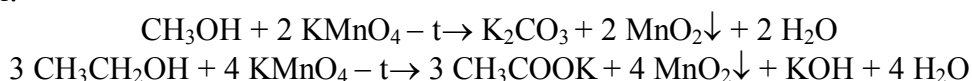


Для взаимодействия с 0,4 моль CuSO_4 потребуется 0,8 моль KOH или $56 \cdot 0,8=44,8$ г KOH . Масса 10 % раствора KOH составит $44,8:0,1=448$ г. Объем раствора равен $448:1,08=414,8$ мл.

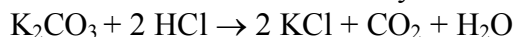
7. Из исследуемых спиртов только этиленгликоль дает соединение ярко-синего цвета со свежеприготовленным гидроксидом меди (II). Схематически эту реакцию можно представить следующим образом:



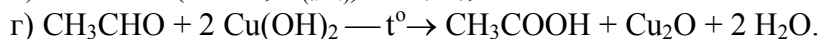
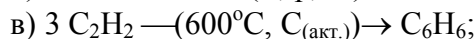
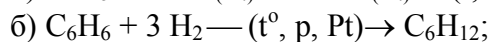
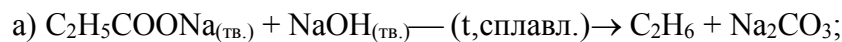
Метанол от этанола можно отличить с помощью реакций окисления этих спиртов нейтральным водным раствором перманганата калия, протекающим по следующим уравнениям:



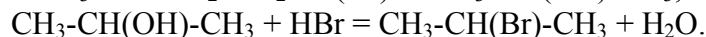
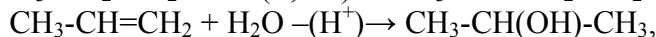
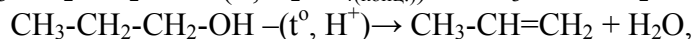
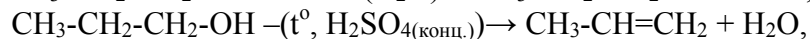
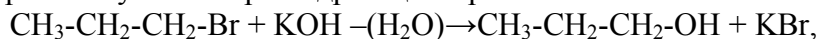
После отделения осадка двуокиси марганца, раствор обрабатывают минеральной кислотой. Раствор, полученный при окислении метанола выделяет углекислый газ.



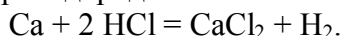
8.



9. В рассматриваемой цепочке превращений пропущенным веществом является пропен, гидратация которого приводит к образованию пропанола-2. Пропанол-1 получается щелочным гидролизом 1-бромпропана, а 2-бром пропан образуется при действии HBr на пропанол-2, который получается при гидратации пропена:



10. Взаимодействие кальция с хлороводородной кислотой описывается уравнением реакции:



При этом 16 г кальция вытесняют 8,96 л (н.у.) водорода, т.е. 0,4 моль H_2 .

Гидрирование этилена и ацетилена протекает по следующим уравнениям реакций:



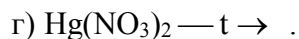
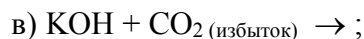
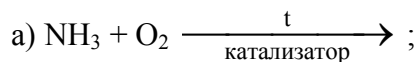
Обозначим объем этилена в смеси через V, тогда объем ацетилена будет равен (6,72-V). На гидратацию этилена потребуется V литров водорода, а ацетилена – 2(6,72-V), что в сумме составит 8,96 л. Составляем уравнение: $V + 2(6,72 - V) = 8,96$.

Из этого уравнения находим $V = 4,48$ л. Объемная доля этилена в смеси составит $4,48:6,72 = 0,667$ или **66,7 %**.

Отборочный (заочный) этап Межрегиональной олимпиады школьников по химии
Вариант №3

1. Какие процессы протекают при электролизе: а) расплава KCl, б) водного раствора KCl? Напишите уравнения соответствующих реакций.

2. Напишите уравнения химических реакций:



3. Напишите уравнения реакций, позволяющих осуществить превращения (с указанием условий их проведения):



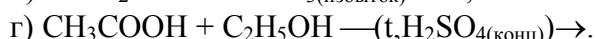
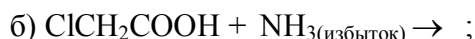
4. При действии водного раствора щелочи на 8,2 г смеси железа и алюминия получено 6,72 л (н.у.) водорода. Определите объем водорода (л, н.у.), который выделится при обработке исходной смеси металлов избытком разбавленного раствора хлороводородной кислоты.

5. Соединение содержит 44,44 масс.% кислорода, 3,18 масс.% водорода, 11,11 масс.% азота и 41,27 масс.% хрома. Определите химическую формулу этого соединения и напишите уравнение реакции, протекающей при его нагревании.

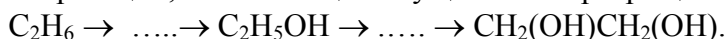
6. В 200 мл 14 мас.% водного раствора карбоната натрия (плотность 1,15 г/мл) растворили 14,3 г $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$. Рассчитайте массовую долю Na_2CO_3 (в %) в полученном растворе.

7. В трех пробирках без этикеток находятся анилин, нитробензол и глицерин. С помощью каких реакций можно отличить эти соединения? Напишите уравнения реакций, протекающих при определении всех **трех веществ**.

8. Напишите уравнения химических реакций:



9. Напишите уравнения реакций, позволяющих осуществить превращения:

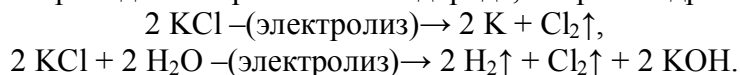


В уравнениях должны быть указаны условия проведения реакций, все участники процессов в явном виде и расставлены коэффициенты.

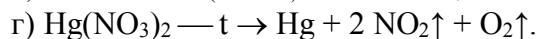
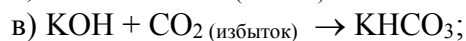
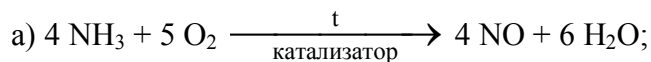
10. Относительная плотность смеси метана и этилена по кислороду равна 0,725. Сколько литров водорода (н.у.) потребуется для гидрирования всего этилена, содержащегося в 5,6 л (н.у.) рассматриваемой смеси углеводородов?

Ключ к варианту №3

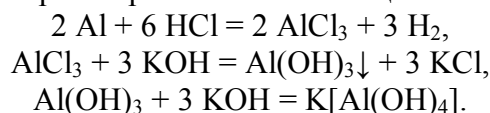
1. В результате электролиза расплава хлорида калия образуется калий и хлор. Электролиз водного раствора KCl приводит к образованию водорода, хлора и гидроксида калия:



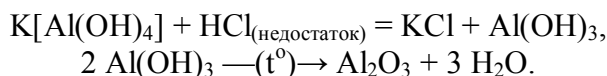
2.



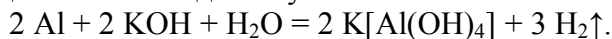
3. Первым веществом, пропущенным в данной цепочке, является растворимая в воде соль алюминия (например, хлорид, сульфат или нитрат), которая получается при действии кислоты на металлический алюминий. Действием на эту соль щелочью получается гидроксид алюминия, который растворяется в избытке щелочи:



Оксид алюминия может быть получен термическим разложением его гидроксида. Для получения гидроксида алюминия необходимо подкислить раствор тетрагидроксоалюмината калия. В результате в осадок выпадает гидроксид алюминия (в избытке кислоты происходит его растворение):

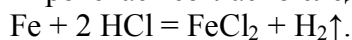


4. С водным раствором щелочи взаимодействует только алюминий:



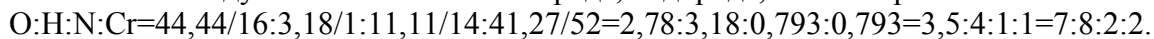
По уравнению реакции находим, что 6,72 л водорода выделяется при растворении в щелочи $2 \cdot 27 \cdot 6,72 / (3 \cdot 22,4) = 5,4$ г алюминия. Масса же железа в смеси равна $8,2 - 5,4 = 2,8$ г.

Взаимодействие железа с кислотой протекает согласно следующему уравнению:

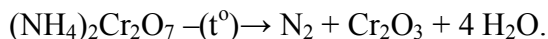


2,8 г железа выделяют $2,8 \cdot 22,4 / 56 = 1,12$ л (н.у.) водорода. Поскольку алюминий вытесняет из кислоты столько же водорода, сколько и из раствора щелочи, объем водорода (н.у.), который образуется при взаимодействии 8,2 смеси железа и алюминия равен $6,72 + 1,12 = 7,84$ л.

5. Соотношение между числом атомов кислорода, водорода, азота и хрома составляет:

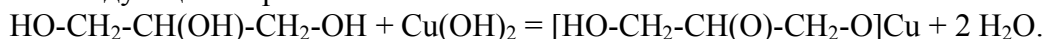


Искомое соединение $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ – дихромат аммония. Реакция его термического разложения:

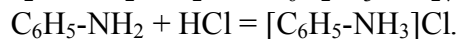
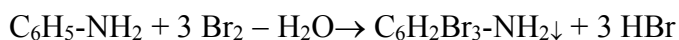


6. Количество вещества в 14,3 г $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{ H}_2\text{O}$ равно $14,3:286 = 0,05$ моль. Масса Na_2CO_3 в кристаллогидрате составит $106 \cdot 0,05 = 5,3$ г. Масса соды в исходном растворе равна $200 \cdot 1,15 \cdot 0,14 = 32,2$ г. Масса соды в конечном растворе равна $32,2 + 5,3 = 37,5$ г. Массовая доля карбоната натрия в конечном растворе равна $37,5:(200 \cdot 1,15 + 14,3) = 0,1535$ или 15,35 %.

7. Из всех предложенных соединений только глицерин дает соединение ярко-синего цвета со свежеприготовленным гидроксидом меди (II). Схематически эту реакцию можно представить следующим образом:

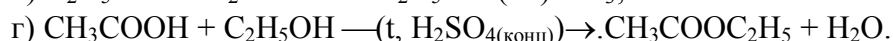
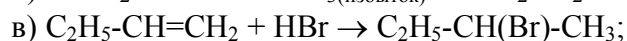
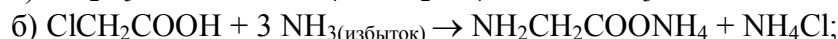
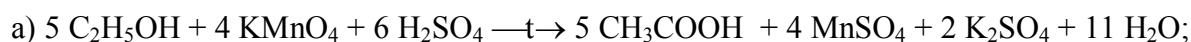


С бромной водой анилин дает белый осадок 2,4,6-триброманилина, а в соляной кислоте растворяется, образуя солянокислый анилин:

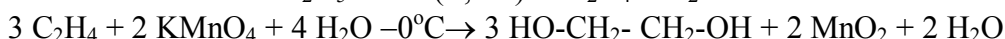
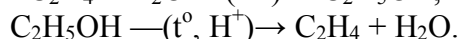
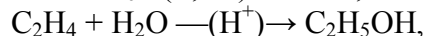


Нитробензол в эти реакции не вступает.

8.



9. Пропущенным веществом в рассматриваемой цепочке является этилен, который получается дегидрированием этана. Гидратацией этилена получается этанол, а окислением в условиях реакции Вагнера – этиленгликоль:

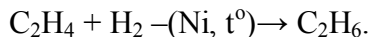


10. Молярная масса смеси газов равна $0,725 \cdot 32 = 23,2$ г/моль. Пусть x - доля этилена в смеси, тогда доля метана будет равна $(1-x)$. Выражение для молярной массы смеси газов запишется в виде:

$$28x + 16(1-x) = 23,2.$$

Решая это уравнение, находим $x = 0,6$. 5,6 л смеси содержат 3,36 л этилена и 2,24 л метана.

Уравнение реакции гидрирования этилена имеет вид:

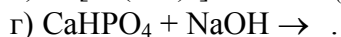
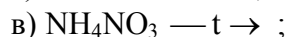
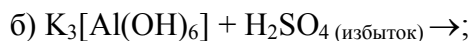
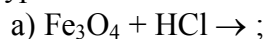


Значит для гидрирования 3,36 л этилена потребуется 3,36 л водорода.

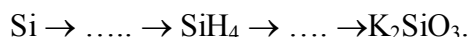
Отборочный (заочный) этап Межрегиональной олимпиады школьников по химии
Вариант №4

1. В трех пробирках без этикеток находятся кристаллические хлорид аммония, гидрокарбонат натрия и нитрат калия. С помощью каких реакций можно отличить эти вещества? Напишите уравнения реакций протекающих при определении всех **трех веществ**.

2. Напишите уравнения химических реакций:



3. Напишите уравнения реакций, позволяющих осуществить превращения (с указанием условий их проведения):



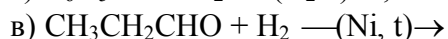
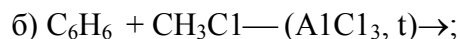
4. Вещество содержит 1,47 масс.% водорода, 47,06 масс.% кислорода, 22,79 масс.% фосфора и 28,68 масс.% калия. Определите молекулярную формулу этого вещества и напишите уравнения химических реакций, протекающих при взаимодействии этого вещества с серной кислотой, с едким натром.

5. Рассчитайте, сколько л 18 масс.% раствора фосфорной кислоты (плотность 1,10 г/мл) можно получить из 10 кг фосфорита, содержащего 10 масс.% примесей?

6. В одном объеме воды растворили 100 объемов (н.у.) аммиака. Рассчитайте массовую долю аммиака в полученном растворе.

7. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно получить уксусную кислоту, используя только неорганические вещества и катализаторы. Укажите условия проведения реакций.

8. Напишите уравнения химических реакций:



9. Напишите уравнения реакций, позволяющих осуществить превращения:



В уравнениях должны быть указаны условия проведения реакций, все участники процессов в явном виде и расставлены коэффициенты.

10. При взаимодействии натрия с 6,68 г смеси фенола и предельного одноатомного спирта выделяется 1,12 л (н.у.) газа, при обработке того же количества смеси избытком бромной воды выпадает 6,62 г осадка. Установить формулу одноатомного спирта и его массовую долю в исходной смеси (в %).

Ключ к варианту №4

1. Все три вещества разлагаются при нагревании. При этом хлорид аммония возгоняется:

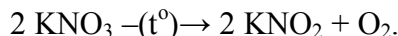


Гидрокарбонат натрия переходит в его карбонат с выделением воды и углекислого газа:

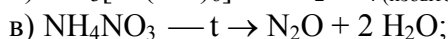
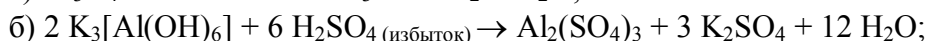


При пропускании CO_2 через раствор гидроксида кальция выпадает осадок CaCO_3 .

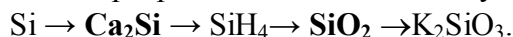
Нитрат калия при нагревании разлагается с выделением кислорода, который определяется тлеющей лучиной:



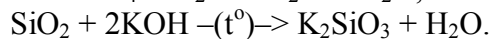
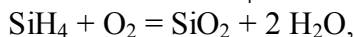
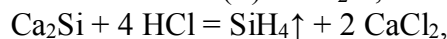
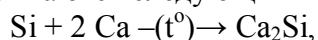
2.



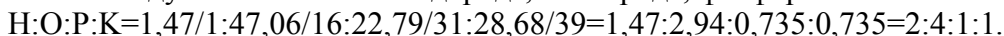
3. Пропущенные звенья в цепочке превращений выглядят следующим образом:



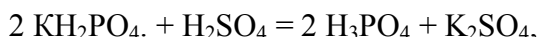
Поскольку кремний не реагирует с водородом, силан получается при действии на силициды активных металлов разбавленных минеральных кислот. При сгорании силана образуется оксид кремния, который при сплавлении с KOH образует силикат калия. Таким образом, вышеописанные превращения описываются следующими реакциями:



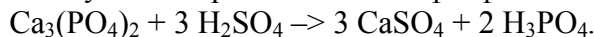
4. Соотношение между числом атомов водорода, кислорода, фосфора и калия составляет:



Формула вещества – KH_2PO_4 . Реакции взаимодействия этого вещества с серной кислотой и с едким натром:



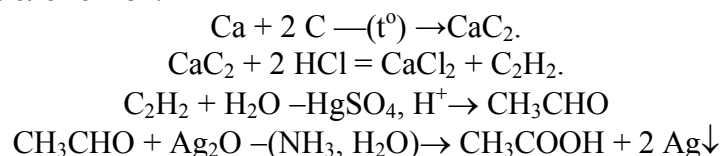
5. Ортофосфорная кислота получается при действии на фосфат кальция серной кислоты:



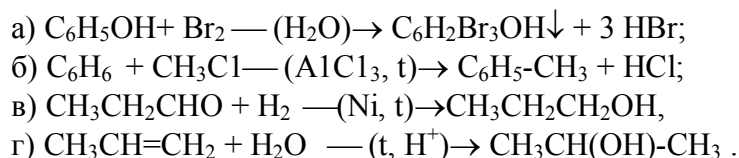
Рассчитаем количество вещества фосфата кальция, содержащееся в 10 кг фосфорита. Оно составляет $10000 \cdot 0,9:310=29,0$ моль. Из этого количества получается 58 моль ортофосфорной кислоты или $58 \cdot 98=5684$ г, или 5,684 кг. Масса 18 % кислоты составит $5,684:0,18=31,578$ кг. Объем кислоты равнее $31,578:1,1=28,7$ л.

6. В качестве исходных данных возьмем один литр воды и 100 л аммиака. Масса ста литров аммиака (н.у.) равна $100 \cdot 17:22,4=75,9$ г. Масса раствора составит $1000+75,9=1075,9$. Массовая доля аммиака в растворе равна $75,9:1075,9=0,070$ или 7,0 %.

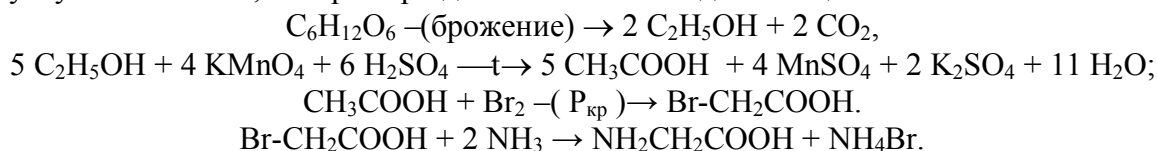
7. Уксусная кислота может быть получена окислением уксусного альдегида либо перманганатом калия при нагревании либо реакцией «серебряного зеркала». Ацетальдегид образуется при гидратации ацетилен в условиях реакции Кучерова. Ацетилен же получается при обработке карбида кальция хлороводородной кислотой. Карбид кальция получается прямым синтезом из элементов:



8.

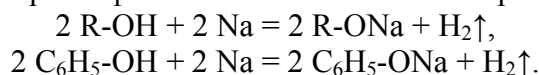


9. В предложенной цепочке превращений пропущены этанол и хлоруксусная кислота. Брожением глюкозы получается этанол, который окисляется до уксусной кислоты. Бромированием в присутствии красного фосфора уксусной кислоты получается бромуксусная кислоты, которая при действии аммиака дает глицин:



10. В результате взаимодействия фенола с бромной водой образуется 2,4,6-трибромфенол, молярная масса которого равна 331 г/моль. Количество вещества образовавшегося 2,4,6-трибромфенола равно $6,62:331=0,02$ моль. Следовательно, масса содержащегося в смеси фенола равна $94 \cdot 0,02=1,88$ г. Масса спирта составляет $6,68-1,88=4,8$ г.

Реакции взаимодействия спирта и фенола с металлическим натрием имеют вид:



Таким образом, из 2-х моль органического вещества выделяется 1 моль водорода. В рассматриваемом случае выделяется $1,12:22,4=0,05$ моль водорода, следовательно, прореагировал 0,1 моль органических веществ. Из этого количества на фенол приходится 0,02 моль, а на спирт – 0,08 моль.

Находим молярную массу спирта: $4,8:0,08=60$ г/моль. Искомый спирт – пропанол $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$.

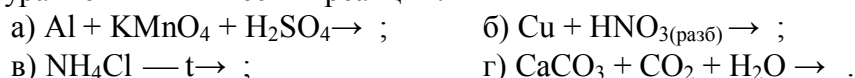
Отборочный (заочный) этап Межрегиональной олимпиады школьников по химии
Вариант №5

1. Определите, какие из перечисленных ниже гидроксидов $\text{Be}(\text{OH})_2$, $\text{Mg}(\text{OH})_2$, $\text{Zn}(\text{OH})_2$, $\text{Fe}(\text{OH})_2$, $\text{Cr}(\text{OH})_3$ проявляют амфотерные свойства. Напишите уравнения химических реакций, иллюстрирующих амфотерные свойства для одного из амфотерных гидроксидов.

2. Напишите известные Вам уравнения реакций, с помощью которых в лаборатории можно получить оксид цинка и укажите условия их проведения.

3. Определите какие из перечисленных ниже веществ S , Cl_2 , Ca , CaCl_2 , CaC_2 , ZnCl_2 будут взаимодействовать с водой. Напишите уравнения возможных химических реакций.

4. Напишите уравнения химических реакций:



5. Напишите уравнения реакций, позволяющих осуществить превращения (с указанием условий их проведения):



6. Температурный коэффициент скорости химической реакции равен двум. Как изменится скорость химической реакции, если температура понизится на 40°C ?

7. Используя только неорганические вещества и катализаторы, предложите метод получения $\text{C}_6\text{H}_5\text{-CH}(\text{OH})\text{-CH}_3$ из этана. Напишите уравнения химических реакций с указанием условий их проведения.

8. Напишите уравнения реакций:



9. Напишите уравнения реакций, позволяющих осуществить превращения:

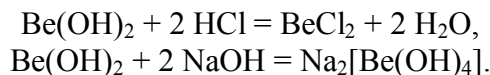


В уравнениях должны быть указаны условия проведения реакций, все участники процессов в явном виде и расставлены коэффициенты.

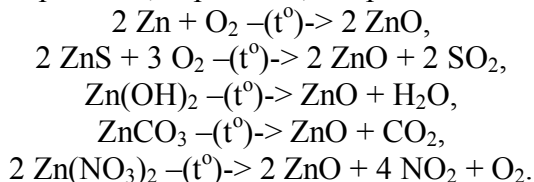
10. При сгорании углеводорода, имеющего при температуре 100°C и давлении 50 кПа плотность 1,1614 г/л, было получено 4,4 г углекислого газа и 2,16 г воды. Определить состав и строение углеводорода. Если известно, что он содержит три первичных атома углерода.

Ключ к варианту №5

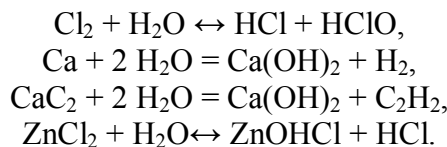
1. Амфотерные свойства проявляют гидроксиды бериллия, цинка и хрома (III). Уравнения реакций:



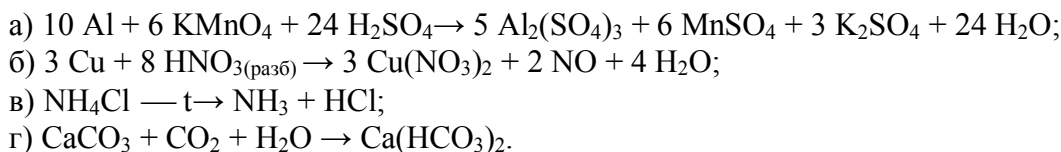
2. Оксид цинка получается прямым синтезом, обжигом сульфида цинка, а также в результате термического разложения гидроксида, карбоната, нитрата и некоторых других солей цинка:



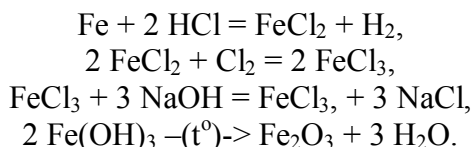
3. С водой взаимодействуют хлор, кальций, карбид кальция и хлорид цинка, который подвергается гидролизу:



4.

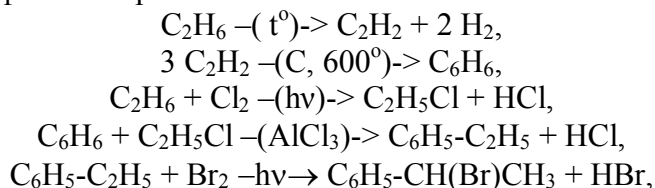


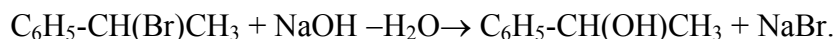
5. Действием хлороводородной кислоты на железо получается хлорид железа (II), который хлором может быть окислен до FeCl_3 . Пропущенным в данной цепочке превращений веществом является гидроксид железа (III), из которого термическим разложением получается Fe_2O_3 :



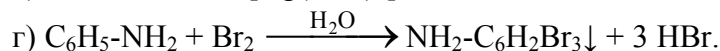
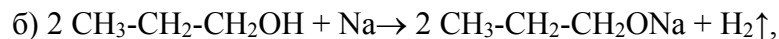
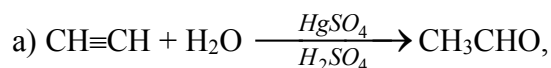
6. Поскольку температурный коэффициент скорости равен двум, то при понижении температуры на 10 градусов скорость уменьшится в два раза. При понижении температуры на 40 градусов скорость понизится в $2^{40/10} = 2^4$ раза, т.е. в 16 раз.

7. При пиролизе этана образуется ацетилен, при тримеризации которого образуется бензол. Для алкилирования бензола применяется хлорэтан, полученный при хлорировании этана. Бромированием при облучении получаем 1-фенил-1-бромэтан. Искомое соединение получается гидролизом 1-фенил-1-бромэтана:

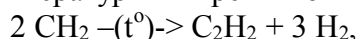




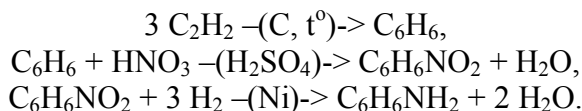
8.



9. Ацетилен получается высокотемпературным крекингом метана:



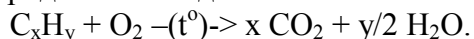
При пропускании ацетилена над активированным углем при 600 °С происходит образование бензола, из которого нитрованием получается нитробензол. В результате восстановления нитробензола получается анилин:



10. По уравнению Менделеева-Клапейрона определим молярную массу углеводорода:

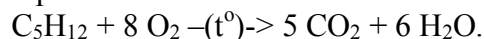
$$M = \rho RT/P, M = 1,1614 \cdot 8,31 \cdot 373/50 = 72,0 \text{ г/моль}.$$

Уравнение сгорания углеводорода имеет вид:



Количество вещества углекислого газа равно $4,4:44=0,1$ моль. Количество вещества воды составляет $2,16:18=0,12$ моль.

Отношение числа атомов водорода к числу атомов углерода в искомом углеводороде равно $y:x=0,24:0,1=12:5$. Брутто-формула углеводорода C_5H_{12} , что подтверждается его молярной массой. Уравнение реакции сгорания:



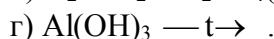
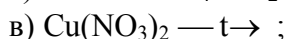
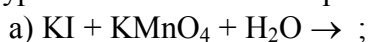
Поскольку углеводород содержит три первичных атома углерода, это – 2-метилбутан.

9 класс

Отборочный (заочный) этап Межрегиональной олимпиады школьников по химии Вариант №1

1. Какие из перечисленных ниже веществ Al , Ag , NO , NO_2 , Ca(OH)_2 , Zn(OH)_2 , NaHCO_3 , Na_2CO_3 взаимодействуют с раствором едкого кали? Напишите уравнения соответствующих химических реакций.

2. Напишите уравнения химических реакций:



3. Напишите уравнения реакций, позволяющих осуществить превращения (с указанием условий их проведения):



4. Рассчитайте, сколько г известняка, содержащего 80 масс.% карбоната калия потребуется для получения карбида кальция, используемого для получения 112 л (н.у.) ацетилена, выход которого составляет 90%.

5. 40,3 г смеси оксида марганца(II) и оксида марганца (IV) обработали избытком концентрированного водного раствора хлороводородной кислоты. В результате получено 6,72 л (н.у.) газа. Рассчитайте массовую долю MnO в исходной смеси.

6. В одном литре 12,0 масс. % раствора (плотность 0,95 г/мл) аммиака растворили 112 л (н.у.) NH_3 . Рассчитайте массовую долю аммиака в полученном растворе.

7. Напишите уравнения реакций, с помощью которых в лаборатории можно получить аммиак.

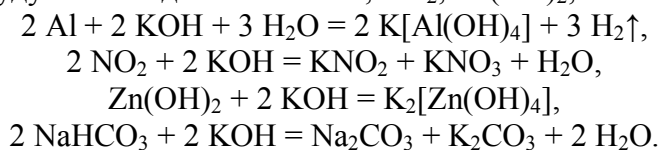
8. В двух пробирках без этикеток находятся кристаллические хлорид калия и хлорид аммония. Как отличить эти вещества? Напишите уравнения химических реакций.

9. Оксид хрома содержит 31,58 масс.% кислорода. Определите формулу этого оксида и напишите уравнение реакции взаимодействия этого оксида с раствором едкого натра.

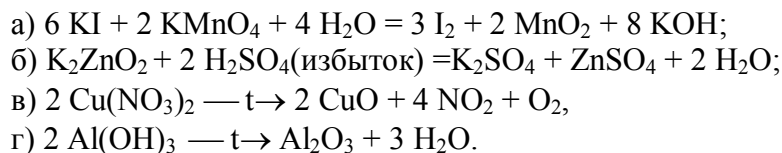
10. Смешали 150 г 12 мас.% раствора $\text{Cu(NO}_3)_2$ и 200 мл 10 мас.% раствора (плотность 1,10 г/см³) фосфата натрия. Определите массу полученного в результате взаимодействия осадка.

Ключ к варианту №1

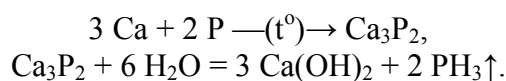
1. С раствором KOH будут взаимодействовать Al, NO₂, Zn(OH)₂, NaHCO₃ :



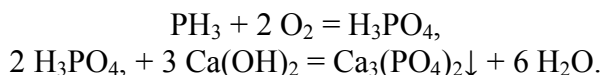
2.



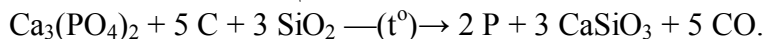
3. Поскольку фосфор не реагирует с водородом, фосфин получают гидролизом фосфидов активных металлов:



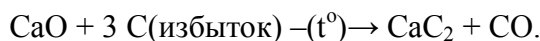
Окислением фосфина получается ортофосфорная кислота, которая с гидроксидом кальция образует фосфат кальция:



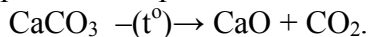
Фосфор из фосфата кальция получается восстановлением углем в присутствии диоксида кремния, который связывает ионы кальция:



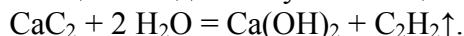
4. Карбид кальция может быть получен восстановлением оксида кальция при использовании избытка углерода:



Оксид кальция образуется при термическом разложении его карбоната:

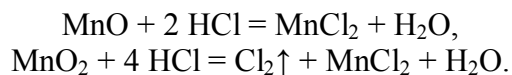


При взаимодействии карбида кальция с водой получается ацетилен:



Из приведенных уравнений реакций следует, что для получения 1 моль ацетилена требуется 1 моль карбоната кальция. По условию задачи необходимо получить $112:22,4 = 5$ моль ацетилена. Для этого понадобится 500 г CaCO₃. С учетом состава известняка и выходом ацетилена требуемая масса известняка будет равна $500 \cdot (0,8 \cdot 0,9) = 694,44$ г.

5. Взаимодействие оксидов с концентрированной хлороводородной кислотой протекает согласно уравнениям реакций:



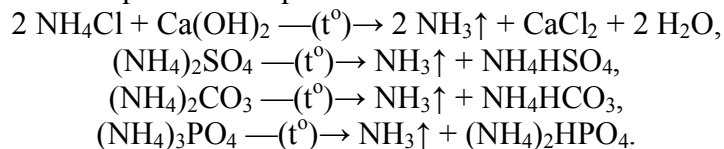
Количество вещества выделившегося хлора равно $6,72:22,4 = 0,3$ моль. Следовательно смесь оксидов содержит 0,3 моль MnO₂, т.е. $87 \cdot 0,3 = 26,1$ г. Масса MnO в смеси равна $40,3 - 26,1 = 14,2$ г. Массовая доля MnO равна $41,2:40,3 = 0,3524$ или **35,24 %**.

6. Масса исходного раствора равна $1000 \cdot 0,95 = 950$ г. Содержание в нем аммиака равно $950 \cdot 0,12 = 114$ г.

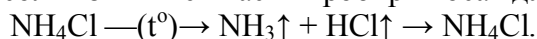
Количество вещества добавленного аммиака равно $112:22,4 = 5$ моль. Его масса - $17 \cdot 5 = 85$ г.

Масса конечного раствора равна $950+85=1035$ г. Масса аммиака в этом растворе составляет $114+85=199$ г. Массовая доля аммиака в полученном растворе равна $199:1035=0,1923$ или **19,23 %**.

7. В промышленности аммиак получается синтезом из элементов, а в лаборатории – нагреванием некоторых солей (анионы которых не проявляют окислительных свойств) с гидроксидом кальция и их термическим разложением:



8. В отличие от хлорида калия, хлорид аммония разлагается при нагревании. При этом происходит его возгонка – соль из нижней части пробирки осаждается в верхней ее части:

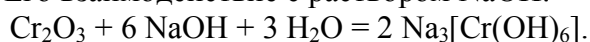


Хлорид калия плавится без разложения. Ионы калия можно отличить по характерному фиолетовому цвету, в который окрашивается пламя газовой горелки при внесении в него солей этого металла. Ионы хлора в обеих солях обнаруживают действием раствором нитрата серебра.

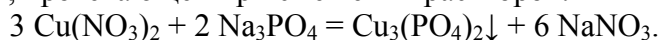
9. Соотношение между числом атомов хрома и кислорода равно:

$$\text{Cr:O}=68,42/52:31,58/16=1,316:1,974=2:3.$$

Искомый оксид – **Cr_2O_3** . Его взаимодействие с раствором NaOH:



10. Уравнение реакции, протекающей при смешении растворов:



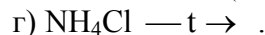
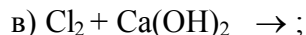
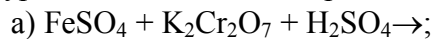
Количество вещества $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ равно $150 \cdot 0,12/188=0,0957$ моль. Количество вещества фосфата натрия равно $200 \cdot 1,10 \cdot 0,1/164=0,134$ моль.

По уравнению реакции для взаимодействия с 0,0957 моль $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ требуется 0,0638 моль Na_3PO_4 . Следовательно, фосфат натрия взят в избытке. Расчет проводим по нитрату меди. Три моль этого нитрата дают 1 моль осадка. Следовательно, в осадок выпадает $0,0957:3=0,0319$ моль фосфата меди или $0,0319 \cdot 382=$ **12,19 г**.

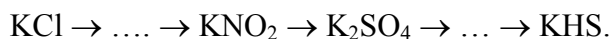
Отборочный (заочный) этап Межрегиональной олимпиады школьников по химии
Вариант №2

1. Какие из перечисленных ниже веществ Mg , S , BaCl_2 , $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, HNO_3 , KNO_3 , $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ будут взаимодействовать с водным раствором Na_2CO_3 ? Напишите уравнения возможных химических реакций.

2. Напишите уравнения химических реакций:



3. Напишите уравнения реакций, позволяющих осуществить превращения (с указанием условий их проведения):



4. Химическое соединение содержит 6,25 масс.% водорода, 43,75 масс.% азота и 50,00 масс.% кислорода. Определите химическую формулу этого соединения.

5. При прокаливании в присутствии катализатора 10,0 г бертолетовой соли, содержащей примесь хлорида калия, ее масса уменьшилась на 3,84 г. Рассчитать массовую долю (в %) примеси в исходной смеси.

6. Смешали 200 мл 20 масс.% раствора серной кислоты (плотность 1,14 г/мл) и 172 г 80 масс.% раствора этой кислоты (плотность 1,73 г/мл). Рассчитайте массовую долю H_2SO_4 в полученном растворе.

7. Напишите уравнения реакций, с помощью которых в лаборатории можно получить сероводород.

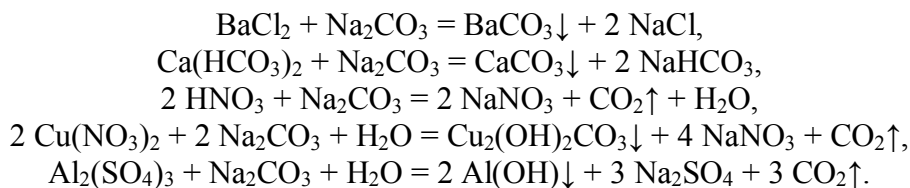
8. В двух пробирках без этикеток находятся кристаллические нитрат калия и карбонат калия. Как отличить эти вещества? Напишите уравнения химических реакций.

9. Оксид железа содержит 27,59 масс.% кислорода. Определите формулу этого оксида и напишите уравнение реакции взаимодействия этого оксида с раствором хлороводородной кислоты.

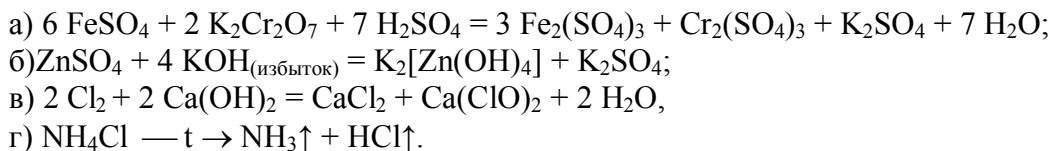
10. К 300 г 10 мас.% раствора $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ добавили 150 мл 20 мас.% раствора (плотность 1,20 г/см³) карбоната натрия. Определите массу полученного в результате взаимодействия осадка.

Ключ к варианту №2

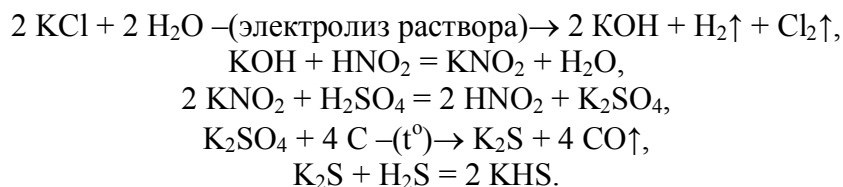
1. С водным раствором соды будут реагировать BaCl_2 , $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, HNO_3 , $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ и $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$:



2.



3. Пропущенными веществами в рассматриваемой цепочке превращений являются KOH и K_2S :

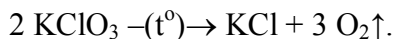


4. Отношение количества атомов водорода, азота и кислорода составляет:

$$\text{H:N:O} = 6,25/1:43,75/14:50,00/16 = 6,25:3,125:3,125 = 2:1:1 = 4:2:2.$$

Химическая формула соединения – NH_4NO_2 .

5. Термическое разложение бертолетовой соли в присутствии катализатора описывается уравнением реакции:



В результате реакции выделилось 3,84 г кислорода, т.е. $3,84:32=0,12$ моль O_2 .

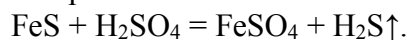
Согласно уравнению реакции термическому разложению подверглось $0,12 \cdot 2:3=0,08$ моль KClO_3 или $122,5 \cdot 0,08=9,8$ г. Масса примеси в образце равна $10,0-9,8=0,2$ г. Доля примеси в бертолетовой соли составляет $0,2 \cdot 100:10=2\%$.

6. Масса 200 мл 20 масс.% раствора серной кислоты равна $200 \cdot 1,14=228$ г. Масса серной кислоты в этом растворе равна $200 \cdot 1,14 \cdot 0,2=45,6$ г.

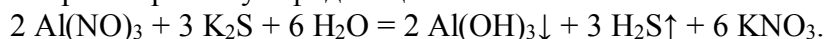
Масса кислоты в 80% растворе равна $172 \cdot 0,8=137,6$ г.

Масса конечного раствора составляет $228+172=400$ г. Масса кислоты в этом растворе равна $45,6+137,6=183,2$ г. Массовая доля H_2SO_4 в полученном растворе равна $183,2:400=0,458$ или **45,8 %**.

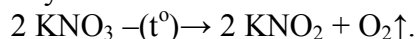
7. Сероводород получается при действии на сульфиды щелочных металлов, цинка или железа соляной или разбавленной серной кислот:



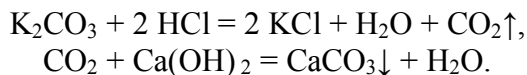
Сероводород также выделяется при взаимодействии водных растворов солей трехвалентных алюминия и хрома с растворами сульфидов щелочных металлов:



8. При нагревании с выделением кислорода разлагается нитрат калия. Образование кислорода проверяется тлеющей лучиной:



Карбонат калия плавится без разложения. При действии на него хлороводородной кислоты выделяется углекислый газ, который дает белый осадок при взаимодействии с раствором гидроксида кальция:



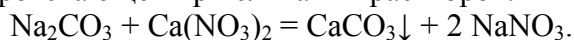
9. Отношение количества атомов железа и кислорода в оксиде равно:

$$\text{Fe}:\text{O}=72,41/56:27,59/16=1,293:1,724=3:4.$$

Формула оксида - Fe_3O_4 . Его взаимодействие с HCl описывается следующим уравнением:



10. Уравнение реакции, протекающей при сливании растворов:



Количество вещества $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ равно $300 \cdot 0,1/164=0,183$ моль.

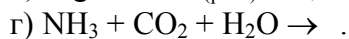
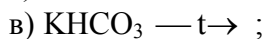
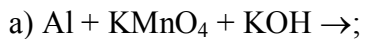
Количество вещества Na_2CO_3 составляет $150 \cdot 1,2 \cdot 0,2/106=0,340$ моль.

Сода оказывается в избытке, значит в осадок выпадает 0,183 моль CaCO_3 , т.е. **18,3 г**.

Отборочный (заочный) этап Межрегиональной олимпиады школьников по химии
Вариант №3

1. Какие из перечисленных ниже веществ Ca, Cu, NO, NO₂, FeCl₂, Ca₃P₂, PCl₅ будут взаимодействовать с водой? Напишите уравнения возможных химических реакций.

2. Напишите уравнения химических реакций:



3. Напишите уравнения реакций, позволяющих осуществить превращения (с указанием условий их проведения):



4. При действии на 5,7 г смеси магния и цинка избытка хлороводородной кислоты получено 3,36 л водорода. Сколько литров водорода может быть получено при действии на те же 5,7 г смеси избытка раствора едкого натра?

5. Температурный коэффициент скорости химической реакции равен трем. Определите, как изменится скорость химической реакции, если температура реакционной смеси понизится на 50°C?

6. В 223 мл воды растворили 27 г оксида азота(V). Рассчитайте массовую долю азотной кислоты в полученном растворе.

7. Напишите уравнения реакций, с помощью которых в лаборатории можно получить оксид меди.

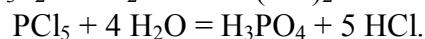
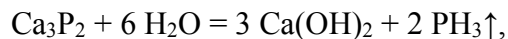
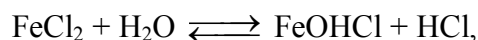
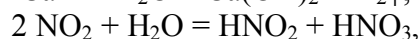
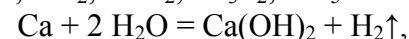
8. В двух пробирках без этикеток находятся кристаллические карбонат кальция и карбонат натрия. Как отличить эти вещества? Напишите уравнения химических реакций.

9. Оксид железа содержит 22,22 масс.% кислорода. Определите формулу этого оксида и напишите уравнение реакции взаимодействия этого оксида с раствором концентрированной азотной кислоты.

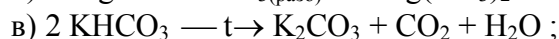
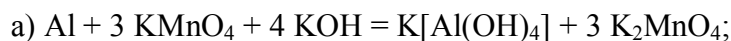
10. К 250 г 5 мас.% раствора Al(NO₃)₃ добавили 200 мл 10 мас.% раствора (плотность 1,15 г/см³) фосфат калия. Определите массу полученного в результате взаимодействия осадка.

Ключ к варианту №3

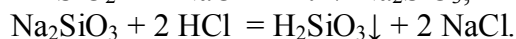
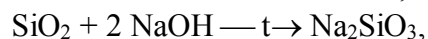
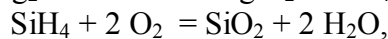
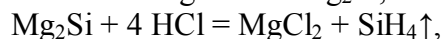
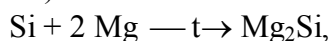
1. С водой будут реагировать Ca, NO₂, FeCl₂, Ca₃P₂, PCl₅:



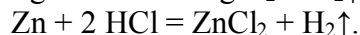
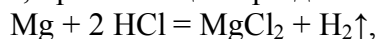
2.



3. Пропущенными в рассматриваемой цепочке превращения являются силицид магния (или кальция) и силикат натрия (или калия):



4. Уравнения химических реакций, протекающих при действии кислоты на металлы:

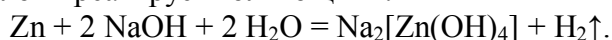


Количество вещества выделившегося водорода составляет $3,36:22,4=0,15$ моль. Столько же и металлов прореагировало. Обозначим массу цинка через x , тогда масса магния будет равна $(5,7-x)$. Составляем уравнение:

$$x/65,37 + (5,7-x)/24,312=0,15.$$

Из этого уравнения находим массу цинка в смеси металлов $x=3,27$ г.

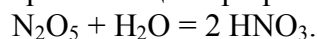
С водным раствором щелочи реагирует только цинк:



При этом 1 моль цинка выделяет 1 моль водорода. В нашем случае взаимодействует со щелочью $3,27/65,37=0,05$ моль цинка. Значит и выделяется 0,05 моль водорода. Его объем равен $22,4 \cdot 0,05=1,12$ л (н.у.).

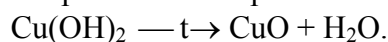
5. При понижении температуры на 10 градусов скорость реакции уменьшится в 3 раза. При понижении температуры на 50 градусов скорость реакции уменьшится в $3^{50/10}=3^5$, т.е. в **243** раза.

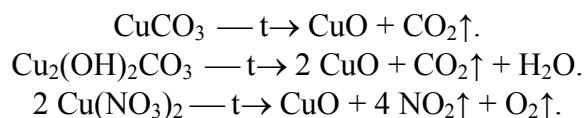
6. Уравнение химической реакции, протекающей при растворении оксида азота(V):



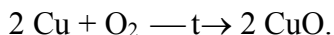
Количество вещества оксида азота (V) равно $27:108=0,25$ моль. В растворе образуется 0,5 моль азотной кислоты, т.е. $63 \cdot 0,5=31,5$ г. Масса раствора равна $223+27=250$ г. Массовая доля кислоты в этом растворе составляет $31,5:250=0,126$ или **12,6 %**.

7. В лаборатории оксид меди можно получить в результате термического разложения гидроксида, карбоната, основного карбоната и нитрат этого металла:

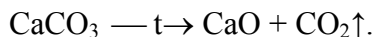




Возможен также и прямой синтез из элементов:



8. При нагревании карбонат натрия плавится без разложения, а карбонат кальция разлагается:

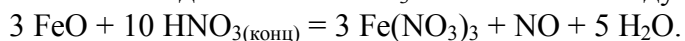


Карбонат натрия хорошо растворим в воде, а карбонат кальция – мало растворим (не растворим в терминах школьной химии). При действии на оба карбоната раствора хлороводородной кислоты выделяется углекислый газ, который при пропускании через насыщенный раствор $\text{Ca}(\text{OH})_2$ приводит к образованию белого осадка CaCO_3 . Наличие натрия определяется по характерной желтой окраске пламени газовой горелки.

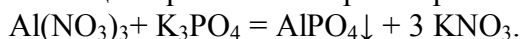
9. Отношение количества атомов железа и кислорода в оксиде равно:

$$\text{Fe}:\text{O}=77,78/56:22,22/16=1,389:1,389=1:1.$$

Формула оксида - FeO . Его взаимодействие с HNO_3 описывается следующим уравнением:



10. Уравнение реакции, протекающей при сливании растворов:



Количество вещества $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ равно $250 \cdot 0,05/213=0,0587$ моль.

Количество вещества K_3PO_4 составляет $200 \cdot 1,15 \cdot 0,1/212=0,1085$ моль.

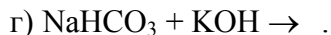
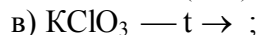
Фосфат калия оказывается в избытке, значит в осадок выпадает 0,0587 моль AlPO_4 , т.е.

$$122 \cdot 0,0587=7,16 \text{ г.}$$

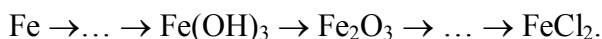
Отборочный (заочный) этап Межрегиональной олимпиады школьников по химии
Вариант №4

1. Какие из перечисленных ниже веществ Ag , Fe , KNO_2 , KNO_3 , NaHCO_3 , $\text{K}[\text{Al}(\text{OH})_4]$, SiO_2 , Mg_2Si , будут взаимодействовать с водным раствором серной кислоты? Напишите уравнения возможных химических реакций.

2. Напишите уравнения химических реакций:



3. Напишите уравнения реакций, позволяющих осуществить превращения (с указанием условий их проведения):



4. В результате обезвоживания 8,05 кристаллогидрата сульфата натрия получено 3,55 г безводной соли. Определите состав кристаллогидрата.

5. При пропускании 17,92 л (н.у.) смеси оксида углерода(II) и оксида углерода (IV) через взятый в избытке раствор гидроксида бария получено 59,1 г осадка. Рассчитайте относительную плотность по кислороду исходной газовой смеси.

6. В 20 мл воды растворили 7,8 г металлического калия. Рассчитайте массовую долю едкого кали в полученном растворе.

7. Напишите уравнения реакций, с помощью которых в лаборатории можно получить гидроксид алюминия.

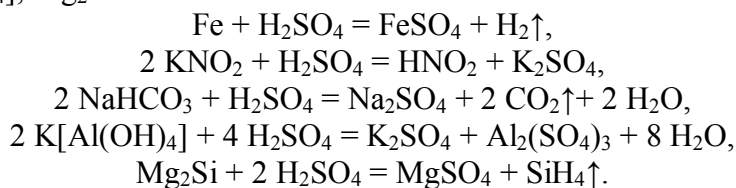
8. В двух пробирках без этикеток находятся кристаллические гидроксид кальция и гидроксид цинка. Как отличить эти вещества? Напишите уравнения химических реакций.

9. Оксид марганца содержит 36,78 масс.% кислорода. Определите формулу этого оксида и напишите уравнение реакции взаимодействия этого оксида с раствором концентрированной хлороводородной кислоты.

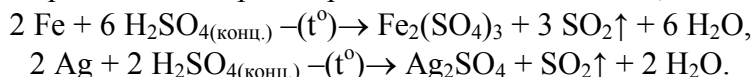
10. К 300 г 10 мас.% раствора $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ добавили 150 мл 20 мас.% раствора (плотность 1,20 г/см³) карбоната натрия. Определите массу полученного в результате взаимодействия осадка.

Ключ к варианту №4

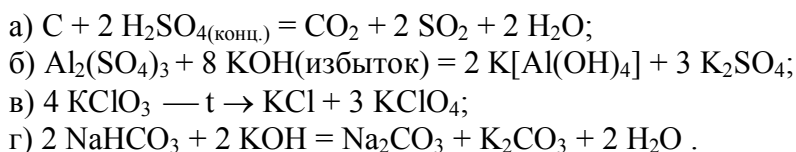
1. С водным раствором разбавленной серной кислоты будут взаимодействовать Fe, KNO₂, NaHCO₃, K[Al(OH)₄], Mg₂Si:



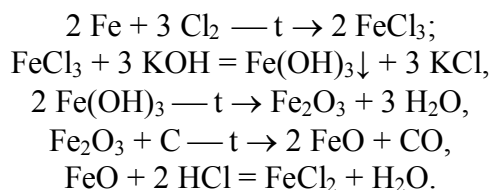
С концентрированной серной кислотой железо не взаимодействует. При нагревании в концентрированной серной кислоте растворяется не только железо, но и серебро:



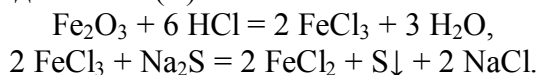
2.



3. Пропущенными в данной цепочке превращений являются хлорид железа (III) и оксид железа (II):

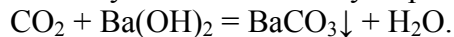


Представляется возможным также получить из оксида железа (III) его хлорид, который восстанавливается до хлорида железа (II):



4. Масса выделившейся при прокаливании воды равна $8,05 - 3,55 = 4,5$ г. Количество вещества воды составляет $4,5 : 18 = 0,25$ моль. Количество вещества безводной соли равно $3,55 : 142 = 0,025$ моль. Таким образом на 0,025 моль безводной соли в кристаллогидрате приходится 0,25 моль воды. На 1 моль соли приходится 10 моль воды. Формула кристаллогидрата - **Na₂SO₄·10H₂O**.

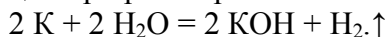
5. С гидроксидом бария взаимодействует только оксид углерода (IV):



Количество вещества карбоната бария равно $59,1 : 197 = 0,3$ моль. Такое же количество вещества CO₂ прореагировало. Объем CO₂ равен $22,4 \cdot 0,3 = 6,72$ л. Объем CO составит $17,92 - 6,72 = 11,2$ л или $11,2 : 22,4 = 0,5$ моль. Мольная доля CO в смеси составит $0,5 : (0,3 + 0,5) = 0,625$. Мольная доля CO₂ равна $1 - 0,625 = 0,375$.

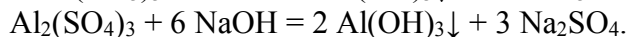
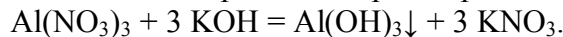
Молярная масса газовой смеси равна $28 \cdot 0,625 + 44 \cdot 0,375 = 34$. Относительная плотность газовой смеси по кислороду составит $34 : 32 = 1,0625$.

6. Уравнение реакции, протекающей при растворении калия в воде:

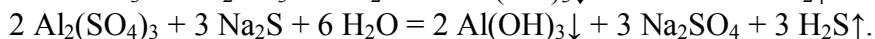
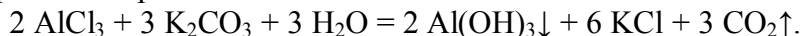


Количество вещества прореагировавшего калия равно 0,2 моль. Столько же и щелочи получилось в растворе. Ее масса составляет $56 \cdot 0,2 = 11,2$ г. Масса выделившегося водорода равна $0,2 \cdot 2 = 0,4$ г. Масса раствора равна $20 + 7,8 - 0,4 = 27,4$ г. Массовая доля щелочи составит $11,2 : 27,4 = 0,4088$ или **40,88 %**

7. Гидроксид алюминия выпадает в осадок при действии на растворы солей алюминия взятой в недостатке щелочи (в избытке щелочи происходит растворение $\text{Al}(\text{OH})_3$):



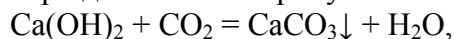
Гидроксид алюминия образуется также при смешении водных растворов солей алюминия с растворами сульфидов и карбонатов щелочных металлов и аммония:



8. В отличие от гидроксида кальция гидроксид цинка растворяется в растворах щелочей:



При пропускании через раствор $\text{Ca}(\text{OH})_2$ углекислого газа образуется осадок карбоната кальция, который растворяется при дальнейшем пропускании через реакционную смесь CO_2 :



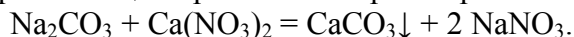
9. Отношение числа атомов марганца к числу атомов кислорода в оксиде равно:

$$\text{Mn}:\text{O} = 63,22/55:36,78/16 = 1,149:2,299 = 1:2.$$

Искомый оксид MnO_2 . Его взаимодействие с концентрированным раствором HCl описывается следующим уравнением реакции:



10. Уравнение реакции, протекающей при сливании растворов:



Количество вещества $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ равно $300 \cdot 0,1/164 = 0,183$ моль.

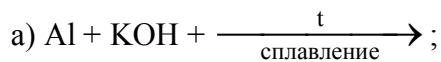
Количество вещества Na_2CO_3 составляет $150 \cdot 1,2 \cdot 0,2/106 = 0,340$ моль.

Сода оказывается в избытке, значит в осадок выпадает 0,183 моль CaCO_3 , т.е. **18,3 г**.

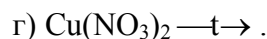
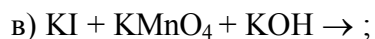
Отборочный (заочный) этап Межрегиональной олимпиады школьников по химии
Вариант №5

1. Какие из перечисленных ниже веществ Fe, Cu, Au, SiO₂, Fe₃O₄, P₂O₅, Zn(OH)₂ будут взаимодействовать с хлороводородной кислотой? Напишите уравнения возможных химических реакций и укажите условия их проведения.

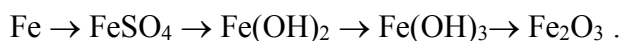
2. Напишите уравнения химических реакций:



б) гидролиз K₃PO₄ ;



3. Напишите уравнения реакций, позволяющих осуществить превращения (с указанием условий их проведения):



4. Рассчитайте массовую долю (в %) оксида кальция в техническом образце кальция, если на растворение 9,12 г этого образца потребовалось 73,0 мл 20 масс.% раствора хлороводородной кислоты (плотность 1,10 г/мл).

5. При повышении температуры на 10°C скорость некоторой химической реакции увеличивается в 3 раза. При какой температуре следует проводить эту реакцию, чтобы скорость реакции, протекающей при $t = 90^\circ\text{C}$, уменьшилась в 81 раз?

6. 15,68 л газа (н.у.), полученного при обжиге пирита пропустили через 322 мл 8 масс.% раствора едкого натра (плотность 1,087 г/мл). Рассчитать массовую долю соли в полученном растворе.

7. Напишите уравнения реакций, с помощью которых в лаборатории можно получить оксид железа (III).

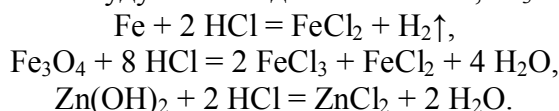
8. В двух пробирках без этикеток находятся кристаллические сульфат аммония и сульфат магния. Как отличить эти вещества? Напишите уравнения химических реакций.

9. Оксид олова содержит 11,85 масс.% кислорода. Определите формулу этого оксида и напишите уравнения реакций взаимодействия этого оксида с растворами хлороводородной кислоты и едкого натра.

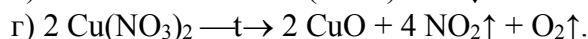
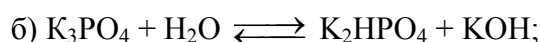
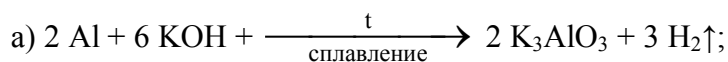
10. К 200 г 20 мас.% раствора NaNO₃ добавили 50 мл 10 мас.% раствора (плотность 1,10 г/см³) этой соли. Определите массовую долю (в %) нитрата натрия в полученном растворе.

Ключ к варианту №5

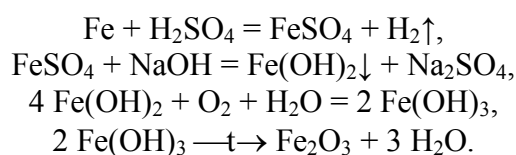
1. С хлороводородной кислотой будут взаимодействовать Fe, Fe₃O₄ и Zn(OH)₂:



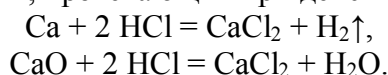
2.



3.



4. Уравнение химических реакций, протекающих при действии HCl на образец:

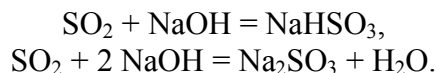


Количество вещества прореагировавшей HCl равно: $73 \cdot 1,1 \cdot 0,2 / 36,5 = 0,44$ моль. Из уравнений реакций следует, что с хлороводородной кислотой прореагировало 0,22 моль Ca и CaO.

Обозначим массу кальция в образце через x , тогда масса оксида кальция составит $(9,12 - x)$. Составляем уравнение: $x/40 + (9,12 - x)/56 = 0,22$. Из этого уравнения находим массу кальция $x = 8$. Содержание оксида кальция составляет $9,12 - 8 = 1,12$ г. Массовая доля оксида кальция в техническом образце составляет $1,12 : 9,12 = 0,1228$ или **12,28 %**.

5. Температура, при которой скорость реакции уменьшится в 81 раз согласно правилу Вант-Гоффа определяется из уравнения $81 = 3^4$. Следовательно температуру необходимо уменьшить на 40 градусов. Искомая температура составит $90 - 40 = \mathbf{50}$ **градусов Цельсия**.

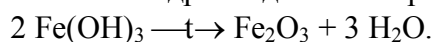
6. При обжиге пирита образуется оксид серы (IV). Возможные уравнения реакций, протекающие в раствор щелочи:

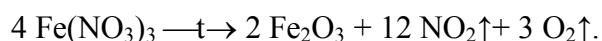


Количество вещества оксида серы (IV) равно $15,68 : 22,4 = 0,7$ моль. Количество вещества едкого натра составляет $322 \cdot 1,087 \cdot 0,08 / 40 = 0,7$ моль. Следовательно, в растворе образуется 0,7 моль NaHSO₃.

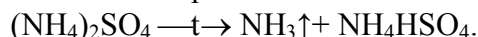
Масса растворенного оксида серы (IV) равна $0,7 \cdot 64 = 44,8$ г. Масса конечного раствора составит $322 \cdot 1,087 + 44,8 = 394,8$ г. Масса гидросульфита натрия равна $126 \cdot 0,7 = 88,2$ г. Массовая доля NaHSO₃ в растворе окажется равной $88,2 : 394,8 = 0,2234$ или **22,34 %**.

7. Оксид железа (III) можно получить прямым синтезом, но, поскольку при взаимодействии железа с кислородом образуется смесь оксидов, более подходящим способом получения Fe₂O₃ является термическое разложение гидроксида или нитрата железа (III):

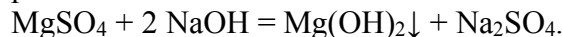




8. В отличие от сульфата магния, сульфат аммония легко разлагается при нагревании с выделением аммиака, который отличается резким запахом:



При действии на раствор сульфата магния щелочей выпадает белый осадок гидроксида магния, который не растворяется в избытке щелочи:

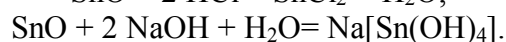
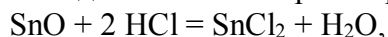


Сульфат-ионы определяются по образованию белого осадка сульфата бария, полученного при добавлении к растворам исследуемых солей водного раствора хлорида бария.

9. Отношение числа атомов олова и кислорода в молекуле оксида равно:

$$\text{Sn}:\text{O}=88,15/119:11,85/16=0,74:0,74=1:1.$$

Формула оксида SnO. Реакции взаимодействия SnO с растворами HCl и NaOH:



10. Масса полученного раствора составляет $200 + 50 \cdot 1,1 = 255$ г. Масса соли в первом растворе равна $200 \cdot 0,2 = 40$ г. А во втором растворе – $55 \cdot 0,1 = 5,5$ г. Массовая доля NaNO_3 в конечном растворе составит $(40+5,5):255=0,1784$ или **17,84 %**.

Заключительный (очный) этап

11 класс

Межрегиональная олимпиада по химии, вариант 11-1

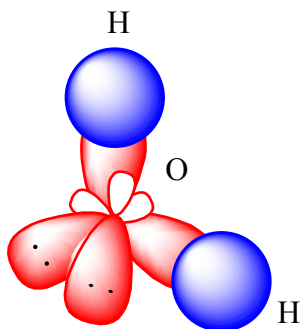
1. Изобразить схему перекрывания атомных орбиталей при образовании химических связей в молекуле воды, дать краткие пояснения.
2. Написать электронные формулы атома хрома и иона Fe^{3+} .
3. а) Написать уравнения диссоциации следующих электролитов в водных растворах: CaCl_2 , KH_2PO_4 . Указать слабый электролит или стадию диссоциации, соответствующую слабому электролиту.
б) Написать уравнения гидролиза следующих солей в ионном и молекулярном виде: MgSO_4 , K_2CO_3 .

Написать уравнения реакций, соответствующих следующей последовательности химических превращений:

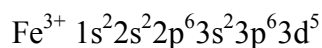
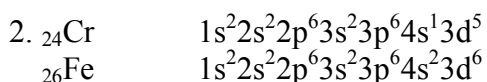
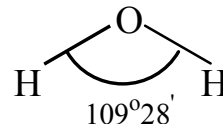
4. $\text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{SO}_2 \rightarrow \text{SO}_3 \rightarrow \text{S} \rightarrow \text{ZnS}$;
5. $\dots \rightarrow \text{KO}_2 \rightarrow \text{K}_2\text{CO}_3 \rightarrow \dots \rightarrow \text{KNO}_3$;
6. ацетилен $\rightarrow \dots \rightarrow$ этанол \rightarrow ацетат калия \rightarrow этан $\rightarrow \dots \rightarrow$ н-бутан.. Каждый этап может быть осуществлен в одну или несколько стадий. Указать условия осуществления процессов.
7. Написать уравнения реакций, позволяющих синтезировать н-бутан из углерода, используя только неорганические вещества и полученные в предыдущих стадиях органические вещества. Указать условия проведения реакций.
8. 0,100 моль оксида серы, содержащего в составе 40,0 мас.% серы, растворили в 90,0 мл воды и получили раствор с плотностью 1,07 г/мл. Вычислить массовую и мольную доли растворенного вещества в полученном растворе. Сколько мл 10,0 мас.% раствора едкого натра (плотность 1,11 г/мл) необходимо для полной нейтрализации 50,0 мл полученного раствора?
9. Предельный одноатомный спирт содержит в своем составе 26,7 мас.% кислорода и имеет в молекуле третичный атом углерода. Какой это спирт? Привести структурные формулы двух его изомеров. Написать уравнения реакций получения этого спирта из соответствующего алкана.
10. Молярное отношение бромида и сульфата натрия в смеси солей составляет 4:1, а общее число атомов в смеси солей в полтора раза больше числа Авогадро. Какую массу брома можно получить при обработке этой смеси избытком кислого раствора бихромата калия, если выход целевого продукта составляет 80,0%?

Ключ к варианту №11-1

1.

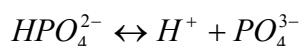
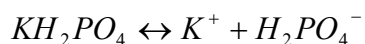
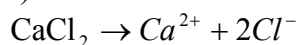


В молекуле воды кислород находится в sp^3 гибридном состоянии. Из четырех гибридных орбиталей две заняты свободными электронными парами. Молекула воды – угловая, угол Н-О-Н тетраэдрический.'

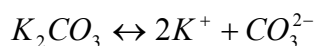
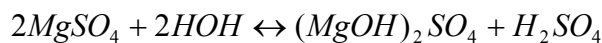
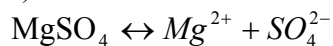


3.

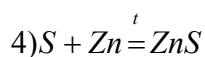
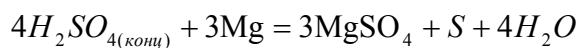
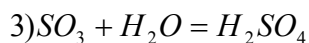
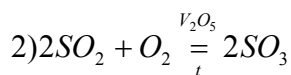
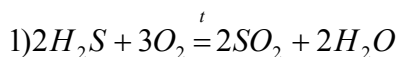
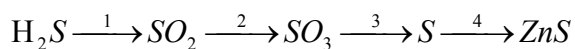
а)



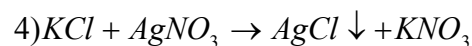
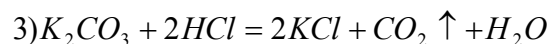
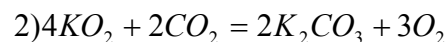
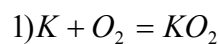
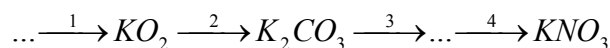
б)



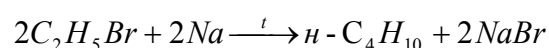
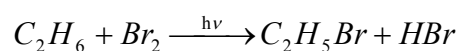
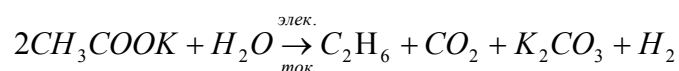
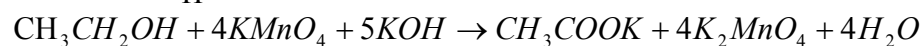
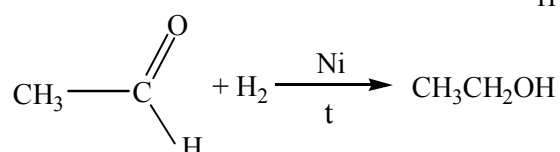
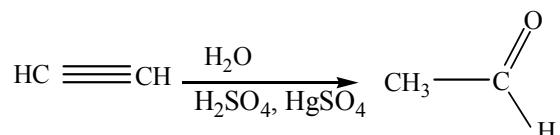
4.



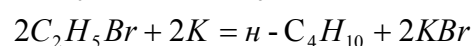
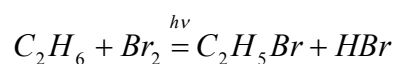
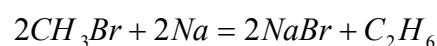
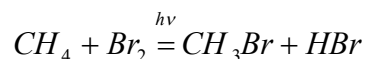
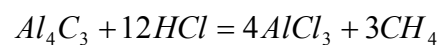
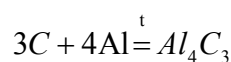
5.



6.



7.



8.

Пусть число атомов S (S_xO_y) в оксиде равно 1. $\omega(S) = 40\%$

Тогда:

$$\omega(S) = \frac{n(S) * A(S)}{M(SO_y)}$$

$$M(SO_y) = \frac{n(S) * A(S)}{\omega(S)}$$

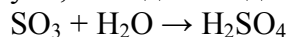
$$M(SO_y) = \frac{1 * 32}{0,4} = 80 \text{ г / моль}$$

$$M(SO_y) = M(S) + yM(O)$$

$$32 + 16y = 80$$

$$16y = 48$$

y=3, отсюда оксид SO₃



$$m(\text{H}_2\text{O}) = V(\text{H}_2\text{O}) \cdot \rho(\text{H}_2\text{O}), m(\text{H}_2\text{O}) = 90 \text{ мл} \cdot 1 \text{ г/мл} = 90 \text{ г};$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{H}_2\text{O})}{M(\text{H}_2\text{O})} = \frac{90}{18} = 5 \text{ моль}$$

H₂O дана в избытке, расчет ведем по SO₃

$$n(\text{SO}_3):n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1:1; n(\text{H}_2\text{SO}_4) = n(\text{SO}_3) = 0,1 \text{ моль};$$

0,1 моль H₂O провзаимодействовало с SO₃

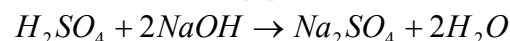
$$n_{\text{р-ра}} = n(\text{SO}_3) + n(\text{H}_2\text{O}) = 0,1 + 4,9 = 5 \text{ моль};$$

$$\chi(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{n(\text{H}_2\text{SO}_4)}{n_{\text{р-ра}}} \cdot 100\% = \frac{0,1}{5} \cdot 100\% = 2\%;$$

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

$$m_{\text{р-ра}} = m(\text{SO}_3) + m(\text{H}_2\text{O}) = n(\text{SO}_3) \cdot M(\text{SO}_3) + m(\text{H}_2\text{O}) = 0,1 \cdot 80 + 90 = 98 \text{ г};$$

$$\omega(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{m(\text{H}_2\text{SO}_4)}{m_{\text{р-ра}}} \cdot 100\% = \frac{9,8}{98} \cdot 100\% = 10\%$$



$$m_{\text{р-ра}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = V_{\text{р-ра}}(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot \rho_{\text{р-ра}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = 50 \cdot 1,07 = 53,5 \text{ г};$$

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = m_{\text{р-ра}}(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot \omega(\text{H}_2\text{SO}_4) = 53,5 \cdot 0,1 = 5,35 \text{ г};$$

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{m(\text{H}_2\text{SO}_4)}{M(\text{H}_2\text{SO}_4)} = \frac{5,35}{98} = 0,055 \text{ моль}$$

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4):n(\text{NaOH}) = 1:2; n(\text{NaOH}) = 2n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 2 \cdot 0,055 = 0,11 \text{ моль};$$

$$m(\text{NaOH}) = n(\text{NaOH}) \cdot M(\text{NaOH}) = 0,11 \cdot 40 = 4,4 \text{ г};$$

$$m_{\text{р-ра}}(\text{NaOH}) = \frac{m(\text{NaOH})}{\omega(\text{NaOH})} = \frac{4,4}{0,1} = 44 \text{ г}$$

$$V_{\text{р-ра}}(\text{NaOH}) = \frac{m_{\text{р-ра}}(\text{NaOH})}{\rho_{\text{р-ра}}(\text{NaOH})} = \frac{44}{1,11} = 39,64 \text{ мл}$$

9.



$$\omega(\text{O}) = 26,7\%$$

$$\omega(\text{O}) = \frac{n(\text{O}) \cdot A(\text{O})}{M_{\text{в-ва}}}$$

$$M_{\text{в-ва}} = \frac{n(\text{O}) \cdot A(\text{O})}{\omega(\text{O})} = \frac{1 \cdot 16}{0,267} = 60 \text{ г / моль}$$

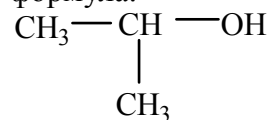
$$M_{\text{в-ва}} = 14n + 18$$

$$14n + 18 = 60$$

$$14n = 42$$

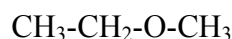
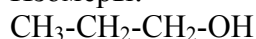
n = 3, следовательно формула спирта C₃H₇OH

Так как по условию молекула спирта имеет третичный атом углерода, то его структурная формула:

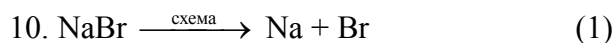
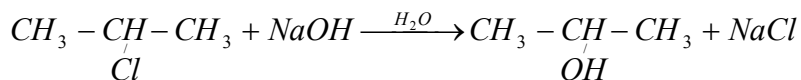
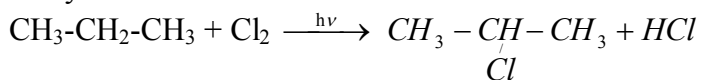


изопропиловый спирт

Изомеры:



Получение:



$$\frac{n(NaBr)}{n(Na_2SO_4)} = \frac{4}{1}$$

$$n(NaBr) = 4n(Na_2SO_4)$$

$$\frac{N(Na) + N(Br) + N(S) + N(O)}{N_A} = 1,5$$

$$\frac{n(Na) * N_A + n(Br) * N_A + n(S) * N_A + n(O) * N_A}{N_A} = 1,5$$

$$n(Na) + n(Br) + n(S) + n(O) = 1,5$$

Пусть $n(Na_2SO_4) = x$ моль, тогда $n(NaBr) = 4x$ моль.

По стехиометрическим схемам:

$$\left. \begin{array}{l} n(Na) \text{ по (1) реакции равно } 4x \text{ моль} \\ n(Na) \text{ по (2) реакции равно } 2x \text{ моль} \end{array} \right\} n_{\text{общ}}(Na) = 6x \text{ моль}$$

$$n(Br) \text{ равно } 4x \text{ моль}$$

$$n(S) \text{ равно } x \text{ моль}$$

$$n(O) \text{ равно } 4x \text{ моль}$$

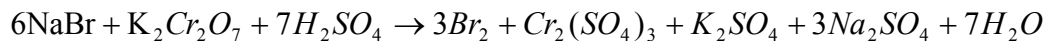
$$6x + 4x + x + 4x = 1,5$$

$$15x = 1,5$$

$$x = 0,1$$

Следовательно $n(Na_2SO_4) = 0,1$ моль,

$$n(NaBr) = 4 * 0,1 = 0,4 \text{ моль}$$



$$n(NaBr) : n(Br_2) = 2 : 1$$

$$n_{\text{теор}}(Br_2) = \frac{n(NaBr)}{2} = \frac{0,4}{2} = 0,2 \text{ моль}$$

$$n_{\text{пр}}(Br_2) = n_{\text{теор}}(Br_2) * \eta = 0,2 * 0,8 = 0,16 \text{ моль}$$

$$m(Br_2) = n(Br_2) * M(Br_2) = 0,16 * 160 = 25,6 \text{ г}$$

Межрегиональная олимпиада по химии, вариант 11-2

1. Изобразить схему перекрывания атомных орбиталей при образовании химических связей в молекуле углекислого газа, дать краткие пояснения.

2. Написать электронные формулы атома меди и иона Co^{3+} .

3. а) Написать уравнения диссоциации следующих электролитов в водных растворах: Na_2SO_4 , H_2S . Указать слабый электролит или стадию диссоциации, соответствующую слабому электролиту.

б) Написать уравнения гидролиза следующих солей в ионном и молекулярном виде: CuSO_4 , Na_2CO_3 .

Написать уравнения реакций, соответствующих следующей последовательности химических превращений:

4. $\text{SrCO}_3 \rightarrow \dots \rightarrow \text{CO} \rightarrow \text{COCl}_2 \rightarrow \text{HCl}$;

5. $\text{FeO} \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{FeSO}_4 \rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \rightarrow \text{KFeO}_2$;

6. ацетат калия \rightarrow метан $\rightarrow \dots \rightarrow$ уксусный альдегид \rightarrow этанол $\rightarrow \dots \rightarrow$ этиленгликоль. Каждый этап может быть осуществлен в одну или несколько стадий. Указать условия осуществления процессов.

7. Написать уравнения реакций, позволяющих синтезировать толуол из углерода, используя только неорганические вещества и полученные в предыдущих стадиях органические вещества. Указать условия проведения реакций.

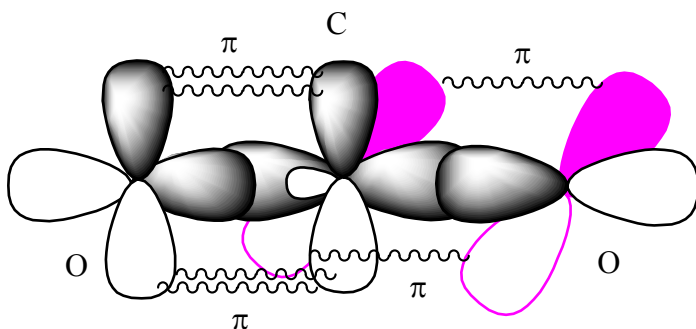
8. 0,100 моль оксида азота, содержащего в составе 25,9 мас.% азота, растворили в 89,2 мл воды и получили раствор с плотностью 1,07 г/мл. Вычислить массовую и мольную доли растворенного вещества в полученном растворе. Сколько мл 10,0 мас.% раствора едкого натра (плотность 1,11 г/мл) необходимо для нейтрализации 50,0 мл полученного раствора?

9. Углеводород содержит в своем составе 14,3 мас.% водорода и имеет плотность по воздуху 1,45. Какой это углеводород? Привести структурную формулу его изомера. Написать уравнения реакций окисления этого углеводорода нейтральным и кислым раствором перманганата калия.

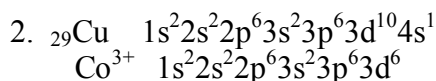
10. Молярное отношение иодида и сульфата калия в смеси солей составляет 1,5:1, а общее число атомов в смеси солей равно числу Авогадро. Какая масса иода может быть получена при обработке этой смеси солей избытком кислого раствора перманганата калия, если выход целевого продукта составляет 75,0%?

Ключ к варианту №11-2

1.

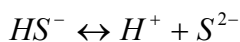
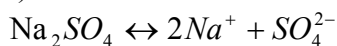


Атом углерода в молекуле CO_2 находится в sp -гибридном состоянии.

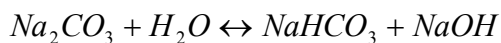
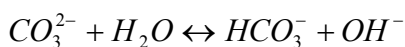
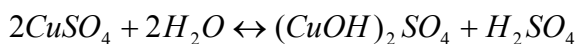
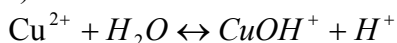


3.

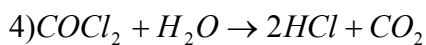
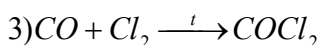
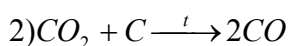
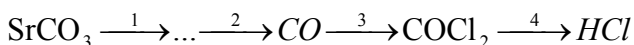
а)



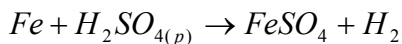
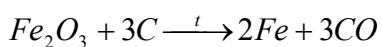
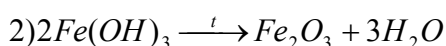
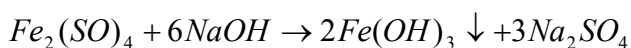
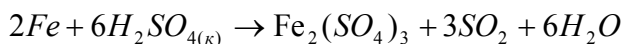
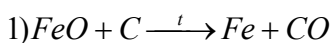
б)

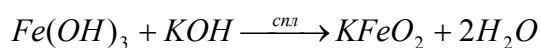
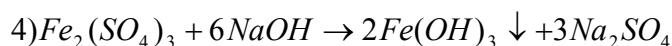
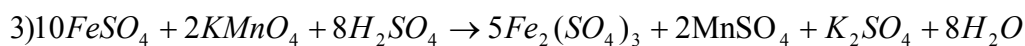


4.

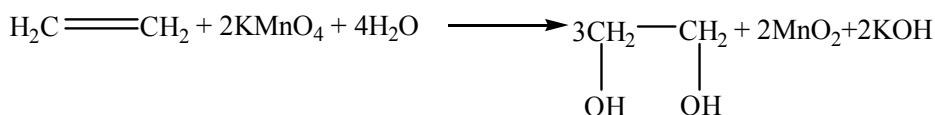
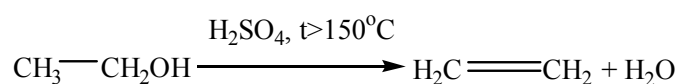
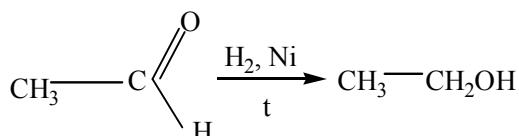
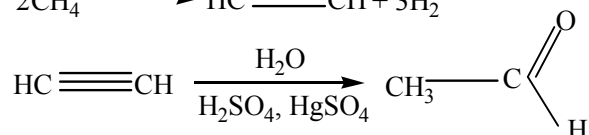
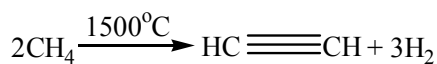
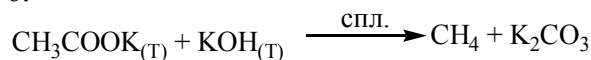


5.

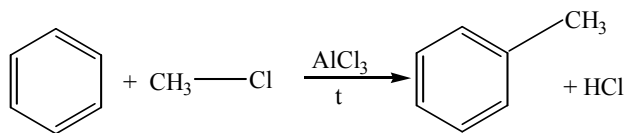
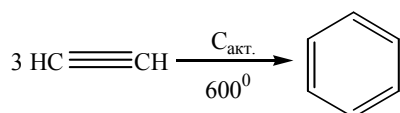
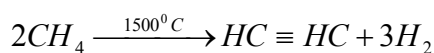
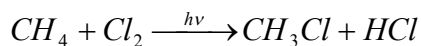
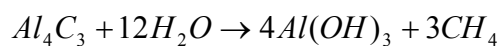
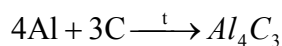




6.



7.

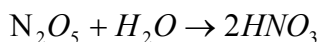


8.

N_xO_y

$$x : y = \frac{\omega(N)}{Ar(N)} : \frac{\omega(O)}{Ar(O)} = \frac{\omega(N)}{Ar(N)} : \frac{1 - \omega(N)}{Ar(O)} = \frac{25,9\%}{14} : \frac{74,1\%}{16} = 1,85 : 4,63 = 1 : 2,5 = 2 : 5$$

Следовательно N_2O_5

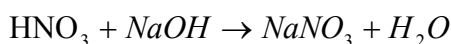


$$\omega(HNO_3) = \frac{m(HNO_3)}{m(H_2O) + m(N_2O_5)} = \frac{M(HNO_3) * 2\nu(N_2O_5)}{V(H_2O) * \rho(H_2O) + M(N_2O_5) * \nu(N_2O_5)}$$

$$\omega(HNO_3) = \frac{63 * 2 * 0,1}{89,2 * 1 + 108 * 0,1} = \frac{12,6}{100} = 0,126 \text{ или } 12,6\%$$

$$\chi(HNO_3) = \frac{\nu(HNO_3)}{\nu(N_2O_5) + \nu(H_2O)} = \frac{2\nu(N_2O_5)}{\nu(N_2O_5) + \frac{V(H_2O) * \rho(H_2O)}{M(H_2O)}}$$

$$\chi(HNO_3) = \frac{2 * 0,1}{0,1 + \frac{89,2 * 1}{18}} = \frac{0,2}{5,056} = 0,03956 \text{ или } 3,956\%$$



$$V(NaOH) = \frac{m_{p-p}(NaOH)}{\rho(NaOH)} = \frac{m(NaOH)}{\omega(NaOH) * \rho(NaOH)} = \frac{M(NaOH) * \nu(HNO_3)}{\omega(NaOH) * \rho(NaOH)}$$

$$V(NaOH) = \frac{M(NaOH)}{\omega(NaOH) * \rho(NaOH)} * \frac{V(HNO_3) * \rho(HNO_3) * \omega(HNO_3)}{M(HNO_3)} = \frac{40}{0,1 * 1,11} * \frac{50 * 1,07 * 0,126}{63} = 38,559 \text{ мл}$$

9.

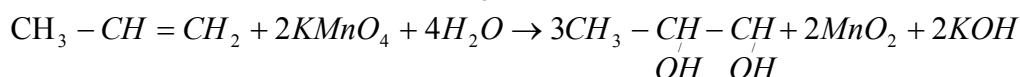


$$x : y = \frac{\omega(C)}{Ar(C)} : \frac{\omega(H)}{Ar(H)} = \frac{100 - \omega(H)}{Ar(C)} : \frac{\omega(H)}{Ar(H)} = \frac{100 - 14,3}{12} : \frac{14,3}{1} = \frac{85,7}{12} : 14,3 = 7,14 : 14,3 = 1 : 2$$

$(CH_2)_n$; CH_2 – эмпирическая формула

$$n = \frac{M((CH_2)_n)}{M(CH_2)} = \frac{M_{\text{возд}} * D_{\text{возд}}((CH_2)_n)}{M(CH_2)} = \frac{29 * 1,45}{14} = 3$$

C_3H_6 – молекулярная формула $CH_3 - CH = CH_2$ – пропен



10.

$\nu(K_2SO_4) = x$, тогда $\nu(KI) = 1,5x$

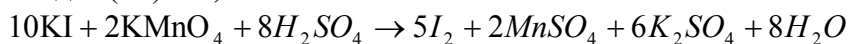
число атомов в K_2SO_4 равно $7 * \nu(K_2SO_4) * N_A$, а число атомов в KI равно $2 * \nu(KI) * N_A$, тогда $7 * \nu(K_2SO_4) * N_A + 2 * \nu(KI) * N_A = N_A$

$$7x + 2 * 1,5x = 1$$

$$10x = 1$$

$$x = 0,1 \text{ моль}$$

Тогда $\nu(KI) = 0,15 \text{ моль}$



$$m(I_2)_{\text{прак}} = m(I_2)_{\text{теор}} * \eta = M(I_2) * \frac{1}{2} * \nu(KI) * \eta = 254 * \frac{1}{2} * 0,15 * 0,75 = 12,2875 \text{ г}$$

Межрегиональная олимпиада по химии, вариант 11-3

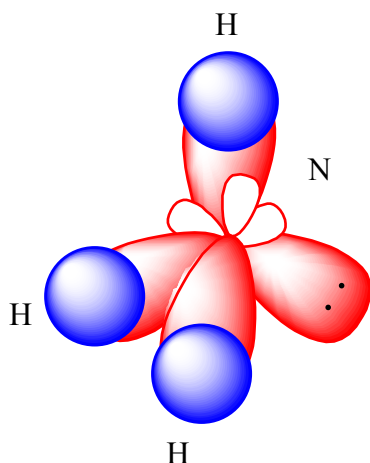
1. Изобразить схему перекрывания атомных орбиталей при образовании химических связей в молекуле аммиака, дать краткие пояснения.
2. Написать электронные формулы атома титана и иона S^{2-} .
3. а) Написать уравнения диссоциации следующих электролитов в водных растворах: $BaBr_2$, $NaHSO_4$. Указать слабый электролит или стадию диссоциации, соответствующую слабому электролиту.
б) Написать уравнения гидролиза следующих солей в ионном и молекулярном виде: $ZnSO_4$, K_2S .

Написать уравнения реакций, соответствующих следующей последовательности химических превращений:

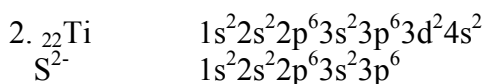
4. $\dots \rightarrow PH_3 \rightarrow PCl_5 \rightarrow HCl \rightarrow Cl_2$;
5. $Al \rightarrow K_3[Al(OH)_6] \rightarrow Al(OH)_3 \rightarrow K_3AlO_3 \rightarrow Al_2O_3$;
6. карбид алюминия $\rightarrow \dots \rightarrow$ ацетилен $\rightarrow \dots \rightarrow$ этилбензол $\rightarrow \dots \rightarrow$ бензол. Каждый этап может быть осуществлен в одну или несколько стадий. Указать условия осуществления процессов.
7. Написать уравнения реакций, позволяющих синтезировать этанол из углерода, используя только неорганические вещества и полученные в предыдущих стадиях органические вещества. Указать условия проведения реакций.
8. 0,100 моль оксида фосфора, содержащего в составе 43,7 мас.% фосфора, растворили в 85,8 мл теплой воды и получили раствор с плотностью 1,11 г/мл. Вычислить массовую и мольную доли растворенного вещества в полученном растворе. Сколько мл 10,0 мас.% раствора едкого натра (плотность 1,11 г/мл) необходимо для полной нейтрализации 50,0 мл полученного раствора?
9. Углеводород содержит в своем составе 10,0 мас.% водорода, имеет плотность по водороду 20, реагирует с аммиачным раствором оксида серебра, образуя осадок. Какой это углеводород? Есть у него изомеры? Написать уравнение названной реакции и уравнения реакций гидратации и жесткого окисления в растворе этого углеводорода.
10. 7,90 г перманганата калия привели во взаимодействие с 100 мл соляной кислоты, содержащей 30,0 мас.% HCl и имеющей плотность 1,15 г/мл. Выделившийся газ медленно пропустили через 300 г раствора иодида калия с массовой долей соли 15,0%. Найти массу выделившегося осадка, если выходы целевых продуктов составили: в первой реакции – 90,0%, во второй – 85,0%.

Ключ к варианту №11-3

1.

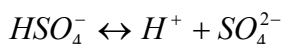


В молекуле аммиака азот находится в sp^3 гибридном состоянии. Из четырех гибридных орбиталей одна занята свободной электронной парой. Молекула аммиака имеет форму неправильной тригональной пирамиды с атомом азота в одной из вершин, угол H-N-H тетраэдрический.

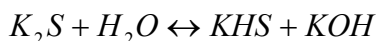
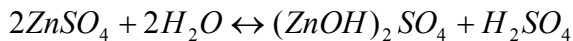


3.

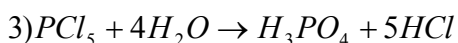
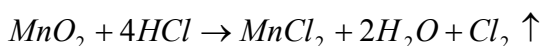
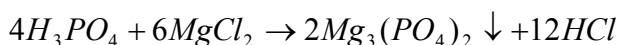
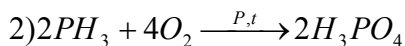
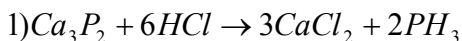
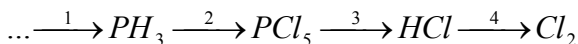
а)



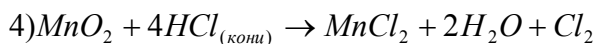
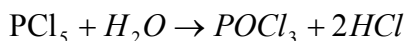
б)



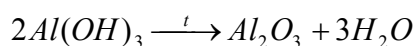
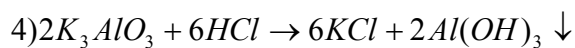
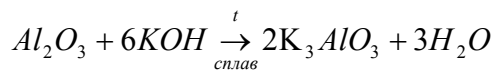
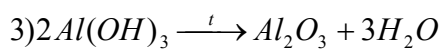
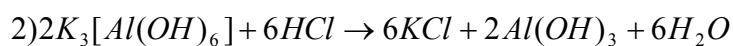
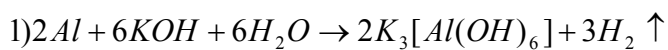
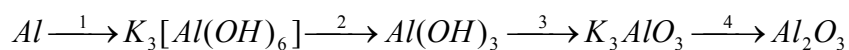
4.



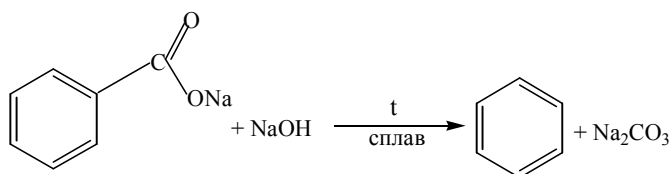
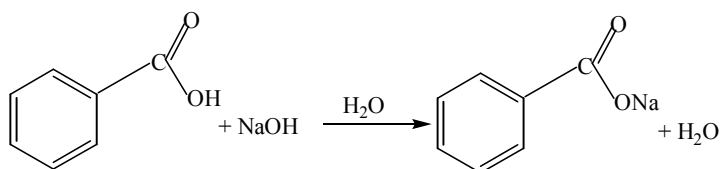
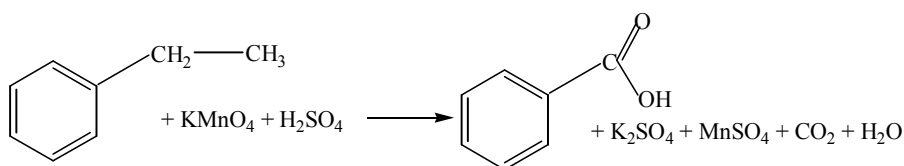
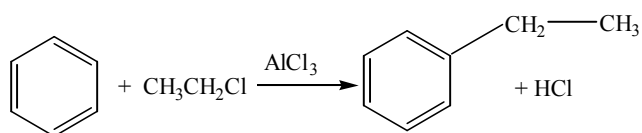
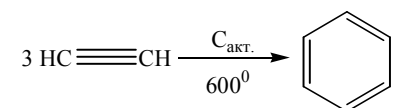
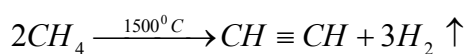
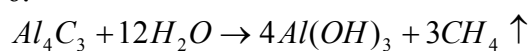
или



5.

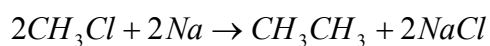
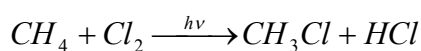
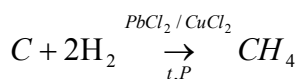


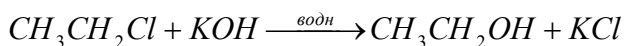
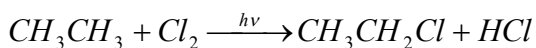
6.



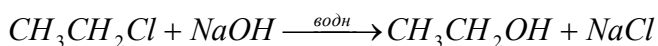
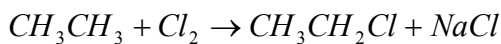
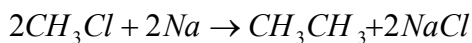
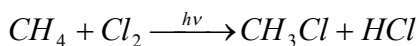
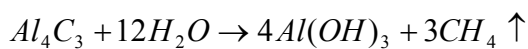
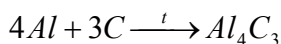
7.

I способ





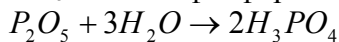
II способ



8.

$$\nu(P) : \nu(O) = \frac{43,7}{31} : \frac{56,3}{16} = 1,4 : 3,51875 = 1 : 2,5 = 2 : 5$$

P_2O_5 – оксид фосфора



$$m(H_3PO_4) = 0,2 * 98 = 19,6г$$

$$m_{\text{п-ра}} = m(H_2O) + m(P_2O_5)$$

$$m(P_2O_5) = 0,1 * 142 = 14,2г$$

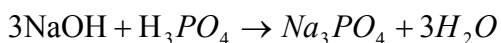
$$\omega(H_3PO_4) = \frac{19,6}{14,2 + 85,8} * 100 = \frac{19,6}{100} * 100 = 19,6\%$$

$$\nu(H_2O) \frac{85,8}{18} = 4,77 \text{ моль}$$

$$n_{\text{пор}}(H_2O) = 0,3 \text{ моль}$$

$$n_{\text{ост}}(H_2O) = 4,77 - 0,3 = 4,47$$

$$\chi(H_3PO_4) = \frac{0,2}{0,2 + 4,47} * 100\% = 4,3\%$$



$$m_{\text{п-ра}}(H_3PO_4) = 50 * 1,11 = 55,5г$$

$$m(H_3PO_4) = 55,5 * 0,196 = 10,878г$$

$$\nu(H_3PO_4) \frac{10,878}{98} = 0,111 \text{ моль}$$

$$\nu(NaOH) = 3 * 0,111 = 0,333 \text{ м,33}$$

$$m(NaOH) = 0,333 * 40 = 13,32г$$

$$m_{\text{п-ра}}(NaOH) = \frac{13,32}{0,1} = 133,2г$$

$$V(NaOH) = \frac{133,2}{1,11} = 120 \text{ мл}$$

9.

$$\nu(C) : \nu(H) = \frac{90}{12} : \frac{10}{1} = 7,5 : 10 = 1 : 1,3 = 3 : 4$$

$$M(C_xH_y) = 20 * 2 = 40 \text{ г / моль}$$

Так как углеводород дает реакцию серебряного зеркала, то это алкин.

$$12n + n = 40$$

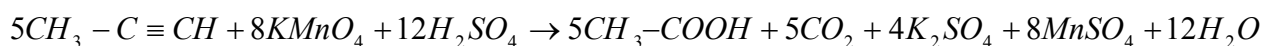
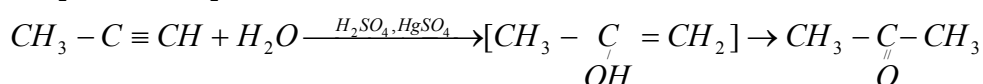
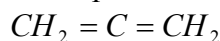
$$13n = 40$$

$$n = 3$$

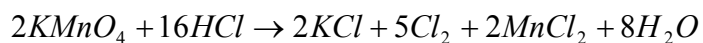
C_3H_4 – пропин



Изомеры



10.



$$\nu(KMnO_4) = \frac{7,9}{158} = 0,05 \text{ моль}$$

$$m_{p-p}(HCl) = 100 * 1,15 = 115 \text{ г}$$

$$m(HCl) = 115 * 0,3 = 34,5 \text{ г}$$

$$\nu(HCl) = \frac{34,5}{36,5} = 0,95 \text{ моль}$$

2 моль $KMnO_4$ – 16 моль HCl

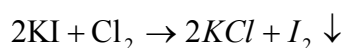
0,05 моль $KMnO_4$ – x моль HCl

$$x = \frac{0,05 * 16}{2} = 0,4 \text{ моль}$$

$$\frac{\nu(HCl)}{\nu(Cl_2)} = \frac{16}{5}$$

$$\nu_{теор}(Cl_2) = \frac{0,4 * 5}{16} = 0,125 \text{ моль}$$

$$\nu_{прак}(Cl_2) = 0,125 * 0,9 = 0,1125$$



2 моль KI – 1 моль Cl_2

0,271 моль KI – x моль Cl_2

$x = (0,271 * 1) / 2 = 0,1355$ моль, следовательно Cl_2 в недостатке

$$m(KI) = 300 * 0,15 = 45 \text{ г}$$

$$\nu(KI) = 45 / 166 = 0,271 \text{ моль}$$

$$\nu_{теор}(Cl_2) = \nu(I_2) = 0,1125 \text{ моль}$$

$$\nu_{пр}(I_2) = 0,1125 * 0,85 = 0,095625 \text{ моль}$$

$$m(I_2) = 0,095625 * 254 = 24,28875 \text{ г}$$

Межрегиональная олимпиада по химии, вариант 11-4

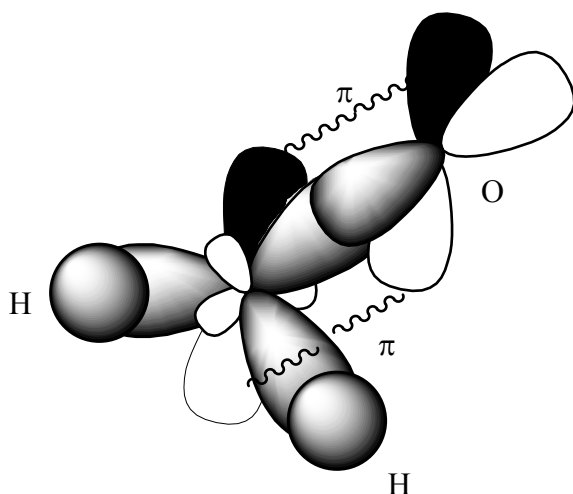
1. Изобразить схему перекрывания атомных орбиталей при образовании химических связей в молекуле формальдегида, дать краткие пояснения.
2. Написать электронные формулы атома цинка и иона Br^- .
3. а) Написать уравнения диссоциации следующих электролитов в водных растворах: CuCl_2 , H_2CO_3 . Указать слабый электролит или стадию диссоциации, соответствующую слабому электролиту.
б) Написать уравнения гидролиза следующих солей в ионном и молекулярном виде: CoSO_4 , Fr_2SO_3 .

Написать уравнения реакций, соответствующих следующей последовательности химических превращений:

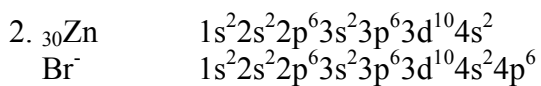
4. $\dots \rightarrow \text{NO}_2 \rightarrow \text{HNO}_3 \rightarrow \text{N}_2 \rightarrow \text{NH}_3$;
5. $\text{MgO} \rightarrow \text{Mg}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Mg}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{MgO} \rightarrow \text{Mg}(\text{NO}_3)_2$;
6. уксусный альдегид \rightarrow ацетат кальция \rightarrow пропанон \rightarrow пропанол-2 $\rightarrow \dots \rightarrow$ пропанол-1 \rightarrow пропионовая кислота. Каждый этап может быть осуществлен в одну или несколько стадий. Указать условия осуществления процессов.
7. Написать уравнения реакций, позволяющих синтезировать уксусную кислоту из углерода, используя только неорганические вещества и полученные в предыдущих стадиях органические вещества. Указать условия проведения реакций.
8. 0,100 моль оксида хлора, содержащего в составе 38,8 мас.% хлора, растворили в 81,7 мл воды и получили раствор с плотностью 1,13 г/мл. Вычислить массовую и мольную доли растворенного вещества в полученном растворе. Сколько мл 10,0 мас.% раствора едкого натра (плотность 1,11 г/мл) необходимо для нейтрализации 50,0 мл полученного раствора?
9. Алкилбензол содержит в своем составе 9,43 мас.% водорода. Что это за соединение? Привести структурные формулы его изомеров. Написать уравнение реакции жесткого окисления исходного углеводорода в растворе.
10. 4,48 л (н.у.) сернистого газа полностью поглотили 120 г раствора едкого натра с массовой долей растворенного вещества 10,0%. Определить массовые доли растворенных веществ в полученном растворе.

Ключ к варианту №11-4

1.

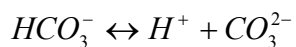
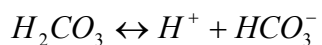
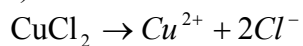


Атом углерода в молекуле формальдегида находится sp^2 гибридном состоянии.

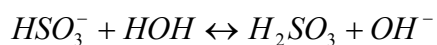
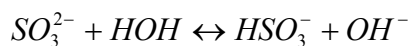
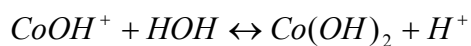
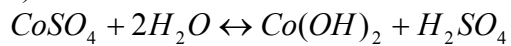


3.

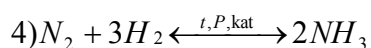
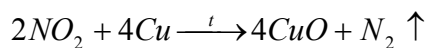
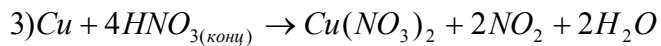
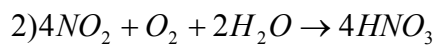
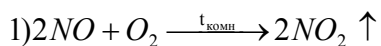
a)



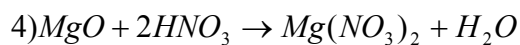
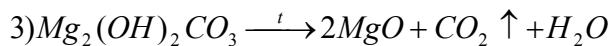
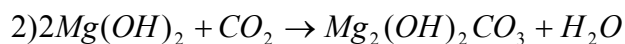
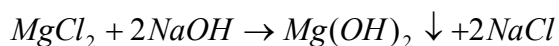
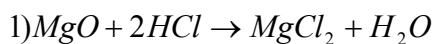
б)



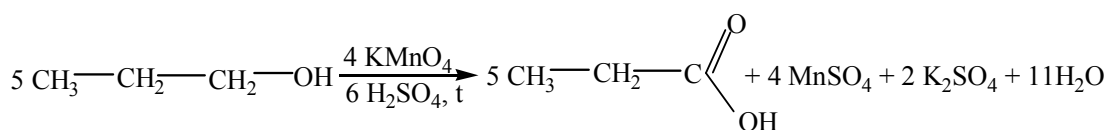
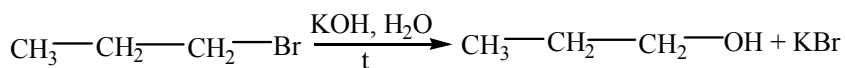
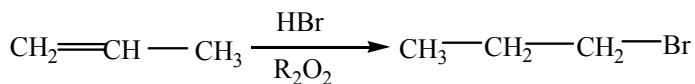
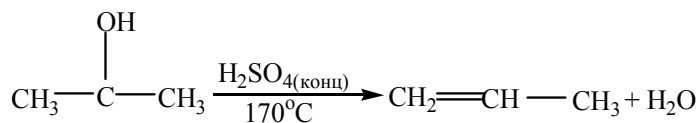
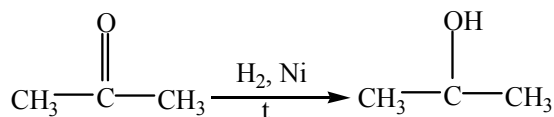
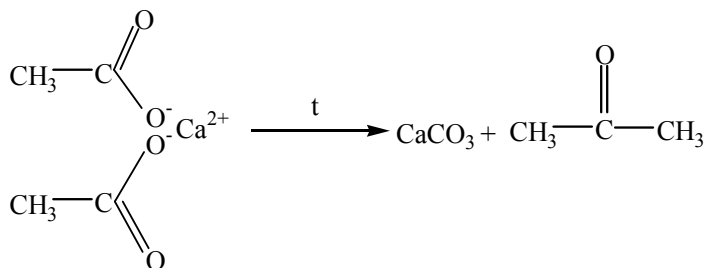
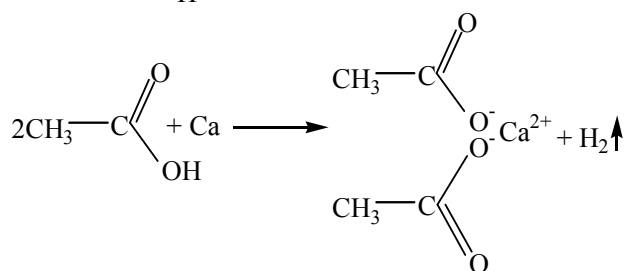
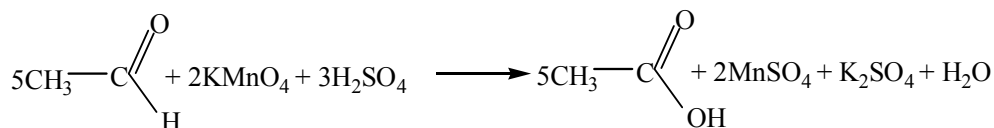
4.



5.

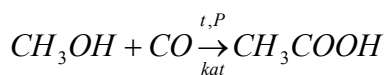
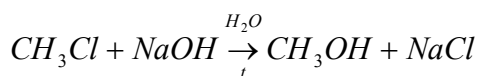
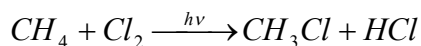
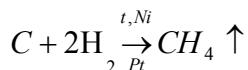


6.

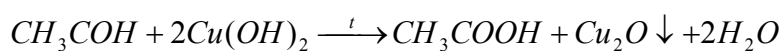
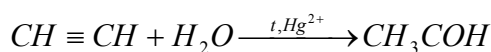
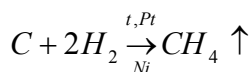


7.

I способ



II способ



8.

$$\omega(\text{Э}) = \frac{n * Ar}{M_{\text{в-ва}}} * 100\%$$

$$M_{\text{в-ва}} = \frac{n * Ar * 100\%}{\omega}$$

Расчет по хлору:

$$M_{\text{в-ва}} = \frac{x * 35,5 * 100\%}{38,8} = \frac{3550x}{38,8}$$

Расчет по кислороду:

$$\omega(O) = 100 - 38,8 = 61,2\%$$

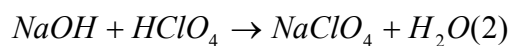
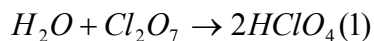
$$M_{\text{в-ва}} = \frac{y * 16 * 100\%}{61,2} = \frac{1600y}{61,2}$$

$$\frac{1600y}{61,2} = \frac{3550x}{38,8}$$

$$217260x = 62080y$$

$$\frac{x}{y} = \frac{62080}{217260} = \frac{1}{3,5} = \frac{2}{7}$$

Cl₂O₇ – искомый оксид



$$m(H_2O) = \rho * V = 1 * 81,7 = 81,7 \text{ г}$$

Из уравнения (1) $\nu(HClO_4) = 0,2$ моль

$$m(HClO_4) = 0,2 * 100,5 = 20,1 \text{ г}$$

$$m(Cl_2O_7) = 0,1 * 183 = 18,3 \text{ г}$$

$$m_{\text{р-ра}} = m(H_2O) + m(Cl_2O_7) = 18,3 + 81,7 = 100 \text{ г}$$

$$\omega(HClO_4) = \frac{20,1}{100} * 100\% = 20,1\%$$

$$\nu(H_2O) = \frac{81,7}{18} = 4,539 \text{ моль}$$

$$\nu(H_2O + Cl_2O_7) = 4,539 + 0,1 = 4,639 \text{ моль}$$

$$\chi(HClO_4) = \frac{0,2}{4,639} * 100\% = 4,311\%$$

$$m_{\text{р-ра}} = 50 * 1,13 = 56,5 \text{ г}$$

$$m(HClO_4) = \frac{56,5 * 20,1}{100} = 11,3565 \text{ г}$$

$$\nu(HClO_4) = \frac{11,3565}{100,5} = 0,113 \text{ моль}$$

$$\text{Из уравнения (2) } \nu(NaOH) = 0,113 * 40 = 4,52 \text{ г}$$

$$m_{\text{р-ра}}(NaOH) = \frac{4,52 * 100}{10} = 45,2 \text{ г}$$

$$V_{\text{р-ра}}(NaOH) = \frac{45,2}{1,11} = 40,72 \text{ г / мл}$$

9.

$$\omega(C) = 100\% - 9,43\% = 90,57\%$$

$$\omega(\text{ЭЭ}) = \frac{n * Ar * 100\%}{M_{\text{в-ва}}}$$

$$M_{\text{в-ва}} = \frac{n * Ar * 100\%}{\omega}$$

Расчет по водороду:

$$M_{\text{в-ва}} = \frac{y * 1 * 100\%}{9,43\%} = \frac{100y}{9,43}$$

Расчет по углероду:

$$M_{\text{в-ва}} = \frac{x * 12 * 100\%}{90,57\%} = \frac{1200x}{90,57}$$

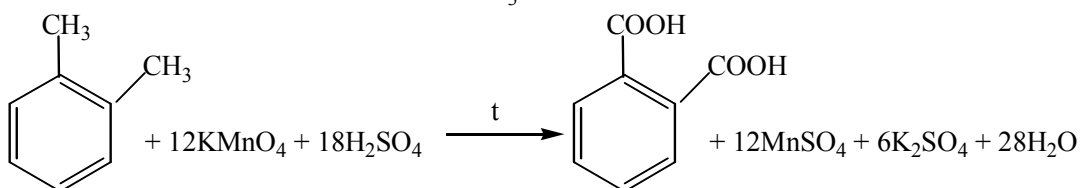
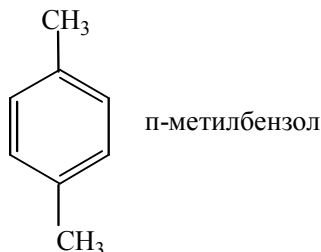
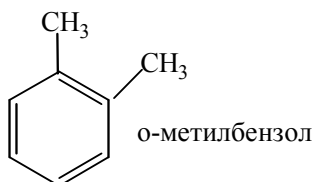
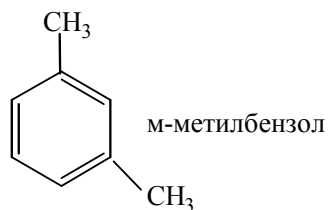
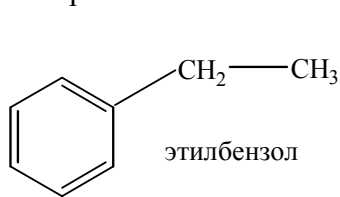
$$\frac{100y}{9,43} = \frac{1200x}{90,57}$$

$$9057y = 11316x$$

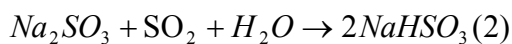
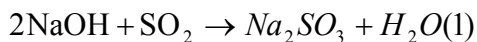
$$\frac{x}{y} = \frac{9057}{11316} = \frac{3019}{3772} = \frac{8}{10}$$

Следовательно C_8H_{10}

Изомеры:



10.



$$\nu(\text{SO}_2) = \frac{4,48}{22,4} = 0,2 \text{ моль}$$

$$m(\text{NaOH}) = \frac{120 \cdot 10\%}{100\%} = 12 \text{ г}$$

$$m(\text{SO}_2) = 0,2 \cdot 64 = 12,8 \text{ г}$$

$$\nu(\text{NaOH}) = \frac{12}{40} = 0,3 \text{ моль}$$

По уравнению реакции (1) $\nu(\text{NaOH}):\nu(\text{SO}_2)=2:1$, по условию задачи

$\nu(\text{NaOH}):\nu(\text{SO}_2)=0,3:0,2=1,5:1$, следовательно SO_2 находится в избытке и расчет ведем по NaOH .

$$\nu_{\text{обр}}(\text{Na}_2\text{SO}_3) = 0,15 \text{ моль}$$

$$\nu_{\text{прор}}(\text{SO}_2) = 0,15 \text{ моль}$$

$$\nu_{\text{ост}}(\text{SO}_2) = 0,2 - 0,05 = 0,05 \text{ моль}$$

По уравнению реакции (2) $\nu(\text{Na}_2\text{SO}_3):\nu(\text{SO}_2)=1:1$, по условию задачи

$\nu(\text{Na}_2\text{SO}_3):\nu(\text{SO}_2)=0,15:0,05=3:1$, следовательно Na_2SO_3 находится в избытке и расчет ведем по SO_2 .

По уравнению реакции (2) $\nu_{\text{обр}}(\text{NaHCO}_3)=0,1$ моль, $\nu_{\text{прор}}(\text{Na}_2\text{CO}_3)=0,05$ моль,

$$\nu_{\text{ост}}(\text{SO}_2)=(0,15-0,05)=0,1 \text{ моль}$$

$$m_{\text{обр}}(\text{NaHCO}_3)=0,1 \cdot 104=10,4 \text{ г}$$

$$m_{\text{ост}}(\text{Na}_2\text{CO}_3)=0,1 \cdot 126=12,6 \text{ г}$$

$$m_{\text{обр. р-ра}}=m_{\text{р-ра}}(\text{NaOH})+m(\text{SO}_2)=120+12,8=132,8$$

$$\omega(\text{NaHCO}_3) = \frac{10,4}{132,8} * 100\% = 7,83\%$$

$$\omega(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{12,6}{132,8} * 100\% = 9,49\%$$

10 класс

Межрегиональная олимпиада по химии, вариант 10-1

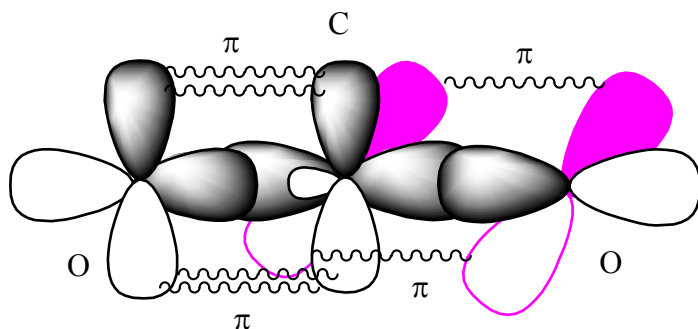
1. Изобразить схему перекрывания атомных орбиталей при образовании химических связей в молекуле углекислого газа, дать краткие пояснения.
2. Написать электронные формулы атома меди и иона Co^{3+} .
3. а) Написать уравнения диссоциации следующих электролитов в водных растворах: Na_2SO_4 , H_2S . Указать слабый электролит или стадию диссоциации, соответствующую слабому электролиту.
б) Написать уравнения гидролиза следующих солей в ионном и молекулярном виде: CuSO_4 , Na_2CO_3 .

Написать уравнения реакций, соответствующих следующей последовательности химических превращений:

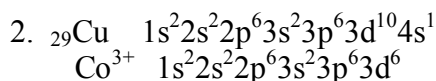
4. $\text{SrCO}_3 \rightarrow \dots \rightarrow \text{CO} \rightarrow \text{CO}_2$;
5. $\text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{FeSO}_4 \rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$;
6. ацетат калия \rightarrow метан $\rightarrow \dots \rightarrow$ уксусный альдегид \rightarrow этанол. Каждый этап может быть осуществлен в одну или несколько стадий. Указать условия осуществления процессов.
7. Написать уравнения реакций, позволяющих синтезировать толуол из углерода, используя только неорганические вещества и полученные в предыдущих стадиях органические вещества. Указать условия проведения реакций.
8. 0,100 моль оксида азота, содержащего в составе 25,9 мас.% азота, растворили в 89,2 мл воды и получили раствор с плотностью 1,07 г/мл. Вычислить массовую и мольную доли растворенного вещества в полученном растворе.
9. Углеводород содержит в своем составе 14,3 мас.% водорода и имеет плотность по воздуху 1,45. Какой это углеводород? Привести структурную формулу его изомера. Написать уравнения реакций окисления этого углеводорода нейтральным и кислым раствором перманганата калия.
10. Молярное отношение иодида и сульфата калия в смеси солей составляет 1,5:1, а общее число атомов в смеси солей равно числу Авогадро. Какая масса иода может быть получена при обработке этой смеси солей избытком кислого раствора перманганата калия.

Ключ к варианту №10-1

1.

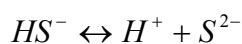
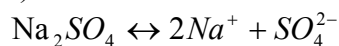


Атом углерода в молекуле CO_2 находится в sp -гибридном состоянии.

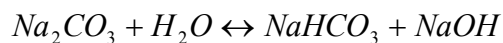
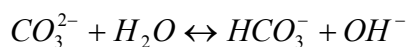
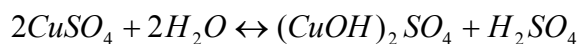
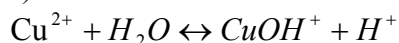


3.

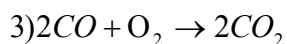
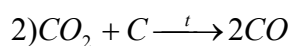
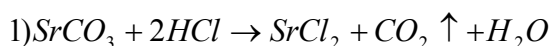
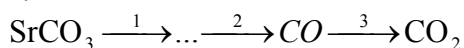
a)



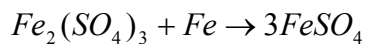
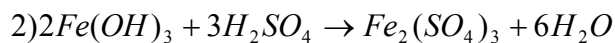
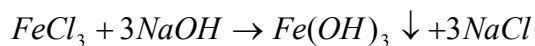
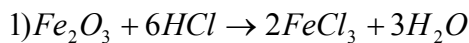
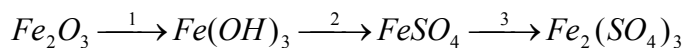
б)



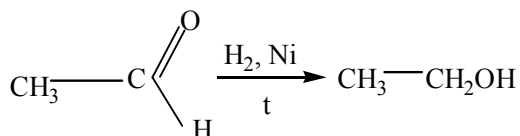
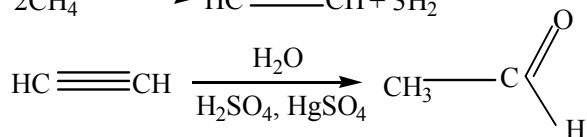
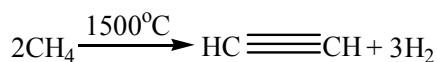
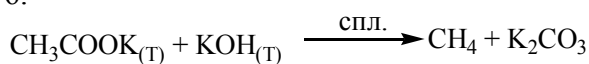
4.



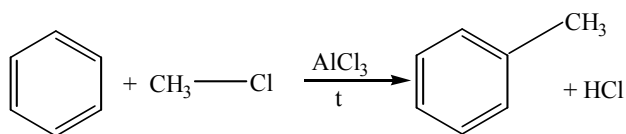
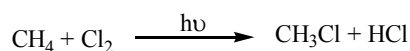
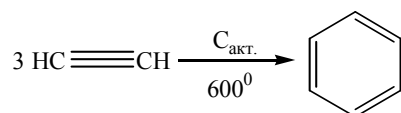
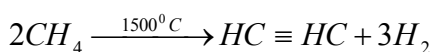
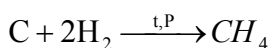
5.



6.



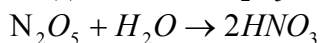
7.



8.

 N_xO_y

$$x : y = \frac{\omega(\text{N})}{\text{Ar}(\text{N})} : \frac{\omega(\text{O})}{\text{Ar}(\text{O})} = \frac{\omega(\text{N})}{\text{Ar}(\text{N})} : \frac{1 - \omega(\text{N})}{\text{Ar}(\text{O})} = \frac{25,9\%}{14} : \frac{74,1\%}{16} = 1,85 : 4,63 = 1 : 2,5 = 2 : 5$$

Следовательно N_2O_5 

$$\omega(\text{HNO}_3) = \frac{m(\text{HNO}_3)}{m(\text{H}_2\text{O}) + m(\text{N}_2\text{O}_5)} = \frac{M(\text{HNO}_3) * 2\nu(\text{N}_2\text{O}_5)}{V(\text{H}_2\text{O}) * \rho(\text{H}_2\text{O}) + M(\text{N}_2\text{O}_5) * \nu(\text{N}_2\text{O}_5)}$$

$$\omega(\text{HNO}_3) = \frac{63 * 2 * 0,1}{89,2 * 1 + 108 * 0,1} = \frac{12,6}{100} = 0,126 \text{ или } 12,6\%$$

$$\chi(\text{HNO}_3) = \frac{\nu(\text{HNO}_3)}{\nu(\text{N}_2\text{O}_5) + \nu(\text{H}_2\text{O})} = \frac{2\nu(\text{N}_2\text{O}_5)}{\nu(\text{N}_2\text{O}_5) + \frac{V(\text{H}_2\text{O}) * \rho(\text{H}_2\text{O})}{M(\text{H}_2\text{O})}}$$

$$\chi(\text{HNO}_3) = \frac{2 * 0,1}{0,1 + \frac{89,2 * 1}{18}} = \frac{0,2}{5,056} = 0,03956 \text{ или } 3,956\%$$

9.



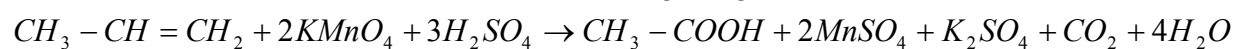
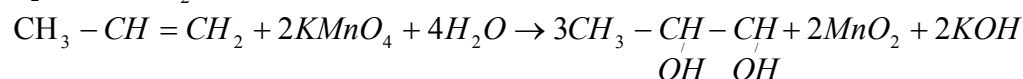
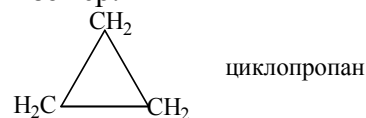
$$x : y = \frac{\omega(C)}{Ar(C)} : \frac{\omega(H)}{Ar(H)} = \frac{100 - \omega(H)}{Ar(C)} : \frac{\omega(H)}{Ar(H)} = \frac{100 - 14,3}{12} : \frac{14,3}{1} = \frac{85,7}{12} : 14,3 = 7,14 : 14,3 = 1 : 2$$

$(CH_2)_n$; CH_2 – эмпирическая формула

$$n = \frac{M((CH_2)_n)}{M(CH_2)} = \frac{M_{\text{возд}} * D_{\text{возд}}((CH_2)_n)}{M(CH_2)} = \frac{29 * 1,45}{14} = 3$$

C_3H_6 – молекулярная формула $CH_3 - CH = CH_2$ – пропен

Изомер:



10.

$v(K_2SO_4) = x$, тогда $v(KI) = 1,5x$

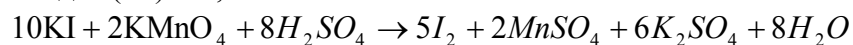
число атомов в K_2SO_4 равно $7 * v(K_2SO_4) * N_A$, а число атомов в KI равно $2 * v(KI) * N_A$, тогда $7 * v(K_2SO_4) * N_A + 2 * v(KI) * N_A = N_A$

$$7x + 2 * 1,5x = 1$$

$$10x = 1$$

$$x = 0,1 \text{ моль}$$

Тогда $v(KI) = 0,15$ моль



По уравнению реакции $v(I_2) = 0,075$ моль

$$m = v * M$$

$$m(I_2) = 0,075 * 254 = 19,05 \text{ г.}$$

Межрегиональная олимпиада по химии, вариант 10-2

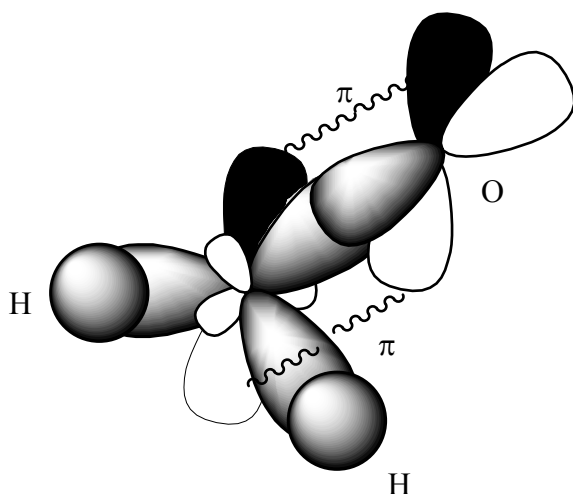
1. Изобразить схему перекрывания атомных орбиталей при образовании химических связей в молекуле формальдегида, дать краткие пояснения.
2. Написать электронные формулы атома титана и иона S^{2-} .
3. а) Написать уравнения диссоциации следующих электролитов в водных растворах: $BaBr_2$, $NaHSO_4$. Указать слабый электролит или стадию диссоциации, соответствующую слабому электролиту.
б) Написать уравнения гидролиза следующих солей в ионном и молекулярном виде: $ZnSO_4$, K_2S .

Написать уравнения реакций, соответствующих следующей последовательности химических превращений:

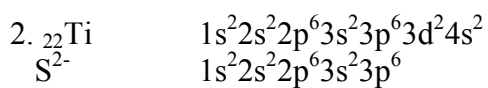
4. $\dots \rightarrow PH_3 \rightarrow PCl_5 \rightarrow HCl$;
5. $Al \rightarrow K_3[Al(OH)_6] \rightarrow Al(OH)_3 \rightarrow K_3AlO_3$;
6. карбид алюминия $\rightarrow \dots \rightarrow$ ацетилен $\rightarrow \dots \rightarrow$ этилбензол. Каждый этап может быть осуществлен в одну или несколько стадий. Указать условия осуществления процессов.
7. Написать уравнения реакций, позволяющих синтезировать этанол из углерода, используя только неорганические вещества и полученные в предыдущих стадиях органические вещества. Указать условия проведения реакций.
8. 0,100 моль оксида фосфора, содержащего в составе 43,7 мас.% фосфора, растворили в 85,8 мл теплой воды и получили раствор с плотностью 1,11 г/мл. Вычислить массовую и мольную доли растворенного вещества в полученном растворе.
9. Углеводород содержит в своем составе 10,0 мас.% водорода, имеет плотность по водороду 20, реагирует с аммиачным раствором оксида серебра, образуя осадок. Какой это углеводород? Написать уравнение названной реакции и уравнения реакций гидратации и жесткого окисления в растворе этого углеводорода.
10. 7,90 г перманганата калия привели во взаимодействие с 100 мл соляной кислоты, содержащей 30,0 мас.% HCl и имеющей плотность 1,15 г/мл. Выделившийся газ медленно пропустили через 300 г раствора иодида калия с массовой долей соли 15,0%. Найти массу выделившегося осадка.

Ключ к варианту №10-2

1.

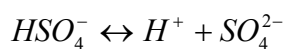


Атом углерода в молекуле формальдегида находится sp^2 гибридном состоянии.

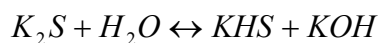
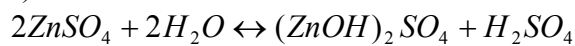


3.

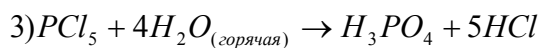
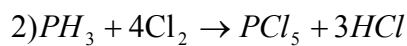
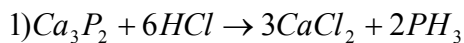
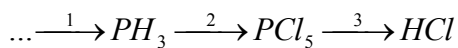
a)



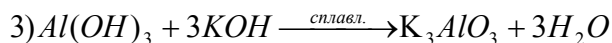
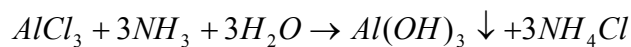
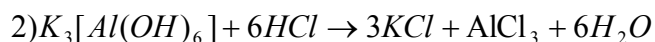
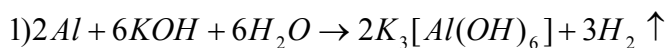
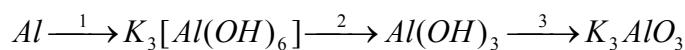
б)



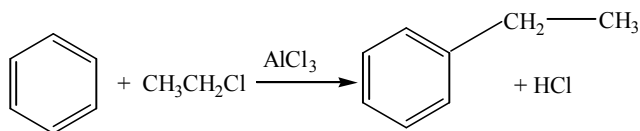
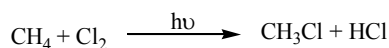
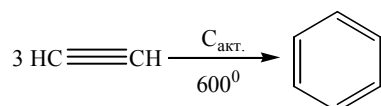
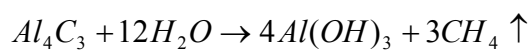
4.



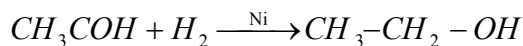
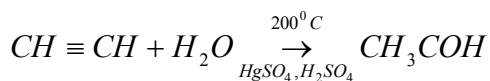
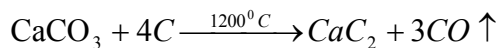
5.



6.



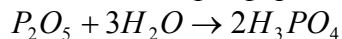
7.



8.

$$\nu(P) : \nu(O) = \frac{43,7}{31} : \frac{56,3}{16} = 1,4 : 3,51875 = 1 : 2,5 = 2 : 5$$

P_2O_5 – оксид фосфора



$$m(H_3PO_4) = 0,2 * 98 = 19,6\text{г}$$

$$m_{\text{п-ра}} = m(H_2O) + m(P_2O_5)$$

$$m(P_2O_5) = 0,1 * 142 = 14,2\text{г}$$

$$\omega(H_3PO_4) = \frac{19,6}{14,2 + 85,8} * 100 = \frac{19,6}{100} * 100 = 19,6\%$$

$$\nu(H_2O) = \frac{85,8}{18} = 4,77 \text{ моль}$$

$$n_{\text{проп}}(\text{H}_2\text{O}) = 0,3 \text{ моль}$$

$$n_{\text{ост}}(\text{H}_2\text{O}) = 4,77 - 0,3 = 4,47$$

$$\chi(\text{H}_3\text{PO}_4) = \frac{0,2}{0,2 + 4,47} * 100\% = 4,3\%$$

9.

$$\nu(\text{C}) : \nu(\text{H}) = \frac{90}{12} : \frac{10}{1} = 7,5 : 10 = 1 : 1,3 = 3 : 4$$

$$M(\text{C}_x\text{H}_y) = 20 * 2 = 40 \text{ г / моль}$$

Так как углеводород дает реакцию серебряного зеркала, то это алкин.

$$12n + n = 40$$

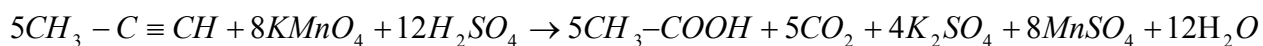
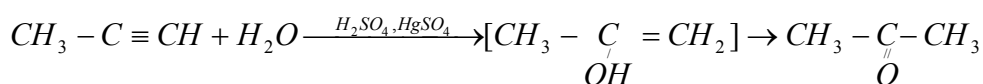
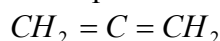
$$13n = 40$$

$$n = 3$$

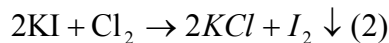
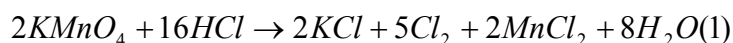
C_3H_4 – пропин



Изомеры



10.



$$\nu(\text{KMnO}_4) = \frac{7,9}{158} = 0,05 \text{ моль}$$

$$m_{\text{р-р}}(\text{HCl}) = 100 * 1,15 = 115 \text{ г}$$

$$m(\text{HCl}) = 115 * 0,3 = 34,5 \text{ г}$$

$$\nu(\text{HCl}) = \frac{34,5}{36,5} = 0,95 \text{ моль}$$

HCl – в избытке, расчет ведем по KMnO_4

$$\nu(\text{KMnO}_4) = 0,05 \text{ моль}$$

По уравнению реакции (1) $\nu(\text{Cl}_2) = 5 * 0,05 / 2 = 0,125 \text{ моль}$.

$$m(\text{KI}) = \frac{m_{\text{р-ра}}(\text{KI}) * \omega(\text{KI})}{100\%} = \frac{300 * 15}{100} = 45 \text{ г}$$

$$\nu(\text{KI}) = \frac{45}{166} = 0,271 \text{ моль}$$

KI – в избытке, расчет ведем по Cl_2

По уравнению реакции (2) $\nu(\text{I}_2) = 0,125 \text{ моль}$

$$m(\text{I}_2) = \nu(\text{I}_2) * M(\text{I}_2) = 254 * 0,125 = 31,75 \text{ г}$$

9 класс

Межрегиональная олимпиада по химии, вариант 9-1

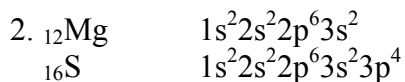
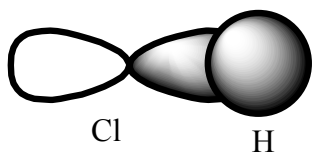
1. Изобразить схему перекрывания атомных орбиталей при образовании химической связи в молекуле хлороводорода, дать краткие пояснения.
2. Написать электронные формулы атомов магния и серы.
3. Написать уравнения диссоциации следующих электролитов в водных растворах: Na_2SO_4 , H_2S . Указать слабый электролит или стадию диссоциации, соответствующую слабому электролиту

Написать уравнения реакций, соответствующих следующей последовательности химических превращений:

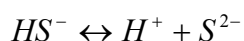
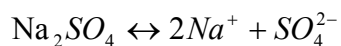
4. $\text{SrCO}_3 \rightarrow \dots \rightarrow \text{CO}$;
5. $\text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$;
6. едкий натр \rightarrow гидрокарбонат натрия \rightarrow углекислый газ. Указать условия осуществления процессов.
7. Написать уравнения реакций, позволяющих синтезировать серную кислоту из серы, располагая необходимыми веществами и катализаторами. Указать условия проведения реакций.
8. 0,100 моль оксида азота (V) растворили в 89,2 мл воды. Вычислить массовую долю растворенного вещества в полученном растворе.
9. 4,48 л (н.у.) хлороводорода растворили в 200 мл раствора соляной кислоты, содержащего 10,0 мас.% HCl и имеющего плотность 1,05 г/мл. Сколько мл раствора едкого натра, содержащего 10,0 мас.% растворенного вещества и имеющего плотность 1,11 г/мл, потребуется для нейтрализации полученного раствора кислоты.
10. Молярное отношение иодида и сульфата калия в смеси солей составляет 1,5:1, а общее число атомов в смеси солей равно числу Авогадро. Какова масса смеси солей?

Ключ к варианту №9-1

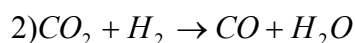
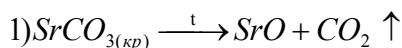
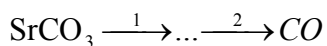
1.



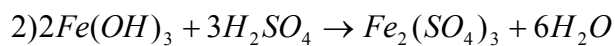
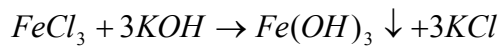
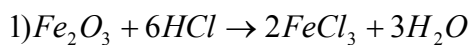
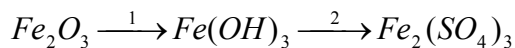
3.



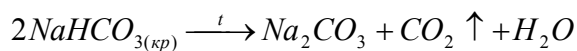
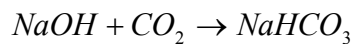
4.



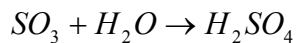
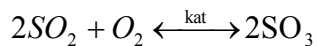
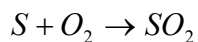
5.



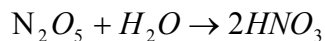
6.



7.



8.



$$m(\text{H}_2\text{O}) = \rho * V = 1 * 89,2 = 89,2 \text{ г}$$

$$m(\text{N}_2\text{O}_5) = \nu(\text{N}_2\text{O}_5) * M(\text{N}_2\text{O}_5) = 0,1 * 108 = 10,8 \text{ г}$$

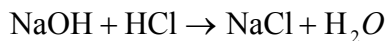
$$m_{\text{п-ра}} = m(\text{H}_2\text{O}) + m(\text{N}_2\text{O}_5) = 89,2 + 10,8 = 100 \text{ г}$$

По уравнению реакции $\nu(\text{HNO}_3) = 0,2$ моль

$$m(\text{HNO}_3) = \nu(\text{HNO}_3) * M(\text{HNO}_3) = 0,2 * 63 = 12,6 \text{ г}$$

$$\omega(\text{HNO}_3) = \frac{m(\text{HNO}_3)}{m_{\text{p-ра}}} * 100\% = \frac{12,6}{100} * 100\% = 12,6\%$$

9.



$$\nu(\text{HCl}) = \frac{V(\text{HCl})}{V_m} = \frac{4,48}{22,4} = 0,2 \text{ моль}$$

$$m_{\text{p-ра}}(\text{HCl}) = \rho_{\text{p-ра}}(\text{HCl}) * V_{\text{p-ра}}(\text{HCl}) = 1,05 * 200 = 210 \text{ г}$$

$$m(\text{HCl}) = \omega(\text{HCl}) * m_{\text{p-ра}}(\text{HCl}) = 0,1 * 210 = 21 \text{ г}$$

$$m(\text{HCl})_{\text{газ}} = \nu(\text{HCl}) * M(\text{HCl}) = 0,2 * 36,5 = 7,3 \text{ г}$$

$$m_{\text{общая}}(\text{HCl}) = 7,3 + 21 = 28,3 \text{ г}$$

$$\nu_{\text{общая}}(\text{HCl}) = \frac{28,3}{36,5} = 0,775 \text{ моль}$$

По уравнению реакции $\nu(\text{HCl}) = \nu(\text{NaOH}) = 0,775 \text{ моль}$

$$m(\text{NaOH}) = \nu(\text{NaOH}) * M(\text{NaOH}) = 0,775 * 40 = 31 \text{ г}$$

$$m_{\text{p-ра}}(\text{NaOH}) = \frac{m(\text{NaOH})}{\omega(\text{NaOH})} = \frac{31}{0,1} = 310 \text{ г}$$

$$V_{\text{p-ра}}(\text{NaOH}) = \frac{m_{\text{p-ра}}(\text{NaOH})}{\rho_{\text{p-ра}}(\text{NaOH})} = \frac{310}{1,11} = 279,3 \text{ мл}$$

10.

x моль KI + y моль K_2SO_4

число атомов (в молях) = $2x + 7y = 1$

Составляем систему уравнений:

$$\begin{cases} \frac{x}{y} = 1,5 \\ 2x + 7y = 1 \end{cases}$$

$$2 * 1,5y + 7y = 1$$

$$y = 0,1 = \nu(\text{K}_2\text{SO}_4)$$

$$x = 0,15 = \nu(\text{KI})$$

$$m(\text{KI}) = \nu(\text{KI}) * M(\text{KI}) = 0,15 * 166 = 24,9 \text{ г}$$

$$m(\text{K}_2\text{SO}_4) = \nu(\text{K}_2\text{SO}_4) * M(\text{K}_2\text{SO}_4) = 0,1 * 174 = 17,4 \text{ г}$$

$$m_{\text{смеси}} = m(\text{KI}) + m(\text{K}_2\text{SO}_4) = 24,9 + 17,4 = 42,3 \text{ г}$$

Межрегиональная олимпиада по химии, вариант 9-2

1. Изобразить схему перекрывания атомных орбиталей при образовании химической связи в молекуле хлора, дать краткие пояснения.
2. Написать электронные формулы атомов алюминия и кислорода.
3. Написать уравнения диссоциации следующих электролитов в водных растворах: MgSO_4 , H_2CO_3 . Указать слабый электролит или стадию диссоциации, соответствующую слабому электролиту

Написать уравнения реакций, соответствующих следующей последовательности химических превращений:

4. $\text{S} \rightarrow \text{SO}_2 \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_3$;
5. $\text{Al}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$;
6. нитрат меди \rightarrow оксид меди \rightarrow сульфат меди. Указать условия осуществления процессов.

7. Написать уравнения реакций, позволяющих синтезировать азотную кислоту из азота, располагая необходимыми веществами и катализаторами. Указать условия проведения реакций.

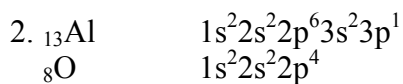
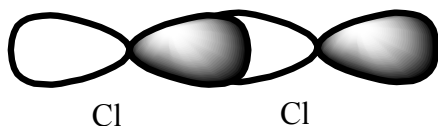
8. 0,100 моль оксида фосфора (V) растворили в 85,8 мл теплой воды. Вычислить массовую долю растворенного вещества в полученном растворе.

9. 4,48 л (н.у.) бромоводорода растворили в 200 мл раствора бромоводородной кислоты, содержащего 10,0 мас.% HBr и имеющего плотность 1,07 г/мл. Сколько мл раствора едкого натра, содержащего 10,0 мас.% растворенного вещества и имеющего плотность 1,11 г/мл, потребуется для нейтрализации полученного раствора кислоты.

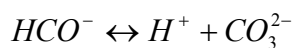
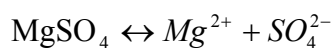
10. Молярное отношение бромида и сульфата натрия в смеси солей составляет 4:1, а общее число атомов в смеси солей в полтора раза больше числа Авогадро. Какова масса смеси солей?

Ключ к варианту №9-2

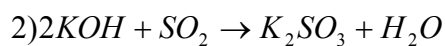
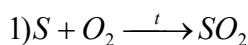
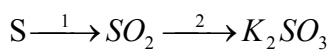
1.



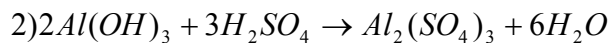
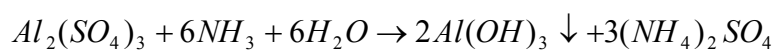
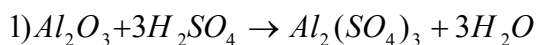
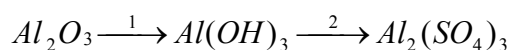
3.



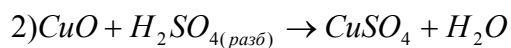
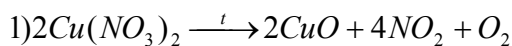
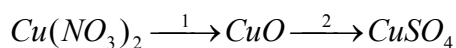
4.



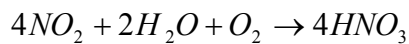
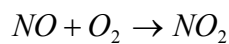
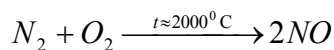
5.



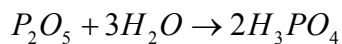
6.



7.



8.



$$m(\text{P}_2\text{O}_5) = v(\text{P}_2\text{O}_5) * M(\text{P}_2\text{O}_5) = 0,1 * 142 = 14,2 \text{ г}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = V(\text{H}_2\text{O}) * \rho(\text{H}_2\text{O}) = 85,8 * 1 = 85,8 \text{ г}$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{H}_2\text{O})}{M(\text{H}_2\text{O})} = \frac{85,8}{18} = 4,77 \text{ моль}$$

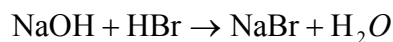
По уравнению реакции $\nu(\text{H}_3\text{PO}_4) = 2\nu(\text{P}_2\text{O}_5) = 2 \cdot 0,1 = 0,2$ моль

$$m(\text{H}_3\text{PO}_4) = \nu(\text{H}_3\text{PO}_4) \cdot M(\text{H}_3\text{PO}_4) = 0,2 \cdot 98 = 19,6 \text{ г}$$

$$m_{\text{р-ра}} = m(\text{P}_2\text{O}_5) + m(\text{H}_2\text{O}) = 14,2 + 85,8 = 100 \text{ г}$$

$$\omega(\text{H}_3\text{PO}_4) = \frac{m(\text{H}_3\text{PO}_4)}{m_{\text{р-ра}}} \cdot 100\% = \frac{19,6}{100} \cdot 100\% = 19,6\%$$

9.



$$\nu(\text{HBr})_{\text{газ}} = \frac{V(\text{HBr})}{V_m} = \frac{4,48}{22,4} = 0,2 \text{ моль}$$

$$m_{\text{р-ра}}(\text{HBr}) = \rho_{\text{р-ра}}(\text{HBr}) \cdot V_{\text{р-ра}}(\text{HBr}) = 1,07 \cdot 200 = 214 \text{ г}$$

$$m(\text{HBr}) = \omega(\text{HBr}) \cdot m_{\text{р-ра}}(\text{HBr}) = 0,1 \cdot 214 = 21,4 \text{ г}$$

$$\nu(\text{HBr}) = \frac{m(\text{HBr})}{M(\text{HBr})} = \frac{21,4}{81} = 0,264 \text{ моль}$$

$$\nu_{\text{общая}}(\text{HBr}) = \nu(\text{HBr})_{\text{газ}} + \nu(\text{HBr}) = 0,2 + 0,264 = 0,464 \text{ моль}$$

По уравнению реакции $\nu(\text{HBr}) = \nu(\text{NaOH}) = 0,464$ моль

$$m(\text{NaOH}) = \nu(\text{NaOH}) \cdot M(\text{NaOH}) = 0,464 \cdot 40 = 18,6 \text{ г}$$

$$m_{\text{р-ра}}(\text{NaOH}) = \frac{m(\text{NaOH})}{\omega(\text{NaOH})} = \frac{18,6}{0,1} = 186 \text{ г}$$

$$V_{\text{р-ра}}(\text{NaOH}) = \frac{m_{\text{р-ра}}(\text{NaOH})}{\rho_{\text{р-ра}}(\text{NaOH})} = \frac{186}{1,11} = 168 \text{ мл}$$

10.

x моль $\text{NaBr} + y$ моль Na_2SO_4

число атомов (в молях) $= 2x + 7y = 1,5$

Составляем систему уравнений:

$$\begin{cases} \frac{x}{y} = 4 \\ 2x + 7y = 1,5 \end{cases}$$

$$2 \cdot 4y + 7y = 1,5$$

$$y = 0,1 = \nu(\text{Na}_2\text{SO}_4)$$

$$x = 0,4 = \nu(\text{NaBr})$$

$$m(\text{NaBr}) = \nu(\text{NaBr}) \cdot M(\text{NaBr}) = 0,4 \cdot 103 = 41,2 \text{ г}$$

$$m(\text{Na}_2\text{SO}_4) = \nu(\text{Na}_2\text{SO}_4) \cdot M(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 0,1 \cdot 142 = 14,2 \text{ г}$$

$$m_{\text{смеси}} = m(\text{NaBr}) + m(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 41,2 + 14,2 = 55,4 \text{ г}$$