11 класс

1. Чему равна массовая доля серной кислоты в растворе, в котором числа атомов водорода и кислорода равны между собой? Какой объем 30%-ного (масс.) раствора с плотностью 1,22 г/мл можно приготовить из 100 г исходного раствора?

Решение

1. Пусть количество серной кислоты в растворе *x* моль, а количество воды – *y* моль. Тогда количество атомов водорода: $2x + 2y$; количество атомов кислорода: $4x + y$. Если числа атомов равны между собой, то равны и их количества, =>

$2x + 2y = 4x + y$

$y = 2x$

2. => Если в растворе находится 1 моль серной кислоты, то воды в нем 2 моль. Масса серной кислоты 98 г, масса воды 36 г, масса раствора – 134 г.

$$\omega(H_2SO_4) = {}^{98}/_{(98+36)} \cdot 100\% = 73{,}1\%$$

3. Пусть объем раствора, взятый для приготовления 30%-ного раствора равен *z* мл, тогда масса этого раствора равна $1{,}22 \cdot z$ (г). Масса серной кислоты в данном объеме раствора равна $(1{,}22\ z \cdot 0{,}3 = 0{,}366\ z)$ г. Поскольку 30%-ный раствор нужно приготовить из 100 г раствора исходного с ω = 73,1%, то масса серной кислоты в нем составит 73,1 г. =>

$0{,}366\ z = 73{,}1$

$z \approx 200$ (мл).

Критерии оценивания задания:

1. Найдена массовая доля кислоты в исходном растворе	5 баллов
2. Найден объем исходной кислоты, необходимый для приготовления 30%-ного раствора	5 баллов
Итого	**10 баллов**

2. Напишите уравнения реакций, соответствующих схеме. Укажите условия протекания реакций:

$$\mathbf{KClO_3 \rightarrow A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow KNO_3}$$

Вещества A, B, C, D содержат хлор, первые три превращения – окислительно-восстановительные.

Решение

$$2\,KClO_3 \xrightarrow[MnO_2]{t} 2\,KCl + 3\,O_2 \qquad A = KCl$$

$$2\,KCl \xrightarrow[\text{расплав}]{\text{эл.ток}} 2\,K + Cl_2 \qquad B = Cl_2$$

$$Cl_2 + H_2 \longrightarrow 2\,HCl \qquad C = HCl$$

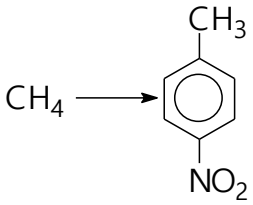
$$HCl + KOH \longrightarrow KCl + H_2O \qquad D = KCl$$

$$KCl + AgNO_3 \longrightarrow AgCl + KNO_3$$

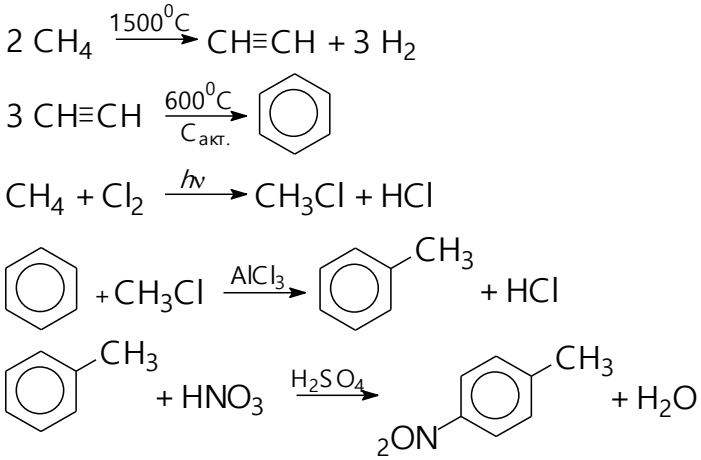
Критерии оценивания задания:

1. За каждое правильно угаданное вещество	по 1 баллу, всего 4 балла
2. За каждое правильно написанное уравнение	1 балл, всего 5 баллов
За указанные условия в уравнениях 1 и 2	по 0,5 балла, всего 1 балл
Итого	**10 баллов**

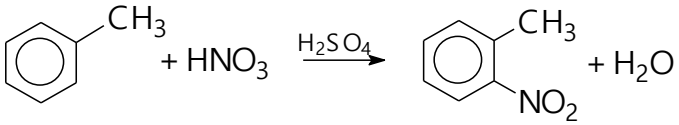
3. Осуществите превращение, используя только неорганические реагенты и полученные на предыдущих стадиях органические соединения. Укажите условия протекания реакций



Решение



В последней реакции наряду с *п*-изомером образуется *о*-изомер:



Критерии оценивания задания:

1. За каждое правильно написанное уравнение с 1 по 5	по 1 баллу, всего 5 баллов
2. За приведенное уравнение 6	2 балла
3. За каждое указанное условие протекания реакции	по 0,6 балла, всего 3 балла
Итого	**10 баллов**

4. 26,8 л оксида серы (объем измерен при 50 ^{0}C и давлении 50,0 кПа), молекула которого имеет массу $1{,}06 \cdot 10^{-22}$ г, полностью поглотили 571 мл 5,00 мас. % раствора едкого натра (плотность 1,05 г/мл). Найти число молей (количество вещества) каждого компонента полученного раствора, включая воду.

Решение

1. Молярная масса – масса 1 моль, => по формуле $M = m/\nu = m \cdot N_A/N$ молярная масса оксида серы:

$M(SO_x) = 1{,}06 \cdot 10^{-22} \cdot 6{,}02 \cdot 10^{23} \approx 64$ г/моль, => SO_2

2. По уравнению Менделеева-Клайперона количество оксида серы:

$PV = \nu RT, => \ \nu = PV/RT = 26{,}8 \cdot 50{,}0/8{,}31 \cdot 323 = 0{,}5$ моль

3. При взаимодействии диоксида серы с гидроксидом натрия возможно протекание следующих процессов:

$$SO_2 + 2\ NaOH \rightarrow Na_2SO_3 + H_2O$$

$$SO_2 + NaOH \rightarrow NaHSO_3$$

4. Масса раствора гидроксида натрия:

$m_{\text{раствора}} = 571 \cdot 1{,}05 \approx 600$ г

Масса гидроксида натрия:

$m_{NaOH} = 600 \cdot 0{,}05 = 30$ г

Количество гидроксида натрия:

$\nu_{NaOH} = 30/40 = 0{,}75$ моль

5. Из соотношения $\nu_{NaOH} : \nu_{SO_2} = 0{,}75 : 0{,}5$ => что в растворе образуются обе соли.

Пусть $\nu_{NaHSO_3} = x$, $\nu_{Na_2SO_3} = y$. Тогда:

$x + y = 0{,}5$

$x + 2y = 0{,}75$

$y = 0{,}25 = x$

6. Масса раствора после реакции:

$m_{\text{раствора}} = m_{\text{раствора } NaOH} + m_{SO_2} = 600 + 0{,}5 \cdot 64 = 632$ г

Массы солей:

$m_{NaHSO_3} = 0{,}25 \cdot 104 = 26$ г

$m_{Na_2SO_3} = 0{,}25 \cdot 126 = 31{,}5$ г

$m_{H_2O} = 632 - (26 + 31{,}5) = 574{,}5$ г

Количество воды:

$\nu_{H_2O} = 574{,}5/18 = 31{,}9$ моль

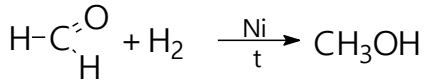
Критерии оценивания:

1. Найдена молярная масса оксида серы и определен оксид	2 балла
2. Рассчитано количество оксида серы	2 балла
3. Написано 2 уравнения реакции	по 0,5 балла за уравнение, всего 1 балл
4. Рассчитано количество гидроксида натрия	1 балл
5. Найдены количества обеих солей в растворе	2 балла
6. Рассчитано количество воды в растворе	2 балла
Итого	**10 баллов**

5. Газообразную смесь формальдегида и его гомолога общей массой 10,37 г смешали с избытком водорода и пропустили над нагретым никелевым катализатором. Полученная смесь при обработке избытком натрия выделяет 2,587 л водорода (объем измерен при н.у.). При нагревании с концентрированной серной кислотой смесь образует газообразное соединение, которое может присоединять 19,68 г брома. Определите формулу гомолога формальдегида.

Решение

1. Уравнения реакций гидрирования:



$$C_nH_{2n}O + H_2 \xrightarrow[t]{Ni} C_nH_{2n+1}OH$$

Уравнения реакций взаимодействия полученных спиртов с натрием:

$$2\,CH_3OH + 2\,Na \longrightarrow 2\,CH_3ONa + H_2$$

$$2\,C_nH_{2n+1}OH + 2\,Na \longrightarrow 2\,C_nH_{2n+1}ONa + H_2$$

Алкен образуется только при дегидратации спирта, полученного восстановлением гомолога формальдегида:

$$C_nH_{2n+1}OH \xrightarrow[t]{H_2SO_4\ конц} C_nH_{2n} + H_2O$$

Полученный алкен присоединяет бром:

$$C_nH_{2n} + Br_2 \longrightarrow C_nH_{2n}Br_2$$

2. $\nu\ (Br_2) = 19{,}68/160 = 0{,}123$ моль, =>

$\nu\ (C_nH_{2n}) = \nu\ (C_nH_{2n+1}OH) = \nu\ (C_nH_{2n}O) = 0{,}123$ моль

3. Количество водорода, выделившегося при взаимодействии спиртов с металлическим натрием:

$\nu(H_2) = 2{,}587/22{,}4 = 0{,}1155$ моль, =>

Количество водорода, выделившегося при взаимодействии гомолога формальдегида с металлическим натрием:

$\nu(H_2) = 0{,}123/2 = 0{,}0615$ моль, =>

Количество формальдегида:

$\nu(CH_2O) = (0{,}1155 - 0{,}0615) \cdot 2 = 0{,}108$ моль

4. Масса формальдегида:

$m(CH_2O) = 0{,}108 \cdot 30 = 3{,}24$ г, =>

Масса гомолога формальдегида равна:

$m(C_nH_{2n}O) = 10{,}37 - 3{,}24 = 7{,}13$ г, =>

$M(C_nH_{2n}O) = 7{,}13/0{,}123 = 58$ г/моль

$M(C_nH_{2n}O) = 12n + 2n + 16 = 58$

$n = 3$, => CH_3CH_2CHO – пропаналь.

Критерии оценивания:

1. Написаны уравнения реакций гидрирования	по 1 баллу, всего 2 балла
2. Написаны уравнения взаимодействия полученных спиртов с натрием	по 1 баллу, всего 2 балла
3. Сделан вывод о том, что алкен образуется только при восстановлении гомолога формальдегида и написано уравнение дегидратации	по 1 баллу, всего 2 балла
4. Написана реакция бромирования алкена и рассчитано его количество	1 балл
5. Рассчитано количество формальдегида	1 балл
6. Найдена масса формальдегида	1 балл
7. Рассчитана молярная масса гомолога формальдегида, написана формула и дано его название	1 балл
Итого	**10 баллов**

10 класс

1. К 200 г раствора нитрата цинка, содержащего 20 масс. % растворенного вещества, добавили 40 г кристаллогидрата этой соли. Концентрация растворенного вещества в полученном растворе стала равной 27,27 масс. %. Установите формулу кристаллогидрата.

Решение

1. Масса нитрата цинка в исходном растворе:

$m(Zn(NO_3)_2 = 200 \cdot 0{,}2 = 40$ г

2. Масса полученного раствора:

$m(\text{раствора}) = 200 + 40 = 240$ г

Масса нитрата цинка в полученном растворе:

$m(Zn(NO_3)_2 = 240 \cdot 0{,}2727 = 65{,}448$ г

3. Масса сухой соли в 40 г кристаллогидрата $Zn(NO_3)_2 \cdot xH_2O$:

$m(Zn(NO_3)_2 = 65{,}448 - 40 = 25{,}448$ г

Масса воды в 40 г кристаллогидрата:

$m(H_2O) = 40 - 25{,}448 = 14{,}552$ г

4. Количество сухой соли в 40 г кристаллогидрата:

$\nu(Zn(NO_3)_2 = 25{,}448/189 = 0{,}135$ моль

Количество воды в 40 г кристаллогидрата:

$\nu(H_2O) = 14{,}552/18 = 0{,}808$ моль

Соотношение количеств сухой соли и воды в кристаллогидрате:

$\nu(Zn(NO_3)_2 : \nu(H_2O) = 0{,}135 : 0{,}808 = 1 : 6$, =>

$$Zn(NO_3)_2 \cdot 6\,H_2O$$

Критерии оценивания:

1. Написана формула нитрата цинка	1 балл
2. Найдена масса нитрата цинка в исходном растворе	1 балл
3. Найдена масса полученного раствора	1 балл
4. Найдена масса нитрата цинка в полученном растворе	1 балл
5. Найдена масса сухой соли в 40 г кристаллогидрата и ее количество	2 балла
6. Найдена масса воды в 40 г кристаллогидрата и ее количество	2 балла
7. Рассчитано соотношение количеств соли и воды	1 балл
8. Написана формула кристаллогидрата	1 балл
Итого	**10 баллов**

2. Напишите уравнения реакций, позволяющих осуществить следующие превращения:

$$Fe_2O_3 \longrightarrow \ldots \longrightarrow FeCl_2 \longrightarrow Fe(OH)_2 \longrightarrow Fe(OH)_3 \longrightarrow KFeO_2$$

Решение

1) $Fe_2O_3 + 6\,HCl \longrightarrow 2\,FeCl_3 + 3\,H_2O$

2) $2\,FeCl_3 + Fe \xrightarrow{H^+} 3\,FeCl_2$

3) $FeCl_2 + 2\,NaOH \longrightarrow Fe(OH)_2 + 2\,NaCl$

4) $4\,Fe(OH)_2 + O_2 + H_2O \longrightarrow 4\,Fe(OH)_3$

5) $Fe(OH)_3 + KOH \xrightarrow{\text{сплав.}} KFeO_2 + 2\,H_2O$

Критерии оценивания:

1. За каждое правильно написанное уравнение по 2 балла, всего 10 баллов

Итого **10 баллов**

3. Предложите способ получения 3,4-диметил-3-хлоргексана из этана с использованием любых, необходимых вам, реагентов.

Решение

1) $CH_3{-}CH_3 + Cl_2 \xrightarrow{h\nu} CH_3{-}CH_2Cl + HCl$

2) $2\,CH_3{-}CH_2Cl + 2\,Na \xrightarrow{\text{сплавл.}} CH_3{-}CH_2{-}CH_2{-}CH_3 + 2\,NaCl$

3) $CH_3{-}CH_2{-}CH_2{-}CH_3 + Cl_2 \xrightarrow{h\nu} CH_3{-}\underset{\underset{Cl}{|}}{C}H{-}CH_2{-}CH_3 + HCl$

4) $2\,CH_3{-}CH_2{-}\underset{\underset{CH_3}{|}}{C}H{-}Cl + 2\,Na \xrightarrow{\text{сплавл.}} CH_3{-}CH_2{-}\underset{\underset{CH_3}{|}}{C}H{-}\underset{\underset{CH_3}{|}}{C}H{-}CH_2{-}CH_3 + 2\,NaCl$

5) $CH_3{-}CH_2{-}\underset{\underset{CH_3}{|}}{C}H{-}\underset{\underset{CH_3}{|}}{C}H{-}CH_2{-}CH_3 + Cl_2 \xrightarrow{h\nu} CH_3{-}CH_2{-}\overset{\overset{Cl}{|}}{\underset{\underset{CH_3}{|}}{C}}{-}\overset{\overset{CH_3}{|}}{C}H{-}CH_2{-}CH_3 + HCl$

Критерии оценивания:

Каждое уравнение с указанными условиями 2 балла

без условий 1 балл

Итого **10 баллов**

Допускается написание **первых двух** уравнений с применением свернутых молекулярных формул.

4. В колбу, содержащую 200 мл 10%-ного (масс.) раствора соляной кислоты (плотность 1,05 г/мл), поместили сначала навеску карбоната калия, затем – магния. Часть магния не растворилась. Суммарная масса содержимого колбы после окончания процессов оказалась на 12,0 г меньше массы всех исходных веществ. Найдите массовые доли солей в полученном растворе.

Решение

1. Поскольку магний не прореагировал полностью, то ему не хватило раствора соляной кислоты, она прореагировала полностью:

$\nu(HCl) = \frac{200 \cdot 1{,}05 \cdot 0{,}1}{36{,}5} = 0{,}575$ моль

2. Пусть число молей прореагировавшего карбоната калия равно *x*, а число молей прореагировавшего калия – у. Уравнения протекающих реакций:

$$K_2CO_3 + 2HCl \rightarrow 2KCl + CO_2 + H_2O$$

x моль 2*x* моль 2*x* моль *x* моль

$$Mg + 2HCl \rightarrow MgCl_2 + H_2$$

у моль 2у моль у моль у моль

Число молей соляной кислоты, прореагировавшей с карбонатом калия – 2*x*, а с магнием - 2 у. Составим 1-е уравнение системы:

2x + 2y = 0,575

Уменьшение массы колбы в ходе реакции произошло за счет выделения водорода и углекислого газа. Их суммарная масса равна:

44x + 2y = 12,0

Решим полученную систему:

42x = 11,425

x = 0,272

y = 0,016

3. Масса раствора после реакции:

m = $m_{раствора}$ (HCl) + m(K_2CO_3) + m(Mg) – 12,0 = 200 · 1,05 + 0,272 ·138 + 0,016 · 24 – 12,0 = 235,92 г

$$\omega(KCl) = \frac{2 \cdot 0{,}272 \cdot 74{,}5}{235{,}92} = 0{,}172$$

$$\omega(MgCl_2) = \frac{0{,}016 \cdot 95}{235{,}92} = 0{,}0064$$

Критерии оценивания задания:

1. Найдено количество соляной кислоты	0,5 балла
2. Написаны уравнения реакций	по 1 баллу, всего 2 балла
3. Определены количества всех участников и продуктов реакции	1 балл
4. Указано, что уменьшение массы произошло за счет выделения газов	0,5 балла
5. Составлена и решена система уравнений	3 балла
6. Найдена масса конечного раствора	1 балл
7. Рассчитаны массовые доли продуктов	по 1 баллу, всего 2 балла
Итого	**10 баллов**

5. При сгорании 1 л (н.у.) газообразного углеводорода, обесцвечивающего раствор перманганата калия, расходуется 4,5 л (н.у.) кислорода и образуется при этом 3 л (н.у.) углекислого газа. Определите молекулярную формулу углеводорода. Напишите уравнение реакции углеводорода с водным раствором перманганата калия.

Решение

1. Уравнение реакции горения углеводорода:

$$C_xH_y + (2x+0{,}5y)/2\ O_2 \rightarrow xCO_2 + y/2\ H_2O$$

Поскольку в условии сказано, что углеводород газообразный, то указанные объемы дают коэффициенты в данном уравнении реакции:

$$C_xH_y + 4{,}5\ O_2 \rightarrow 3\ CO_2 + y/2\ H_2O$$

Из уравнения видно, что $x = 3$, тогда $y/2 = 4{,}5 \cdot 2 - 6 = 3$

$$y = 6$$

Следовательно, газообразный углеводород – пропен или циклопропан. Но циклопропан не обесцвечивает водный раствор перманганата калия, => это пропен.

2.Уравнение окисления пропена водным раствором перманганата калия:

$$3\ CH_2{=}CH{-}CH_3 + 2\ KMnO_4 + 4\ H_2O \longrightarrow 3\ \underset{OH}{\underset{|}{C}}H_2{-}\underset{OH}{\underset{|}{C}}H{-}CH_3 + 2\ MnO_2 + 2\ KOH$$

Критерии оценивания:

1. Написано общее уравнение горения углеводородов	2 балла
2. С использованием объемов газов, указанных в условии, выведена формула	4 балла
3. Обосновано, что искомый углеводород – пропен	2 балла
4. Написано уравнение окисления, расставлены коэффициенты	2 балла
При написании уравнения в виде схемы	0,5 балла
Итого	**10 баллов**

9 класс

1. Минерал изумруд $xBeO \cdot yAl_2O_3 \cdot zSiO_2$ имеет массовые доли элементов: 5,06% Be, 10,05% Al, 31,49% Si (остальное кислород). Найдите значения коэффициентов *x, y, z* и запишите формулу изумруда.

Решение

1. Если изумруда 100 г, то масса кислорода в нем:

$m(O) = 100 - (5{,}06 + 10{,}05 + 31{,}49) = 53{,}4$ г

2. Найдем количества всех элементов, входящих в состав бериллия:

$\nu(Be) = 5{,}06/9 = 0{,}56$ моль

$\nu(Al) = 10{,}05/27 = 0{,}37$ моль

$\nu(Si) = 31{,}49/28 = 1{,}12$ моль

$\nu(O) = 53{,}4/16 = 3{,}34$ моль

3. Найдем количества оксидов:

$\nu(BeO) = \nu(Be) = 0{,}56$ моль

$\nu(Al_2O_3) = \nu(Al)/2 = 0{,}37/2 = 0{,}185$ моль

$\nu(SiO_2) = \nu(Si) = 1{,}12$ моль

4. Проверка по кислороду:

$\nu(O) = \nu(BeO) + 3\nu(Al_2O_3) + 2\nu(SiO_2) = 0{,}56 + 3 \cdot 0{,}185 + 2 \cdot 1{,}12 = 3{,}36$ моль (не сошлось с 3,34 очевидно из-за округления масс элементов**). Проверка по кислороду может быть сделана, исходя из общей молекулярной формулы.**

5. Соотнесем количества оксидов и выведем формулу минерала:

$\nu(BeO) : \nu(Al_2O_3) : \nu(SiO_2) = 0{,}56 : 0{,}185 : 1{,}12 = 3 : 1 : 6$, => **$3\ BeO \cdot Al_2O_3 \cdot 6\ SiO_2$ либо $Be_3Al_2Si_6O_{18}$**

Критерии оценивания:

1. Найдена масса кислорода и количества всех элементов	по 0,5 балла, всего 2,5 балла
2. Найдены количества оксидов	по 1 баллу, всего 3 балла
3. Сделана проверка по кислороду	1,5 балла
4. Соотнесены количества оксидов	2 балла
5. Приведена формула изумруда в любом виде	1 балл
Итого	**10 баллов**

2. Проведите мыслительный эксперимент. Представьте, что вам выдали известняк и соляную кислоту. Требуется, не расходуя никаких других веществ, получить не менее 8 новых веществ, среди которых должны быть 4 газа, из них 2 горючих, и две растворимых соли. Напишите уравнения соответствующих реакций, укажите условия их протекания.

Решение

1) $CaCO_3 + 2\,HCl \longrightarrow CaCl_2 + CO_2\uparrow + H_2O$

2) $CaCO_3 \xrightarrow{t} CaO + CO_2\uparrow$

3) $CaO + H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2$

4) $Ca(OH)_2 + CO_2 \longrightarrow CaCO_3 + H_2O$

5) $CaCO_3 + H_2O + CO_2 \longrightarrow Ca(HCO_3)_2$

6) $2\,H_2O \xrightarrow{i} 2\,H_2 + O_2$

7) $CaCl_2 \xrightarrow[\text{расплав}]{i} Ca + Cl_2$

8) $H_2 + Cl_2 \xrightarrow{t(h\nu)} 2\,HCl$

9) $Cl_2 + H_2O \xrightarrow{0\,^0C} HCl + HClO$

10) $Cl_2 + 2\,Ca(OH)_2 \xrightarrow{0\,^0C} \underbrace{Ca(ClO)_2 + CaCl_2}_{\text{хлорная известь}} + 2\,H_2O$

Критерии оценивания:

1. Принимаются любые 8 из предложенных или других реакций (уравнения 4 и 5 – способ получения 1 соли – гидрокарбоната кальция), с учетом, что получено 4 газа, из них 2 горючих (H_2, O_2) и 2 любых растворимых соли.
2. За каждое правильно написанное уравнение по 1 баллу, всего 8 баллов (получение гидрокарбоната кальция считать за 1 уравнение)
3. За правильно указанные условия протекания реакции по 0,25 балла, всего 2 балла

Итого **10 баллов**

3. Осуществите следующие превращения:

$$Si \longrightarrow SiO_2 \longrightarrow Na_2SiO_3 \longrightarrow H_2SiO_3 \longrightarrow SiO_2 \longleftarrow SiH_4$$

Решение

1) $Si + O_2 \xrightarrow{t} SiO_2$

2) $SiO_2 + 2\,NaOH \xrightarrow{\text{сплавление}} Na_2SiO_3 + H_2O$

3) $Na_2SiO_3 + 2\,HCl \longrightarrow H_2SiO_3 + 2\,HCl$

4) $H_2SiO_3 \longrightarrow SiO_2 + H_2O$

5) $SiH_4 + 2\,O_2 \longrightarrow SiO_2 + 2\,H_2O$

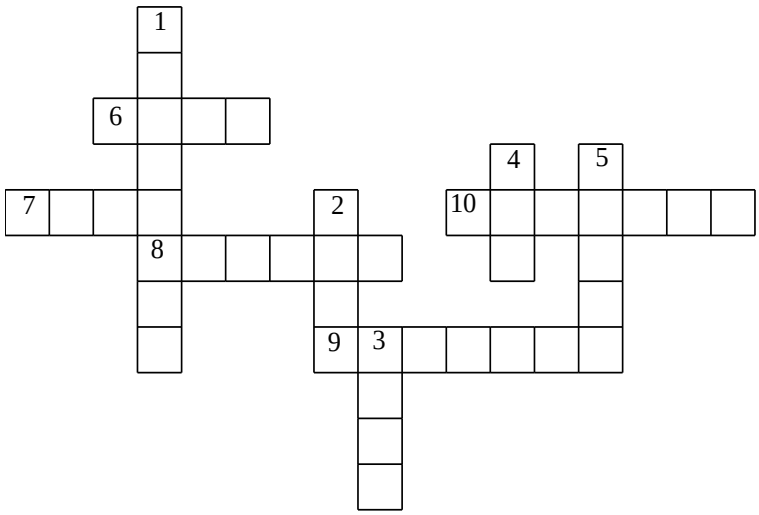
Критерии оценивания:

1. За каждое правильно написанное уравнение с указанными условиями 2 балла
   условия не указаны или указаны неправильно 1 балл

Итого **10 баллов**

4. Разгадайте кроссворд, в котором зашифрованы названия некоторых химических элементов.

1. Это один из элементов, существование которых было предсказано Д.И. Менделеевым. Открыт элемент в 1886 г. химиком К. Винклером в одной их европейских стран, в честь которой и получил свое название.



2. Название данного металла происходит от латинского слова, обозначающего бельмо или белый налет. Руды, содержащие металл, использовали с самых древних времен в Греции, Риме, Индии и Китае для изготовления латуни.

3. Данный элемент открыт в XVIII веке пневмохимиками, занимавшимися изучением состава воздуха. Его название в переводе с греческого означает «безжизненный». Символ элемента был взят от латинского названия нитрогениум, означающего «селитрообразующий».

4. Этот элемент был открыт в 1808 г. одновременно французами Л. Тенаром и Ж. Гей-Люсаком и англичанином Г. Дэви. Название элемента происходит от соединения бура, известного со средних веков, в составе которого его и открыли.

5. Карбонат этого металла использовали в древнем Египте для стирки белья. Получали карбонат вышелачиванием золы растений, поэтому называли его «растительной щелочью». Выделить металл в чистом виде удалось в 1807 г. Г. Дэви при электролизе расплава безводного карбоната.

6. Этот металл был открыт французским химиком Л. Вокленом при изучении минерала крокоита, широко распространенного на Урале. Название элемента в переводе с греческого означает «цвет, краска» по причине ярких цветов, свойственных его соединениям, большинство которых являются токсичными, особенно в степени окисления +6.

7. В природе этот элемент находится как в виде соединений, так и в самородном состоянии. В древней Греции и Италии вместе с углем этот элемент применяли в качестве пиротехнического средства, а также его использовали для изготовления красок и при обработке тканей. На Руси современное название элемента известно с древности. Этим словом называли самые разнообразные вещества: смолы, горючие, дурно пахнущие.

8. Минералы, образованные данным элементом, известны человеку с давних пор. Это галит (каменная соль), мирабилит (глауберова соль), чилийская селитра и др. Открыт элемент также в 1807 г. Г. Дэви электролизом расплава одной из его солей.

9. Этот металл широко распространен в природе, поскольку входит в состав многих минералов, в основном, сульфатных и карбонатных пород, одним из которых является алебастр. В чистом виде металл получили в 1808 г. Г. Дэви и независимо от него И. Берцелиус и М. Понтин.

10. Соединения данного металла VIII группы использовали еще в древнем Египте для изготовления синих стекол, эмалей и красок. Открыл данный металл в 1735 г. шведский химик Г. Брандт. Этот металл часто присутствует в метеоритах.

Решение

1. Германий. 2. Цинк. 3. Азот. 4. Бор. 5. Калий. 6. Хром. 7. Сера. 8. Натрий. 9. Кальций. 10. Кобальт.

Критерии оценивания:

1. За каждое правильное название	1 балл
Итого	**10 баллов**

5. Смесь двух газов прореагировала на солнечном свету со взрывом. Затем газообразный продукт реакции и избыток одного из газов пропустили через воду. Объем нерастворившегося газа составил 1,12 л. При исследовании этого газа оказалось, что он горит с образованием воды. Раствор, полученный после пропускания газообразного продукта реакции через воду, имел кислую реакцию среды. При обработке этого раствора нитратом серебра выпало 14,35 г белого осадка. Определите качественный и количественный состав исходной смеси.

Решение

1. Газ, который горит с образованием воды и мало растворим в воде – водород.

2. На солнечном свету со взрывом могут реагировать водород и кислород и водород и хлор. Видимо в смеси с водородом был хлор, т.к. образующийся при взрыве хлороводород хорошо растворяется в воде, дает кислую реакцию среды и с нитратом серебра образует белый осадок.

3. Уравнения реакций:

$$H_2 + Cl_2 \rightarrow 2\ HCl$$

$$HCl + AgNO_3 \rightarrow AgCl + HNO_3$$

4. $\nu(AgCl) = 14{,}35/143{,}5 = 0{,}1$ моль, =>

$\nu(HCl) = 0{,}1$ моль, =>

$\nu_{\text{прореагир.}}(H_2) = 0{,}05$ моль = $\nu(Cl_2)$

$\nu_{\text{ост.}}(H_2) = 1{,}12/22{,}4 = 0{,}05$ моль, =>

$\nu_{\text{общее}}(H_2) = 0{,}05 + 0{,}05 = 0{,}1$ моль

5. В исходной смеси находилось 1,12 л хлора и 2,24 л водорода.

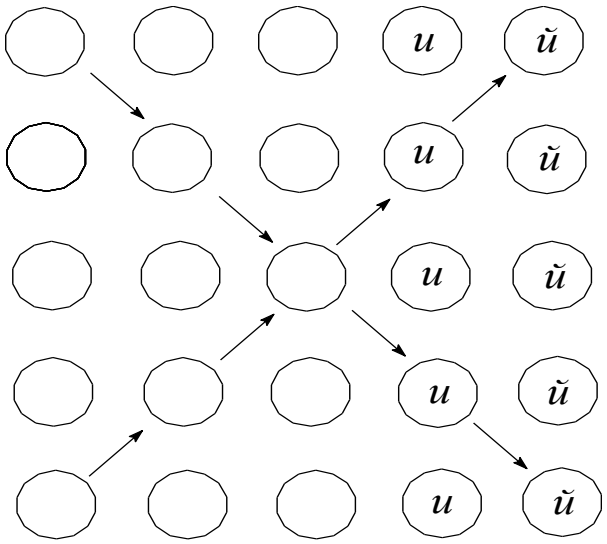
Критерии оценивания:

1. Определено, что газ, горящий с образованием воды, водород	2 балла
2. Аргументировано, что из двух возможных смесей, реагирующих на свету со взрывом, речь идет о смеси водорода и хлора	4 балла
Отсутствие аргументов	0 баллов
3. Найдено общее количество и объем водорода	2 балла
4. Найдено количество и объем хлора	2 балла
Итого	**10 баллов**

7 – 8 класс

1. Для решения этой головоломки впишите по горизонтали названия четырех металлов и название одного неметалла таким образом, чтобы по диагоналям можно было прочесть названия еще двух металлов.

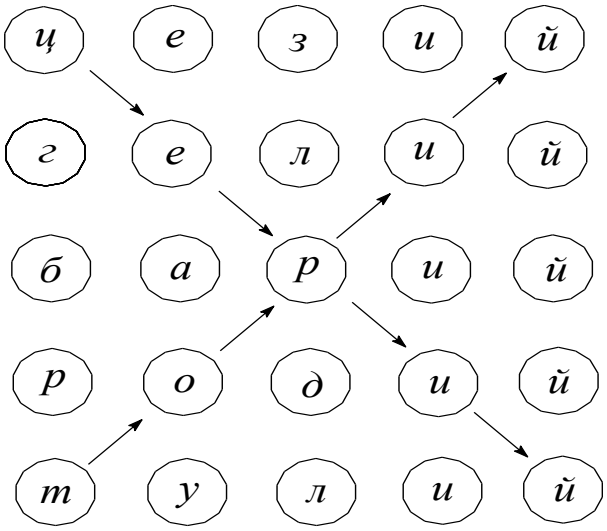
При этом названия всех семи химических элементов должны оканчиваться на –ИЙ.



Решение

По горизонтали: цезий, гелий, барий, родий, тулий.

По диагоналям: церий, торий.



Критерии оценивания:

За каждое правильно написанное по горизонтали название элемента	по 2 балла
Если названия написаны не в том порядке и по диагоналям правильные названия элементов не получились	по 0,5 баллов
Итого	**10 баллов**

2. Химическая номенклатура – это условная (и довольно сложная) система, по которой дается название данному соединению в соответствии с принадлежностью его к

определенному классу веществ. Одно и то же вещество в зависимости от выбора номенклатуры может называться по-разному.

Ниже в двух столбиках приведены названия некоторых распространенных химических соединений. Справа даны названия, принятые в химии, слева – принятые в технике, медицине или в быту. Подберите к техническим названиям веществ их «химические» синонимы.

1. Бертолетова соль	1. Оксид азота (I)
2. Бура	2. Карбонат натрия
3. Веселящий газ	3. Гидроксид натрия
4. Гематит	4. Декагидрат тетрабората натрия
5. Гипс	5. Декагидрат карбоната натрия
6. Известь негашеная	6. Карбонат калия
7. Известь хлорная	7. Хлорат калия
8. Нашатырный спирт	8. Гипохлорит кальция (основа)
9. Сода каустическая	9. Дигидрат сульфата кальция
10. Известь гашеная	10. Оксид кальция
	11. Гидрокси аммония (раствор)
	12. Гидроксокарбонат меди
	13. Гидроксид кальция
	14. Оксид железа (III)

Решение

1 – 7; 2 – 4; 3 – 1; 4 – 14; 5 – 9; 6 – 10; 7 – 8; 8 – 11; 9 – 3; 10 – 13.

Критерии оценивания:

За каждое правильно найденное соответствие	по 1 баллу
Итого	**10 баллов**

3. Химическая викторина. Ответьте на следующие вопросы:

1) Какой химический элемент сначала открыли на Солнце, а потом на Земле?
2) Какие простые вещества в нормальных условиях жидкие?
3) Какую синюю бумагу и каким образом можно мгновенно окрасить в красный цвет?
4) Как зажечь свечу или спиртовку без огня?
5) Как очистить яйцо, не разбивая скорлупы?
6) Какие химические элементы распространены в космосе?
7) Какой элемент является основой всего неорганического мира нашей планеты?
8) Какой русский химик был известным музыкантом?
9) Кто и когда в России организовал первую химическую лабораторию?
10) Какая вода становится мутной от дыхания?

Решение

1) Гелий;
2) Бром, ртуть;
3) Лакмусовую бумагу – кислотой;
4) С помощью сильного окислителя – белого фосфора или смеси перманганата калия и концентрированной серной кислоты;
5) Опустить яйцо в раствор разбавленной кислоты;

6) Водород и гелий;
7) Кремний, составляет 27,6% земной коры и является основным элементом в царстве минералов и горных пород, которые состоят исключительно из соединений кремния;
8) А.П. Бородин, 1833 – 1887 гг.
9) М.В. Ломоносов, 1748 г.
10) Известковая вода.

Критерии оценивания:

За каждый правильный полный ответ	1 балл
Если в ответах на вопросы 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9 указан только 1 ответ или нет объяснения, то ставится	0,5 балла
Итого	**10 баллов**

4. В галогениде некоторого металла IIA-группы массовая доля галогена равна 64,59%, а в оксиде того же металла массовая доля кислорода составляет 15,44%. Установите формулы оксида и галогенида.

Решение

1. Если масса оксида и галогенида 100 г, то масса металла в оксиде 84,56 г, а масса металла в галогениде – 35,41 г. Общая формула оксида МО, галогенида – $МГал_2$.
2. $\nu(O) = \nu(M) = 15{,}44/16 = 0{,}965$ моль, =>
$M(M) = 84{,}56/0{,}965 = 87{,}6$ г/моль, => Sr, => SrO.
2. Найдем формулу галогенида:
$\nu(\text{Гал}) = 2\nu(M) = 2 \cdot (35{,}41/87{,}6) = 0{,}808$ моль
$M(\text{Гал}) = 64{,}59/0{,}808 \approx 80$ г/моль, => Br, => $SrBr_2$

Критерии оценивания:

1. Написаны общие формулы оксида и галогенида	по 1 баллу, всего 2 балла
2. Выведена формула оксида	4 балла
3. Выведена формула галогенида	4 балла
Итого	**10 баллов**

5. Руда содержит 65% CoS и 27% CoAsS (остальное – пустая порода). Определите массу (кг) кобальта в 1 т руды. Напишите уравнения высокотемпературного обжига руды. Какой объем воздуха потребуется для обжига 1 т руды (объемная доля кислорода в воздухе 21%, при обжиге кобальта образуется Co_3O_4)?

Решение

1. В 1 т руды (1000 кг) масса CoS = 650 кг, масса (CoAsS) = 270 кг.
Количество указанных веществ:
$\nu(CoS) = 650/91 = 7{,}142857$ кМоль $= 7142{,}86$ моль
$\nu(CoAsS) = 270/166 = 0{,}16265$ кМоль $= 162{,}65$ моль
2. Количество кобальта:
$\nu(Co) = 7142{,}86 + 162{,}65 = 7305{,}51$ моль
3. Масса кобальта:
$m(Co) = 7305{,}51 \cdot 59 = 431025$ г ≈ 431 кг
4. $6\ CoS + 10\ O_2 \rightarrow 2\ Co_3O_4 + 6\ SO_2$

$12\ CoAsS + 29\ O_2 \rightarrow 4\ Co_3O_4 + 6\ As_2O_3 + 12\ SO_2$ (вариант As_2O_5 принять, если правильно написано уравнение).

5. Количество кислорода:

$\nu(O_2) = 7142{,}86 \cdot 10/6 + 162{,}65 \cdot 29/12 = 11904{,}77 + 393{,}07 = 12297{,}84$ моль

Объем кислорода:

$V(O_2) = 12297{,}84 \cdot 22{,}4 = 275471{,}616$ л $\approx 275{,}5$ м^3

Объем воздуха:

$V_{\text{возд.}} = 275{,}5 : 0{,}21 = 1311{,}9$ м^3

Критерии оценивания:

1. Рассчитано количество содержащих кобальт компонентов в руде	2 балла
2. Рассчитано количество кобальта и найдена его масса	3 балла
3. Написаны уравнения реакций	по 1 баллу, всего 2 балла
4. Рассчитан объем кислорода	2 балла
5. Рассчитан объем воздуха	1 балл
Итого	**10 баллов**