

ВОЗМОЖНЫЕ РЕШЕНИЯ ЗАДАНИЙ ОЛИМПИАДЫ 2014-2015 УЧЕБНОГО ГОДА

СОДЕРЖАНИЕ

1. РЕШЕНИЕ ЗАДАНИЙ ВТОРОГО (ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНОГО) ЭТАПА	2
1.1. Решение заданий Теоретического тура	2
1.1.1. Задания 9 класса	2
1.1.2. Задания 10 класса	6
1.1.3. Задания 11 класса	10
1.2. Решение заданий экспериментального тура	15
1.2.1. Задание 9 класса	15
1.2.2. Задание 10 класса	17
1.2.3. Задание 11 класса	19
2. РЕШЕНИЕ ЗАДАНИЙ ПЕРВОГО (ОТБОРОЧНОГО) ЭТАПА	21
2.1. Решение заданий итогового тура.....	21
2.1.1. Задания 9 класса	21
2.1.2. Задания 10 класса	24
2.1.3. Задания 11 класса	28
2.2. Решение заданий зачетного тура (первая волна)	32
2.2.1. Задания 9 класса	32
2.2.2. Задания 10 класса	32
2.2.3. Задания 11 класса	33
2.3. Решение заданий зачетного тура (вторая волна)	33
2.3.1. Задания 9 класса	33
2.3.2. Задания 10 класса	34
2.3.3. Задания 11 класса	35



1. РЕШЕНИЕ ЗАДАНИЙ ВТОРОГО (ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНОГО) ЭТАПА

1.1. Решение заданий Теоретического тура

1.1.1. Задания 9 класса

Задача №9-1

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

Основной элемент океана (А) – водород (H)

Основной элемент атмосферы (Б) – фтор (F)

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

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

Океан планеты состоит из фтороводорода – HF

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

Земная атмосфера	Атмосфера планеты
O ₂	F ₂
N ₂	N ₂
CO ₂	CF ₄
H ₂ O	HF
Схема дыхания	
$\begin{array}{c} \text{O}_2 \\ \text{H}_2\text{O}, \text{CO}_2 \end{array} \quad \begin{array}{c} \curvearrowright \\ \curvearrowleft \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{F}_2 \\ \text{HF}, \text{CF}_4 \end{array} \quad \begin{array}{c} \curvearrowright \\ \curvearrowleft \end{array}$

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

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

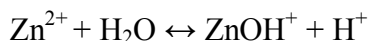
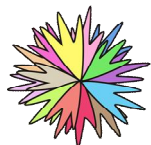
«Расщепляя с помощью лучистой энергии своего светила фтористый водород, как у нас на Земле воду (кислородистый водород), растения той планеты накапливали углеводы и выделяли свободный фтор, которым в смеси с азотом дышали люди и животные, получая энергию от сгорания углеводов во фторе. Животные и люди должны выдыхать фтористый углерод и фтористый водород. Подобный обмен веществ дает в полтора раза больше энергии, чем земной с его кислородной основой. Но большая активность фтора по сравнению с кислородом требует и более сильной радиации светила. Чтобы лучистая энергия была в состоянии расщепить молекулы фтористого водорода в растительном фотосинтезе, нужны не желто-зеленые лучи, как для воды, а лучи более мощных квант, голубые и фиолетовые. Очевидно, что светило чужих – голубая высокотемпературная звезда.»

Командир может быть опечален полученной информацией по нескольким причинам:

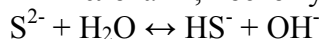
1. высокая активность фтора может вызывать активное разрушение земных материалов, а также повредить живые ткани землян.
2. Кислород может оказаться токсичным для инопланетян (как и фтор для землян).
3. Кислород (или вода) способен взаимодействовать со фтором, образуя OF₂
4. Океан чужой планеты разъедает стекло и разрушает почти все минералы, в состав которых входит кремний, а также ткани (кожу, кости) землян.

Задача №9-2

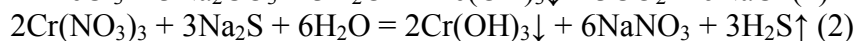
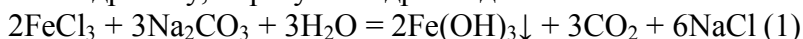
Все соли группы А образованы слабыми основаниями, и поэтому в растворах подвергаются гидролизу по катиону:



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



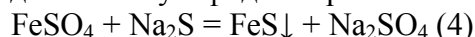
При взаимодействии солей группы А с группой Б процессы гидролиза должны приводить к образованию основных солей. Однако, катионы трехвалентных металлов, имеющие высокую склонность к гидролизу, образуют гидроксиды:



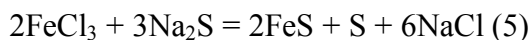
Катионы двухвалентных металлов в меньшей степени подвержены гидролизу, поэтому при действии карбоната натрия образуют основные сульфаты:



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

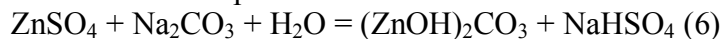


При взаимодействии FeCl_3 и Na_2S протекает окислительно-восстановительная реакция с образованием серы:

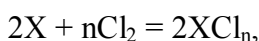


Группа Б Группа А	Сода	Сульфид натрия
Сульфат цинка	$(\text{ZnOH})_2\text{SO}_4$	ZnS
Железный купорос	$(\text{FeOH})_2\text{SO}_4$	FeS
Хлорид железа (III)	$\text{Fe}(\text{OH})_3$	$\text{Fe}(\text{OH})_3$
Нитрат хрома (III)	$\text{Cr}(\text{OH})_3$	$\text{Cr}(\text{OH})_3$

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



Задача №9-3



где n – степень окисления металла **X**.

$$m(\text{MCl}_n)_{\text{теорет}} = 100/0,9234 = 108,30 \text{ г}$$

Составим пропорцию:

$$1/n = 108,30/(2 \cdot (M + 35,5n))$$

$$M = 18,65n,$$

где M – молярная масса металла **X**.

При $n = 1$, $M = 18,65$, нет металла

$n = 2$, $M = 37,30$, нет металла

$n = 3$, $M = 55,95$, железо

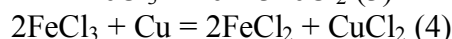
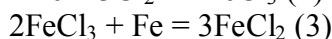
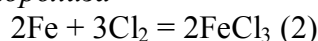
$n = 4$, $M = 74,60$, нет металла

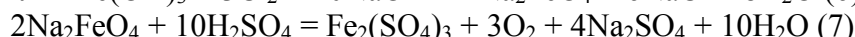
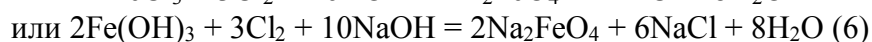
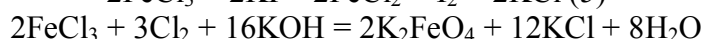
Соответственно **X – Fe**

Уравнения реакций:



*Зачитывается любая степень гидролиза





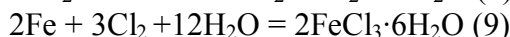
А – FeCl_3

Б – $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

В – FeCl_2

Г – Na_2FeO_4

Д – $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$

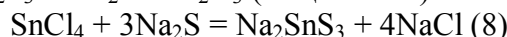
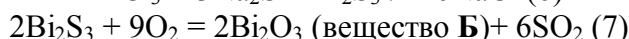
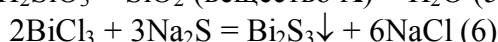
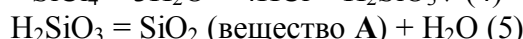
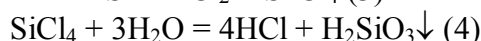
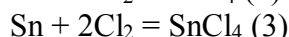
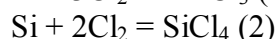
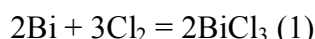


$$n(\text{PbO}_2) = n(\text{Cl}_2) = 1.5n(\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) = 1.5 \cdot 200 / 270.5 = 1.11 \text{ моль}$$

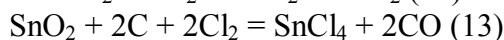
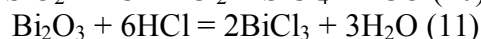
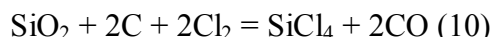
$$m(\text{PbO}_2) = M(\text{PbO}_2) \cdot n(\text{PbO}_2) = (207 + 16 \cdot 2) \cdot 1.11 = 265.3 \text{ г}$$

Задача №9-4

В состав Советского сплава входят щелочные металлы, которые являются очень реакционно-способными, поэтому данный сплав легко окисляется кислородом, а также взаимодействует с водой.



Сульфид олова необходимо обжечь в токе кислорода, для получения оксида, а из оксидов растворением в кислоте (для висмута) или прокаливанием с углем в атмосфере хлора возможно получение хлоридов:



$$\text{Si} \rightarrow \text{SiCl}_4: n(\text{Si}) = n(\text{SiCl}_4) = m(\text{SiCl}_4) / M(\text{SiCl}_4) = 0.20 / 170 = 0.0012 \text{ моль}$$

$$m(\text{Si}) = n(\text{Si}) \cdot M(\text{Si}) = 0.0012 \cdot 28 = 0.034 \text{ г}$$

$$w(\text{Si}) = 0.034 / 0.20 = 0.17 \text{ (17,0\%)}$$

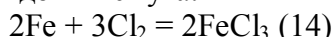
$$2\text{Bi} \rightarrow \text{Bi}_2\text{O}_3: n(\text{Bi}) = n(\text{Bi}_2\text{O}_3) / 2 = 1.02 / (466 / 2) = 0.0011 \text{ моль}$$

$$m(\text{Bi}) = 0.0011 \cdot 209 = 0.230 \text{ г}$$

$$w(\text{Bi}) = 0.230 / 0.500 = 0.46 \text{ (46,0\%)}$$

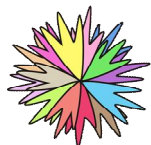
$$w(\text{Sn}) = 1 - 0.17 - 0.46 = 0.37 \text{ (37,0\%)}$$

При хлорировании железо образует хлорид, который при действии сульфида натрия образует осадок одновременно с хлоридом висмута:



Задача №9-5

Рассчитаем удельную теплоту сгорания (то есть теплоту в расчете на 1 г углеводорода):



$$Q_{\text{сгор}} (\text{кДж/г}) = Q_{\text{сгор}} (\text{кДж/моль}) / M (\text{г/моль}).$$

$$Q_{\text{сгор}} (\text{C}_3\text{H}_6) = 2100 \text{ кДж/моль} : 42 \text{ г/моль} = 50,0 \text{ кДж/г}$$

$$Q_{\text{сгор}} (\text{C}_4\text{H}_8) = 2700 \text{ кДж/моль} : 56 \text{ г/моль} = 48,2 \text{ кДж/г}$$

$$Q_{\text{сгор}} (\text{C}_5\text{H}_{10}) = 3300 \text{ кДж/моль} : 70 \text{ г/моль} = 47,1 \text{ кДж/г}$$

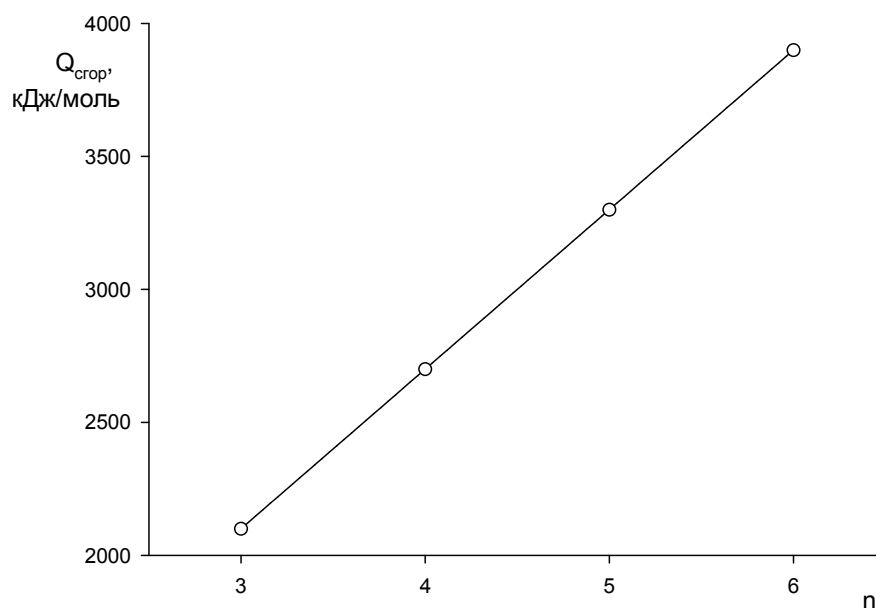
$$Q_{\text{сгор}} (\text{C}_6\text{H}_{12}) = 3900 \text{ кДж/моль} : 84 \text{ г/моль} = 46,4 \text{ кДж/г}$$

Молярные теплоты сгорания циклоалканов линейно зависят от числа атомов углерода в молекуле. При увеличении числа атомов на единицу молярная теплота сгорания увеличивается на 600 кДж / моль.

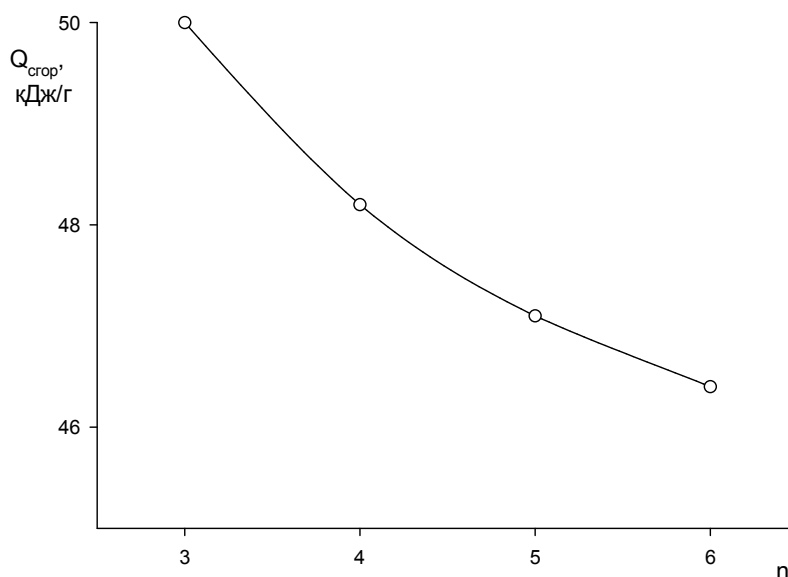
Математическое уравнение соответствующее данной закономерности:

$$Q_{\text{сгор}} = 300 + 600 \cdot n (\text{кДж / моль}),$$

где n – число атомов углерода в молекуле.



Удельная теплота сгорания циклоалканов нелинейно уменьшается с увеличением количества атомов углерода.

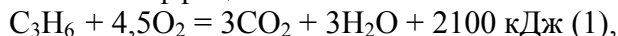




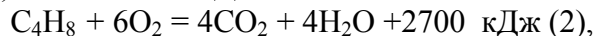
Для расчета теплоты образования используем следствие из закона Г.И. Гесса:

$$Q_{\text{реакц.}} = \sum n_j Q_{\text{образ.}}(\text{продуктов}) - \sum n_i Q_{\text{образ.}}(\text{исходных веществ}),$$

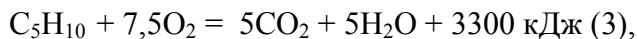
где n_i , n_j - стехиометрические коэффициенты



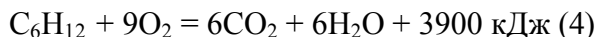
$$Q_{\text{обр}}(\text{C}_3\text{H}_6) = 3(393+286) - 2100 = -63 \text{ кДж/моль}$$



$$Q_{\text{образ}}(\text{C}_4\text{H}_8) = 16 \text{ кДж/моль.}$$



$$Q_{\text{образ}}(\text{C}_5\text{H}_{10}) = 95 \text{ кДж/моль.}$$



$$Q_{\text{образ}}(\text{C}_6\text{H}_{12}) = 174 \text{ кДж/моль.}$$

Заметим, что теплота образования циклоалканов величивается на 79 кДж/моль при увеличении числа атомов углерода на единицу.

Полученные данные позволяют определить теплоты сгорания и образования для циклооктана:

$$Q_{\text{сгор}} = 300 + 600 \cdot 8 = 5100 \text{ (кДж/моль).}$$

$$Q_{\text{сгор}} = 5100 \text{ кДж/моль} : 112 \text{ г/моль} = 45,5 \text{ кДж/г}$$

$$Q_{\text{образ.}} = 174 + 2 \cdot 79 = 337 \text{ кДж/моль}$$

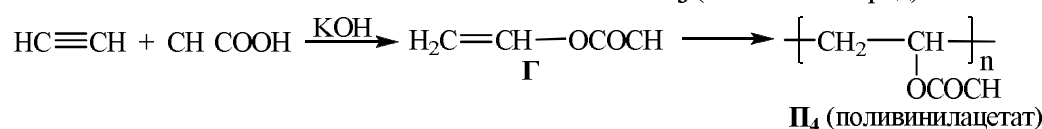
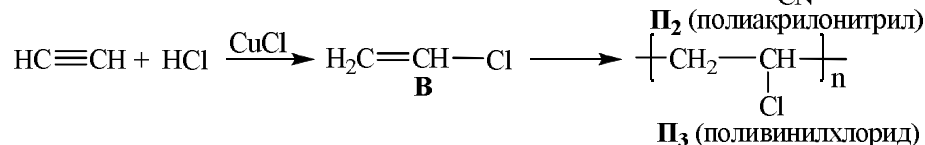
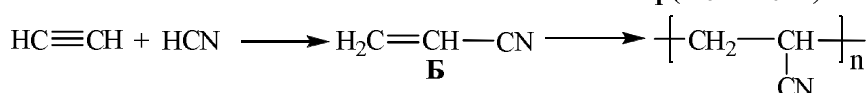
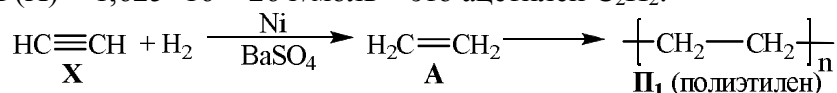
Заполним таблицу:

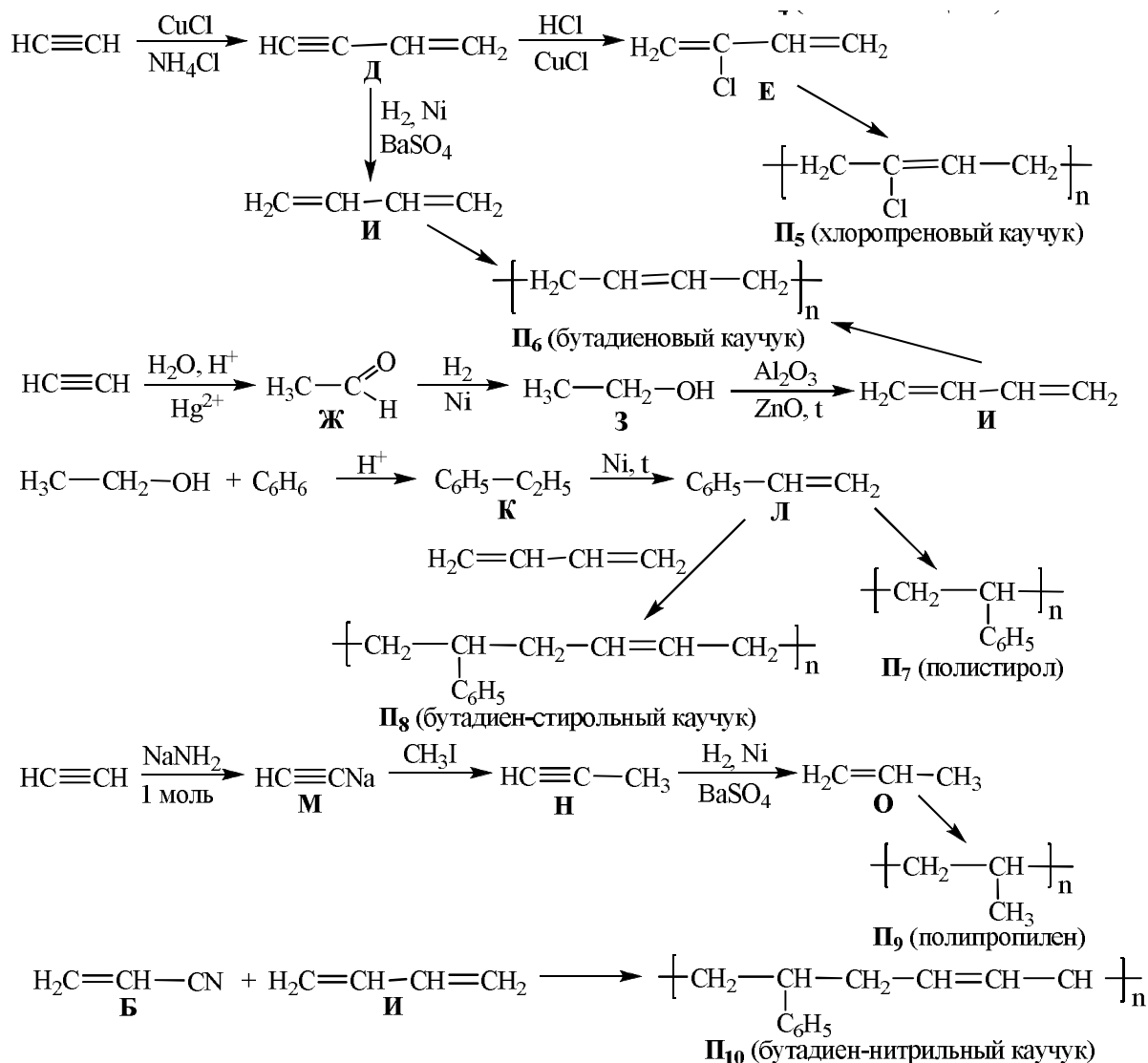
Вещество	$Q_{\text{сгор.}}$ кДж/моль	$Q_{\text{сгор.}}$ кДж/г	$Q_{\text{образ.}}$ кДж/моль
Циклопропан	2100	50,0	- 63
Циклобутан	2700	48,2	16
Циклопентан	3300	47,1	95
Циклогексан	3900	46,4	174
Циклооктан	5100	45,5	377

1.1.2. Задания 10 класса

Задача №10-1

$M(X) = 1,625 \times 16 = 26 \text{ г/моль}$ – это ацетилен C_2H_2 .





Одуванчик является одним из ближайших «родственников» кок-сагыза – растения произрастающего в Средней Азии и являющегося источником каучука для производства резины в СССР. Одуванчик содержит вязкий млечный сок, состав которого близок к натуральному каучуку.

Задача №10-2

Равновесие в сосуде устанавливается через 15 минут. Рассчитаем равновесные концентрации веществ в сосуде:

$$[\text{COCl}_2] = 0,20/2 = 0,10 \text{ моль/л}$$

$$[\text{CO}] = [\text{Cl}_2] = (0,56 - 0,2)/2 = 0,18 \text{ моль/л}$$

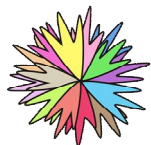
Запишем выражение константы равновесия данной реакции:

$$K_p = \frac{[\text{COCl}_2]}{[\text{CO}][\text{Cl}_2]} = \frac{0,1}{0,18^2} = 3,08$$

Вычислим константу скорости реакции при 500°C:

$$k = \frac{1}{t} \frac{n(\text{COCl}_2)_t}{n(\text{CO})_0(n(\text{CO})_0 - n(\text{COCl}_2)_t)}$$

$n(\text{CO})_0$ – начальное количество монооксида углерода, моль;



$n(\text{COCl}_2)_t$ – количество образовавшегося фосгена в момент времени t , моль

t , мин	k , мин ⁻¹ моль ⁻¹
5	0,066
10	0,066
15	0,066
среднее	0,066

Постоянство константы скорости реакции свидетельствует о том, что это реакция второго порядка.

Используя уравнение Вант-Гоффа определим константу реакции при 520 °С:

$$k_2 = k_1 * 3^{\frac{T_2 - T_1}{10}} = 0,066 * 3^{\frac{793 - 773}{10}} = 0,594$$

После удаления фосгена реакционная смесь имеет со-

став:

$[\text{CO}] = 0,18$ моль/л, $n(\text{CO}) = 0,36$ моль

$[\text{Cl}_2] = 0,18$ моль/л, $n(\text{Cl}_2) = 0,36$ моль

Запишем выражение для константы скорости реакции:

$$k_2 = \frac{1}{t} \frac{n(\text{COCl}_2)_t}{n(\text{CO})_0 (n(\text{CO})_0 - n(\text{COCl}_2)_t)} = 0,594$$

$$n(\text{COCl}_2)_t = \frac{k_2 t n(\text{CO})_0^2}{1 + k_2 t n(\text{CO})_0}$$

Через 10 минут: $n(\text{COCl}_2) = 0,245$ моль, $[\text{COCl}_2] = 0,123$ моль/л

$[\text{CO}] = [\text{Cl}_2] = 0,18 - 0,123 = 0,057$ моль/л

Вычисляем константу равновесия реакции при 520°С:

$$K_p = \frac{[\text{COCl}_2]}{[\text{CO}][\text{Cl}_2]} = \frac{0,123}{0,057^2} = 37,86$$

Константа скорости реакции увеличивается с ростом температуры, так как наблюдается увеличение скорости реакции. В первом приближении это можно объяснить увеличением скорости движения частиц и большей вероятностью их соударения.

Константа равновесия реакции увеличивается, это свидетельствует о том, что с ростом температуры равновесие смещается вправо. Чем больше значение константы равновесия, тем больше равновесная концентрация продуктов. Следовательно, равновесие смещено вправо (в сторону продуктов). Уменьшение константы равновесия свидетельствует об увеличении концентрации исходных веществ, по сравнению с продуктами, то есть смещению равновесия влево.

Подобное поведение константы равновесия характерно для эндотермических реакций.

Задача №10-3

Определим простейшую формулу углеводорода А:

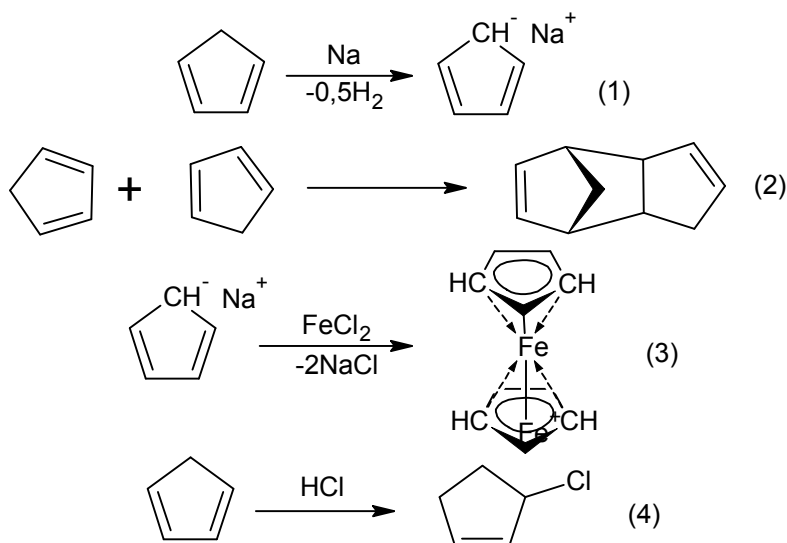
$\text{C}:\text{H} = 90,91/12 : 9,09/1 = 7,58 : 9,09 = 5 : 6$

Простейшая формула углеводорода C_5H_6 . $M(\text{C}_5\text{H}_6) = 12 \cdot 5 + 6 = 66$ г/моль.

Увеличение молярной массы углеводорода при хранении может быть связана с процессом димеризации: $M' = 66 \cdot 2 = 132$ г/моль. Из полученных данных следует, что истинная формула углеводорода А – C_5H_6 .

Так как для углеводорода А характерна спонтанная димеризация, характерная для реакций Дильса-Альдера, поэтому вещество А обладает свойствами сопряженного диена. Это – цикlopentadien.

Цикlopentadien обладает кислотными свойствами, а так же способен вступать в реакции 1,4-присоединения:



А – цикlopentadiен; В – цикlopentadiенил натрия;
С – ферроцен; D – 3-хлорциклопентен.

Цикlopentadiен обладает также восстановительными свойствами, поэтому способен вступать в реакцию серебряного зеркала. Данное свойство может быть использовано при изготовлении елочных игрушек.

Задача №10-4

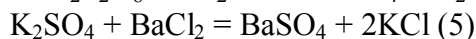
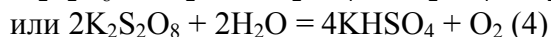
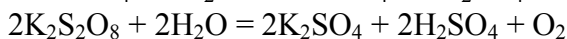
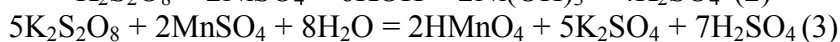
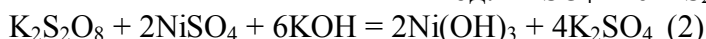
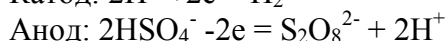
Определим строение вещества А. Очевидно, что оно содержит калий, и серосодержащий анион. Обозначим вещество А общей формулой K_xAn , где x – заряд аниона An . Тогда:
 $w(An) = 100 - 28,89 = 71,11\%$

$$K:An = 28,89/39 : 71,11/M = 0,741 : 71,11/M$$

Если $K : An = 1:1$, то $M = 96$ г/моль, однако аниона SO_4^- не существует

Если $K : An = 2:1$, то $M = 192$ г/моль, что соответствует аниону $S_2O_8^{2-}$

Получаем что соединение А – $K_2S_2O_8$



А – пероксодисульфат калия ($K_2S_2O_8$);

Б – водород;

В – гидроксид никеля (III);

Г – марганцевая кислота.

Д – кислород

По закону Фарадея получаем:

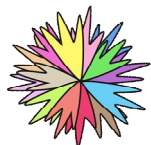
$$n(K_2S_2O_8) = I \cdot t / (z \cdot F) = 4 \cdot 45 \cdot 60 / (2 \cdot 96485) = 0,056 \text{ моль}$$

$$m(K_2S_2O_8) = 270 \cdot 0,056 = 15,11 \text{ г.}$$

Расчет можно провести исходя из количества выделившегося водорода:

$$n(H_2) = n(K_2S_2O_8) = 1,255/22,4 = 0,056 \text{ моль}$$

После охлаждения полученного раствора:

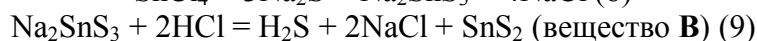
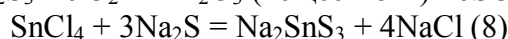
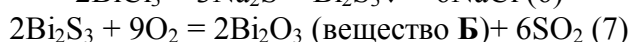
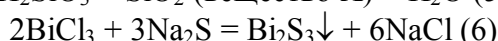
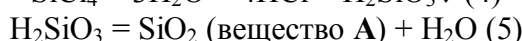
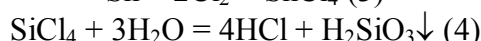
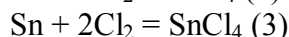
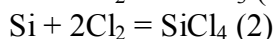
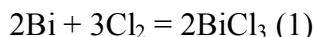


$$m(K_2S_2O_8 \text{ в растворе}) = 1,7 \cdot 400 / 100 = 6,8 \text{ г.}$$

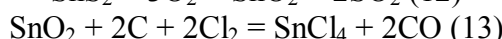
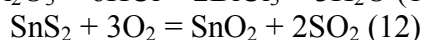
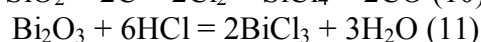
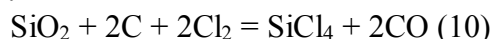
$$m(K_2S_2O_8 \text{ в осадке}) = 15,11 - 6,8 = 8,31 \text{ г.}$$

Задача №10-5

В состав Советского сплава входят щелочные металлы, которые являются очень реакционноспособными, поэтому данный сплав легко окисляется кислородом, а также взаимодействует с водой.



Сульфид олова необходимо обжечь в токе кислорода, для получения оксида, а из оксидов растворением в кислоте (для висмута) или прокаливанием с углем в атмосфере хлора возможно получение хлоридов:



$$Si \rightarrow SiCl_4: n(Si) = n(SiCl_4) = m(SiCl_4) / M(SiCl_4) = 0,20 / 170 = 0,0012 \text{ моль}$$

$$m(Si) = n(Si) \cdot M(Si) = 0,0012 \cdot 28 = 0,034 \text{ г}$$

$$w(Si) = 0,034 / 0,20 = 0,17 \text{ (17,0\%)}$$

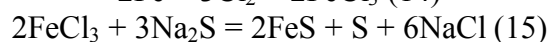
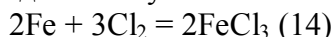
$$2Bi \rightarrow Bi_2O_3: n(Bi) = n(Bi_2O_3) / 2 = 1,02 / (466 \cdot 2) = 0,0011 \text{ моль}$$

$$m(Bi) = 0,0011 \cdot 209 = 0,230 \text{ г}$$

$$w(Bi) = 0,230 / 0,500 = 0,46 \text{ (46,0\%)}$$

$$w(Sn) = 1 - 0,17 - 0,46 = 0,37 \text{ (37,0\%)}$$

При хлорировании железо образует хлорид, который при действии сульфида натрия образует осадок одновременно с хлоридом висмута:



1.1.3. Задания 11 класса

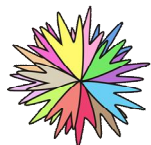
Задача №11-1

По понижению температуры замерзания определяем молярную массу А:

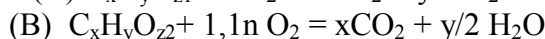
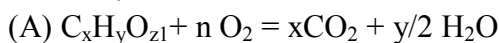
$$\Delta t_{\text{замерзания}} = 1,86 \times C_m$$

$$C_m = \frac{2}{M \cdot 0,098}$$

$$M(A) = \frac{2}{0,098} \cdot \frac{1,86}{\Delta t} = 150 \text{ г / моль}$$



Молекулы **A** и **B** содержат одинаковые количества углерода и водорода, так как образуются равные количества CO_2 и равные количества воды при их сгорании. Пусть их молекулярные формулы: **A** – $\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_{z1}$, **B** – $\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_{z2}$, где x, y, z_1, z_2 – целые положительные числа. Уравнения сгорания веществ **A** и **B**:



Число атомов кислорода в левой и правой части для каждого уравнения равны:

$$z_1 + 2n = 2x + y/2$$

$$z_2 + 2,2n = 2x + y/2.$$

Отсюда $z_1 - z_2 = 0,2n$ тоже целое число, т.е. n кратно 5.

Пусть $n=5$, тогда $z_1 - z_2 = 1$, соединение **B** содержит на 1 атом кислорода меньше. Молярная масса соединения **B** должна быть $150 - 16 = 134$ г/моль.

Из условий представленных выше:

$$z_1 = 2x + y/2 - 10$$

$$M(A) = 12x + y + 16z_1 = 44x + 9y - 160.$$

$$44x + 9y - 160 = 150, \text{ где } x \text{ и } y - \text{целые положительные.}$$

$$y = (310 - 44x)/9 \geq 1$$

$$x \leq 6,8.$$

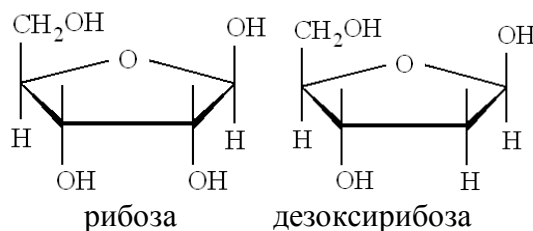
Подбором получаем единственное решение $x=5, y=10$.

Тогда $z_1 = 2x + y/2 - 10 = 5$. Формула **A** – $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_5$

Формула **B** – $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_4$

Предполагая $n=10$, получаем $z_1 = 2x + y/2 - 20$ и уравнение $44x + 9y - 320 = 150$, которое не имеет решения при условии, что x и y целые положительные.

A и **B** – моносахариды. Наибольшее биологическое значение имеют D-рибоза и D-дезоксирибоза. Циклические формы β -D-рибозы и β -D-дезоксирибозы (фрагменты) входят в состав нуклеиновых кислот.

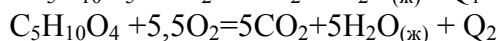
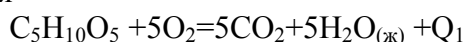


Понижение температуры замерзания для 3%-ного водного раствора дезоксирибозы

$$\Delta t = 1,86 \cdot \frac{3}{M \cdot 0,097} = 1,86 \cdot \frac{3}{134 \cdot 0,097} = 0,429$$

, температура замерзания $-0,429^\circ\text{C}$.

Уравнения реакций сгорания



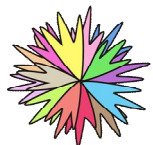
$$Q_1 = 47 \text{ кДж} \cdot \frac{150 \text{ г / моль}}{32} = 2350 \text{ кДж / моль}$$

$$Q_2 = 50,6 \text{ кДж} \cdot \frac{134 \text{ г / моль}}{2,682} = 2530 \text{ кДж / моль}$$

По закону Гесса:

$$Q_1 = 5 \cdot Q_{обр}(\text{CO}_2) + 5 \cdot Q_{обр}(\text{H}_2\text{O}) - Q_{обр}(\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_5)$$

$$Q_2 = 5 \cdot Q_{обр}(\text{CO}_2) + 5 \cdot Q_{обр}(\text{H}_2\text{O}) - Q_{обр}(\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_4),$$

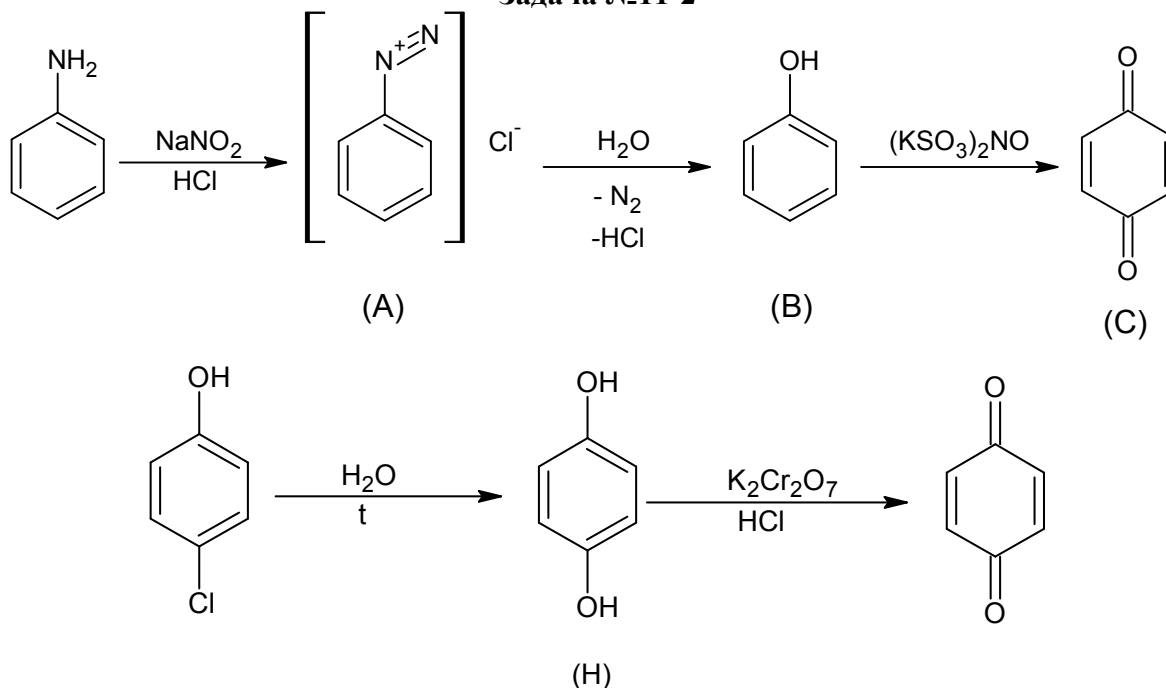


где $Q_{\text{обр.}}$ – теплота образования соединений, т.е. тепловой эффект, сопровождающий образование 1 моль соединения из простых веществ. Отсюда:

$$Q_{\text{обр}}(C_5H_{10}O_5) = 5 \cdot Q_{\text{обр}}(CO_2) + 5 \cdot Q_{\text{обр}}(H_2O) - Q_1 = 5 \cdot 393,5 + 5 \cdot 285,8 - 2350 = 1046,5 \text{ кДж / моль}$$

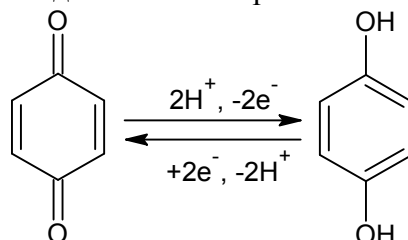
$$Q_{\text{обр}}(C_5H_{10}O_4) = 5 \cdot Q_{\text{обр}}(CO_2) + 5 \cdot Q_{\text{обр}}(H_2O) - Q_2 = 5 \cdot 393,5 + 5 \cdot 285,8 - 2530 = 866,5 \text{ кДж / моль}$$

Задача №11-2

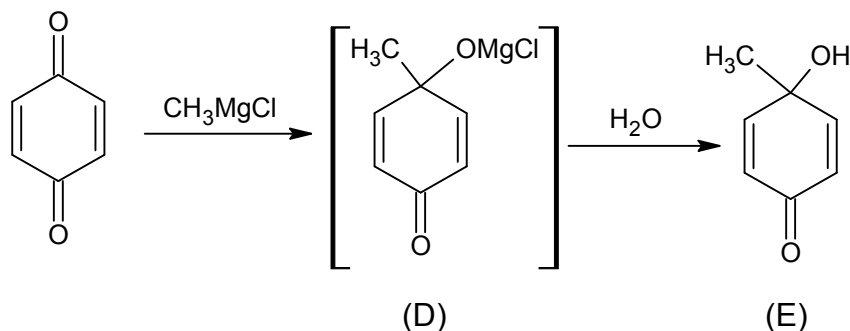


Соединение С – пара-бензохинон.

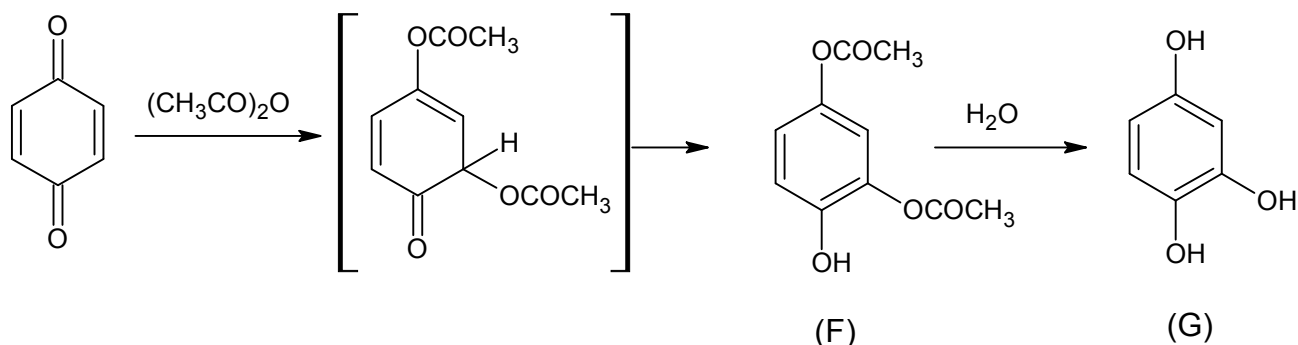
Обратимый окислительно-восстановительный процесс связывает пара-гидрохинон и п-бензохинон, а веществом Х очевидно является протон:



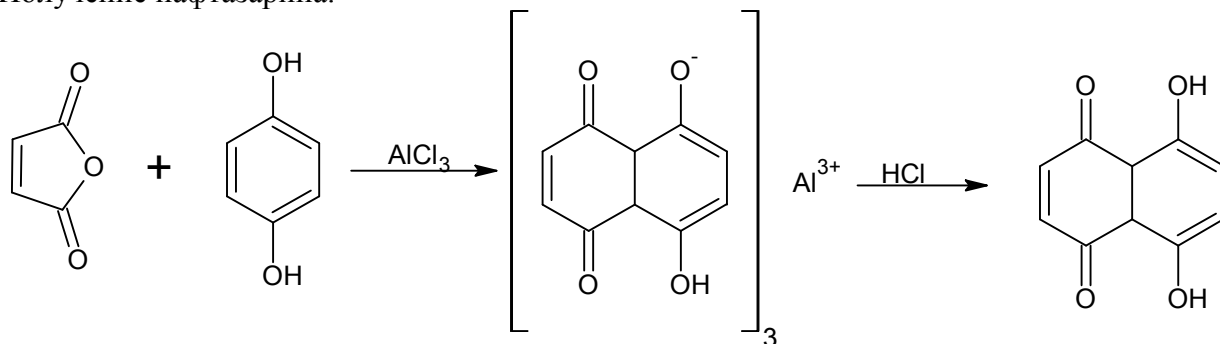
В реакциях нуклеофильного замещения п-бензохинон проявляет себя как типичное карбонильное соединение:



В реакции с уксусным ангидридом происходит присоединение по сопряженной системе $C=C-C=O$:



Получение нафтазарина:



Задача №11-3

$$\text{ПР}(\text{Ag}_2\text{SO}_4) = [\text{Ag}^+]^2 \cdot [\text{SO}_4^{2-}] = (2x)^2 \cdot x = 4x^3 = 1,6 \cdot 10^{-5},$$

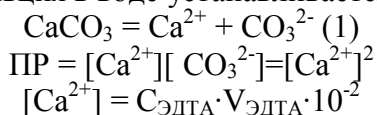
где x – концентрация Ag_2SO_4 в растворе (моль/л)

$$x^3 = 0,4 \cdot 10^{-5}$$

$$x = 1,6 \cdot 10^{-2} \text{ моль/л}$$

$$C(\text{Ag}_2\text{SO}_4) = 1,6 \cdot 10^{-2} \cdot 312 = 4,99 \text{ г/л}$$

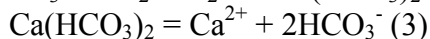
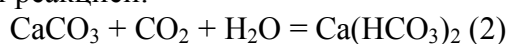
При растворении карбоната кальция в воде устанавливается равновесие:



$$\text{Рассчитываем, } [\text{Ca}^{2+}] = 0,00498 \cdot 1,4 \cdot 0,01 = 6,97 \cdot 10^{-5} \text{ моль/л}$$

$$\text{ПР} = (6,97 \cdot 10^{-5})^2 = 4,86 \cdot 10^{-9}$$

Наличие в воде углекислого газа приведет к увеличению растворимости карбоната кальция в связи с протекающей реакцией:



$$[\text{Ca}^{2+}] = C_{\text{Ca}}(\text{CaCO}_3) + C_{\text{Ca}}(\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2) = C_{\text{ЭДТА}} \cdot V_{\text{ЭДТА}} \cdot 10^{-2}$$

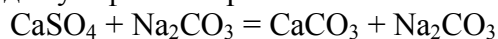
Из уравнения реакции (2) видим, что

$$[\text{CO}_2] = C_{\text{Ca}}(\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2) = [\text{Ca}^{2+}] - C_{\text{Ca}}(\text{CaCO}_3)$$

$C_{\text{Ca}}(\text{CaCO}_3)$ мы знаем из первого пункта, поэтому можем найти концентрацию растворенного углекислого газа:

$$[\text{CO}_2] = 0,00498 \cdot 2,6 \cdot 0,01 - 6,97 \cdot 10^{-5} = 5,98 \cdot 10^{-5} \text{ моль/л}$$

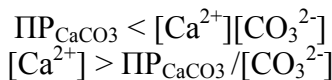
Запишем уравнение перевода сульфата в карбонат:



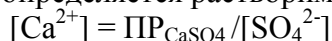
Запишем выражение для ПР сульфата кальция:

$$\text{ПР}_{\text{CaSO}_4} = [\text{Ca}^{2+}][\text{SO}_4^{2-}] = 9,1 \cdot 10^{-6}$$

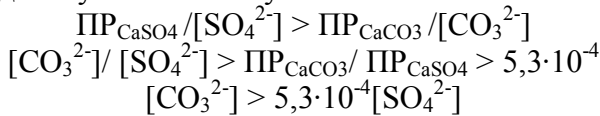
Очевидно, что осаждение карбоната кальция будет происходить при следующем условии:



Концентрация катионов кальция определяется растворимостью сульфата:



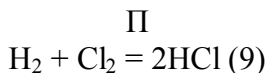
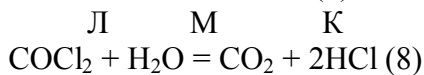
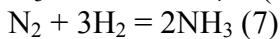
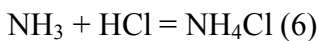
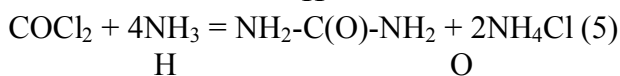
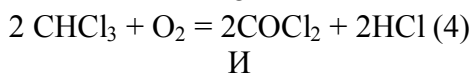
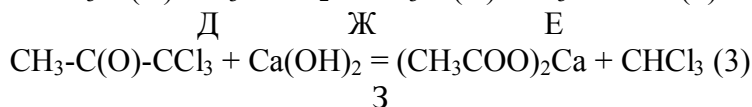
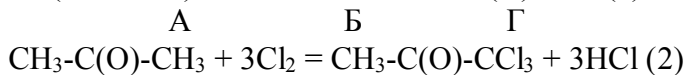
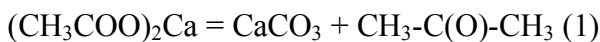
В соответствии с последним условием получим:



Реакция перевода сульфата кальция в карбонат протекает очень легко, даже при избытке сульфат-ионов более чем в 1000 раз равновесие смещено в сторону образования карбоната кальция.

Образование карстовых пещер связано с растворением известняков (карбонат кальция) и гипса (сульфат кальция) действием природной воды, содержащей растворенный CO_2 .

Задача №11-4



A – ацетат кальция

Б – карбонат кальция

В – угольная кислота

Г – ацетон (пропанон)

Д – хлор

Ж – 1,1,1-трихлорпропанон

Е – хлороводород

3 – хлороформ

И – фосген

К – аммиак

Л – азот

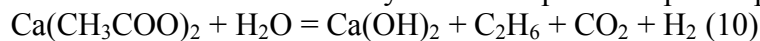
М – водород

Н – мочеви́на

О – хлорид аммония

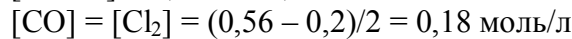
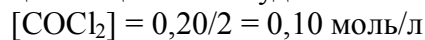
П – углекислый газ

Углекислый газ можно получить электролизом раствора ацетата кальция:



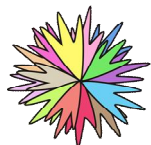
Задача №11-5

Равновесие в сосуде устанавливается через 15 минут. Рассчитаем равновесные концентрации веществ в сосуде:



Запишем выражение константы равновесия данной реакции:

$$K_p = \frac{[COCl_2]}{[CO][Cl_2]} = \frac{0,1}{0,18^2} = 3,08$$



Вычислим константу скорости реакции при 500°C:

$$k = \frac{1}{t} \frac{n(\text{COCl}_2)_t}{n(\text{CO})_0(n(\text{CO})_0 - n(\text{COCl}_2)_t)}$$

$n(\text{CO})_0$ – начальное количество монооксида углерода, моль;

$n(\text{COCl}_2)_t$ – количество образовавшегося фосгена в момент времени t , моль

t , мин	k , мин ⁻¹ моль ⁻¹
5	0,066
10	0,066
15	0,066
среднее	0,066

Постоянство константы скорости реакции свидетельствует о том, что это реакция второго порядка.

Используя уравнение Вант-Гоффа определим константу реакции при 520 °C:

$$k_2 = k_1 * 3^{\frac{T_2 - T_1}{10}} = 0,066 * 3^{\frac{793 - 773}{10}} = 0,594$$

После удаления фосгена реакционная смесь имеет со-

став:

$[\text{CO}] = 0,18$ моль/л, $n(\text{CO}) = 0,36$ моль

$[\text{Cl}_2] = 0,18$ моль/л, $n(\text{Cl}_2) = 0,36$ моль

Запишем выражение для константы скорости реакции:

$$k_2 = \frac{1}{t} \frac{n(\text{COCl}_2)_t}{n(\text{CO})_0(n(\text{CO})_0 - n(\text{COCl}_2)_t)} = 0,594$$

$$n(\text{COCl}_2)_t = \frac{k_2 t n(\text{CO})_0^2}{1 + k_2 t n(\text{CO})_0}$$

Через 10 минут: $n(\text{COCl}_2) = 0,245$ моль, $[\text{COCl}_2] = 0,123$ моль/л

$[\text{CO}] = [\text{Cl}_2] = 0,18 - 0,123 = 0,057$ моль/л

Вычисляем константу равновесия реакции при 520°C:

$$K_p = \frac{[\text{COCl}_2]}{[\text{CO}][\text{Cl}_2]} = \frac{0,123}{0,057^2} = 37,86$$

Константа скорости реакции увеличивается с ростом температуры, так как наблюдается увеличение скорости реакции. В первом приближении это можно объяснить увеличением скорости движения частиц и большей вероятностью их соударения.

Константа равновесия реакции увеличивается, это свидетельствует о том, что с ростом температуры равновесие смещается вправо. Чем больше значение константы равновесия, тем больше равновесная концентрация продуктов. Следовательно, равновесие смещено вправо (в сторону продуктов). Уменьшение константы равновесия свидетельствует об увеличении концентрации исходных веществ, по сравнению с продуктами, то есть смещению равновесия влево.

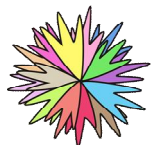
Подобное поведение константы равновесия характерно для эндотермических реакций.

1.2. Решение заданий экспериментального тура

1.2.1. Задание 9 класса

Определение состава первого набора.

Берем три чистые пробирки, приливаем несколько капель растворов из трех пробирок и добавляем по несколько капель раствора из оставшейся пробирки, тщательно



взбалтываем, обнаруженные эффекты записываем в таблицу. Повторяем опыт меняя пробирки. В результате получаем таблицу:

	H ₂ SO ₄	BaCl ₂	NH ₃ ·H ₂ O	MnSO ₄ .
H ₂ SO ₄		↓	-	-
BaCl ₂	↓		-	↓
NH ₃ ·H ₂ O	-	-		↓
MnSO ₄ .	-	↓	-	

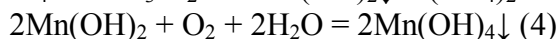
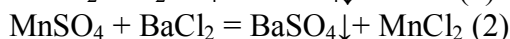
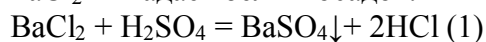
В ряду, где не образовалось ни одного осадка, в качестве добавляемого вещества был раствор аммиака.

В ряду, где образовался один мелкокристаллический осадок, в качестве добавляемого вещества использовалась серная кислота.

В ряду, где образовалось два осадка, один из которых потемнел со временем – сульфат марганца.

В ряду, где выпало два белых мелкокристаллических осадка – хлорид бария.

Различить BaCl₂ и MnSO₄ также можно добавлением серной кислоты, которая однозначно определена ранее. В случае BaCl₂ выпадает белый осадок.



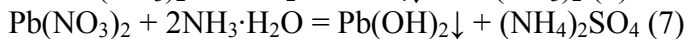
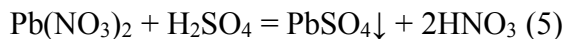
Определение состава второго набора.

В четыре чистые пробирки помещаем по несколько капель раствора из одной из пронумерованных пробирок и начнем добавлять по каплям растворы из пробирок, вещества в которых определены в первом задании.

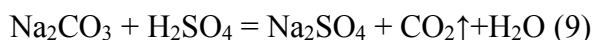
	Pb(NO ₃) ₂	Na ₂ CO ₃	Na ₂ SO ₄	HCl	ZnSO ₄	FeSO ₄
H ₂ SO ₄	↓-	↑	-	-	-	
BaCl ₂	↓	↓ раств. в к-те	↓	-	↓	↓
NH ₃ ·H ₂ O	↓-	-	-	-	↓ раств. в изб.	↓ буреет
MnSO ₄	↓	↓ раств. в к-те	-	-	-	-

При этом возможны следующие варианты:

Если в неизвестной пробирке находится нитрат свинца, то во всех 4 пробирках выпадает белый осадок:



Если в неизвестной пробирке находится карбонат натрия, то при добавлении серной кислоты выделяется газ и образуются два осадка, которые при действии кислоты начинают выделять углекислый газ:



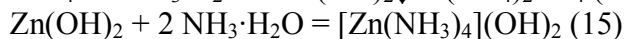
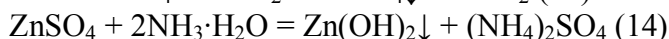
Если в неизвестной пробирке находится сульфат натрия, то образуется один осадок – с хлоридом бария:



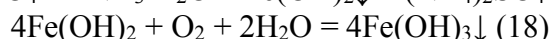
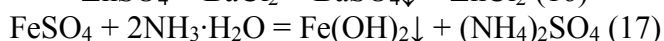


Добавление к раствору соляной кислоты реактивов из первого набора не приводит ни к каким видимым эффектам.

Если в неизвестной пробирке содержался раствор сульфата цинка, то хлорид бария даст белый осадок, а действие раствора аммиака приведет к образованию аморфного осадка и его растворения в избытке аммиака:



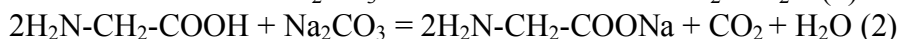
Сульфат железа даст два осадка: белый мелкокристаллический, и аморфный, темнеющий при взбалтывании пробирки:



1.2.2. Задание 10 класса

	NaOH	Na ₂ CO ₃	CuSO ₄	глицерин	H ₂ C ₂ O ₄	глюкоза	глицин
NaOH							
Na ₂ CO ₃	-						
CuSO ₄	Cu(OH) ₂ ↓голубой	(CuOH) ₂ CO ₃ ↓зеленый					
Глицерин	-	-	-				
H ₂ C ₂ O ₄	-	CO ₂ ↑	CuC ₂ O ₄ ↓	-			
глюкоза	-	-	-	-	-		
глицин	-	CO ₂ ↑	-	-	-	-	

При сливании растворов попарно можно обнаружить Na₂CO₃. При добавлении его к двум пробиркам с кислотами выделяется углекислый газ:

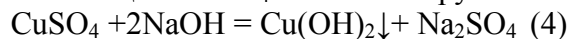


Зная, в какой пробирке находится Na₂CO₃ можно обнаружить CuSO₄. Кроме того, сульфат меди (II) можно определить по цвету раствора (раствор имеет голубой цвет).

При взаимодействии Na₂CO₃ с CuSO₄ образуется зеленый осадок основного карбоната меди:

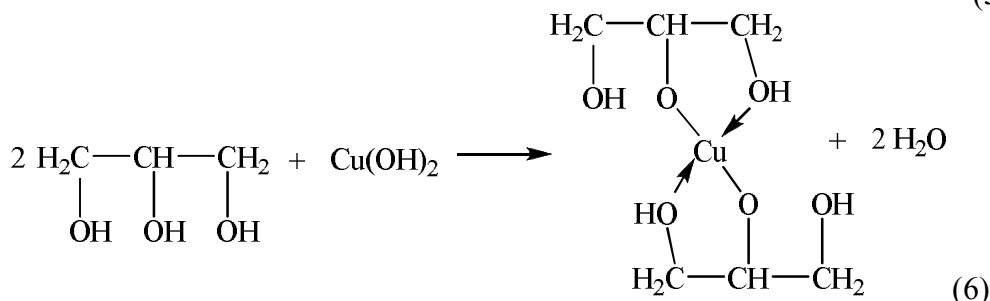
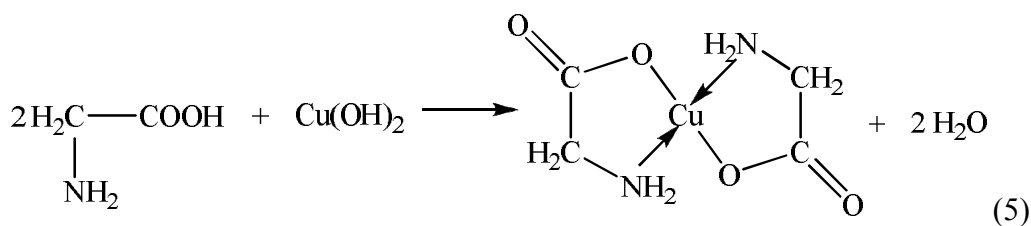
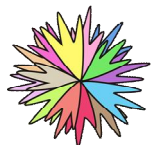


С помощью CuSO₄ можно обнаружить NaOH:



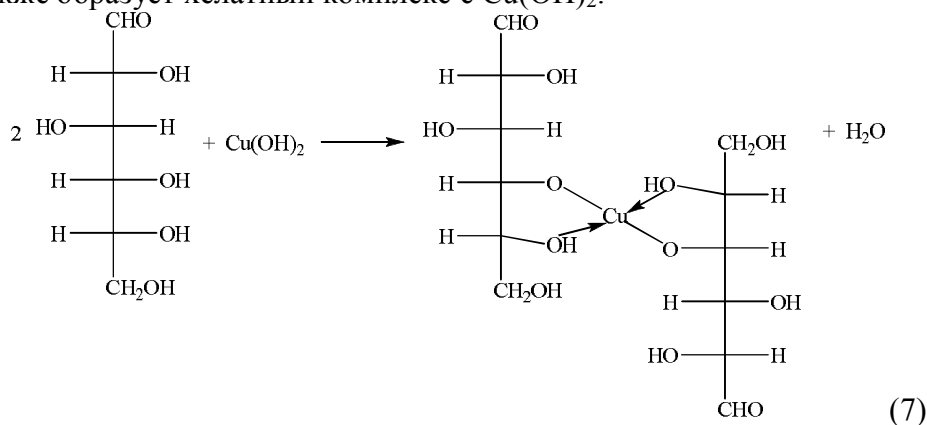
С помощью гидроксида меди (II) можно определить оставшиеся вещества.

Глицин и глицерин образуют с Cu(OH)₂ хелатные комплексы синего цвета.

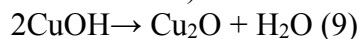
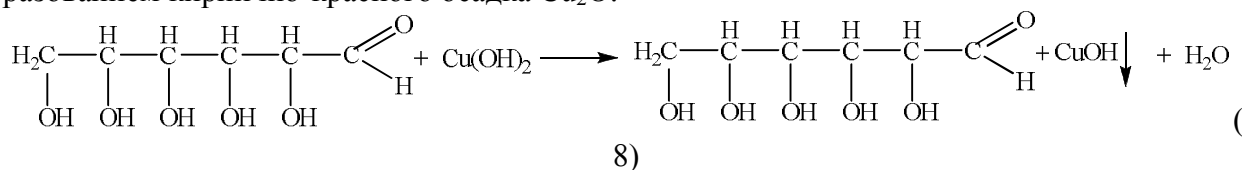


Глицин в отличие от глицерина взаимодействует с Na_2CO_3 с выделением углекислого газа, на основании чего их можно отличить друг от друга:

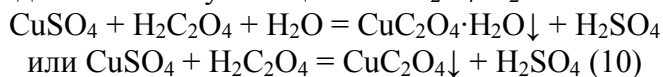
Глюкоза также образует хелатный комплекс с $\text{Cu}(\text{OH})_2$.



При нагревании комплекса глюкозы с $\text{Cu}(\text{OH})_2$ происходит окислительно-восстановительная реакция с образованием желтого осадка CuOH , который разлагается образованием кирпично-красного осадка Cu_2O .



Щавелевую кислоту можно определить по образованию нерастворимого в воде кристаллогидрата оксалата меди зелёно-голубого цвета $\text{CuC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$.

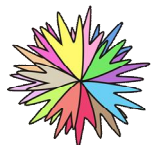


Ответы на вопросы.

1. При взаимодействии сульфата меди, гидроксида натрия и сегнетовой соли получают реактив Фелинга, используемый для обнаружения альдегидной группы.

Сегнетова соль – тетрагидрат тартрата калия-натрия или тетрагидрат двойной натриево-калиевой соли винной кислоты.

Тартрат-ион связывает ионы меди в комплекс. При нагревании $\text{Cu}(\text{OH})_2$ с анализируемым веществом может происходить разложение термически нестабильного гидроксида меди (II) до оксида меди (II) черного цвета, что искажает результат качественной реакции. В

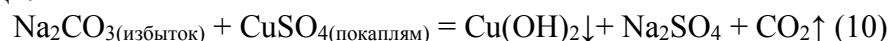


результате связывания $\text{Cu}(\text{OH})_2$ в комплекс с тартрат-ионом термического разложения не происходит. В результате реакции реактива Фелинга с восстановителем образуется кирпично-красный осадок Cu_2O .

2. Если прибавлять раствор Na_2CO_3 к раствору CuSO_4 , протекает реакция совместного гидролиза:

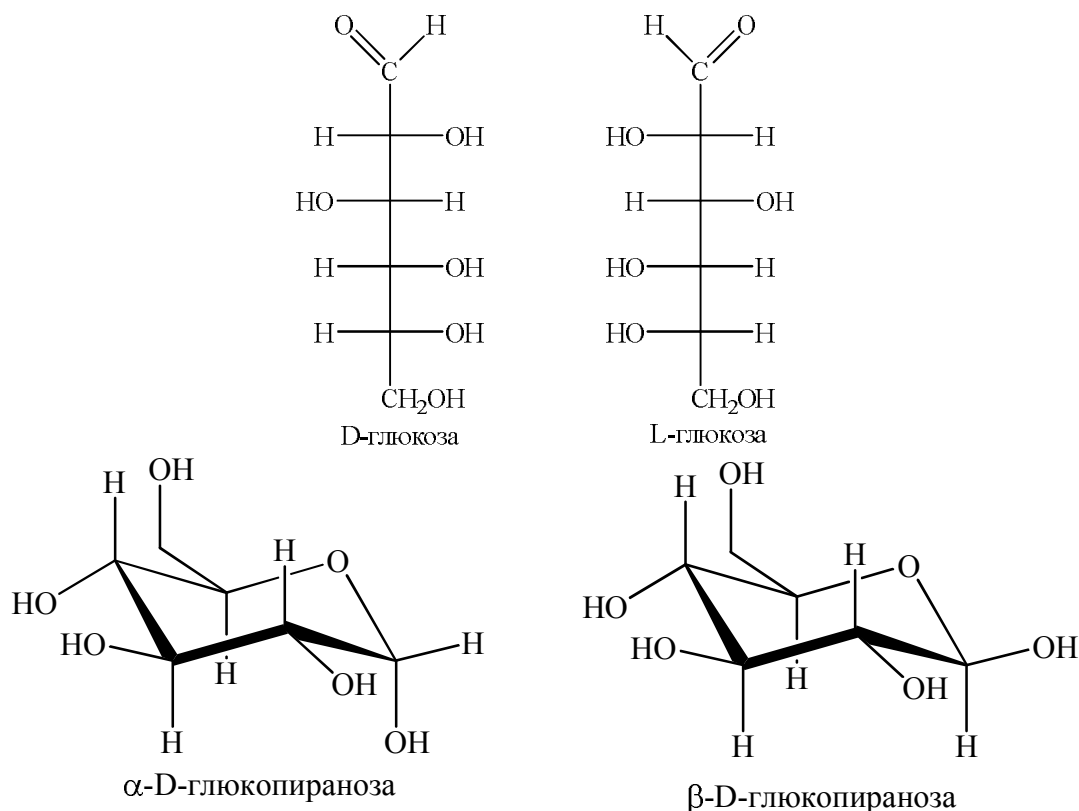


Если же к избытку Na_2CO_3 прибавлять раствор CuSO_4 , то вследствие гидролиза раствора Na_2CO_3 в создается щелочная среда, что способствует выпадению осадка $\text{Cu}(\text{OH})_2$, но при дальнейшем добавлении раствора CuSO_4 будет образовываться основной карбонат меди.



голубой

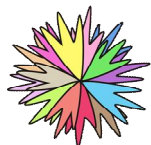
3. В природе наиболее часто встречается D-глюкоза. Она входит в состав крахмала и клетчатки (целлюлозы).



1.2.3. Задание 11 класса

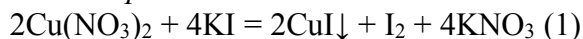
Теоретическая часть

А	H_2SO_4
Б	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$
В	крахмал
1	коричневый
2	синий
3	белый



Экспериментальная часть

Методика №2. Определение содержания Cu



Согласно уравнениям реакций:

$$n(\text{Cu}) = n(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = \frac{n(\text{I}_2)}{2} = n(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = \frac{c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) \cdot V(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)}{1000},$$

где $V(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)$ – объем раствора $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ пошедший на титрование, мл

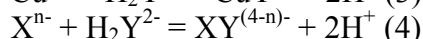
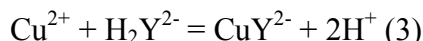
$$n(\text{Cu})_{\text{спл.}} = n(\text{Cu}) \cdot 10,$$

где $n(\text{Cu})_{\text{спл.}}$ – количество (моль) меди в навеске сплава,

$$w(\text{Cu}) = \frac{n(\text{Cu})_{\text{спл.}} \cdot M(\text{Cu})}{m(\text{образца})} \cdot 100$$

Методика №1. Определение суммарного содержания Cu + X

Так как все металлы образуют с ЭДТА комплексы с соотношением ЭДТА : М = 1:1, можно записать:



где H_2Y^{2-} – этилендиаминтетраацетат анион

Исходя из найденного количества меди, на ее титрование в 10 мл пробы потребуется:

$$n(\text{Cu}) = \frac{c(\text{ЭДТА}) \cdot V_{\text{Cu}}(\text{ЭДТА})}{1000}$$

$$V_{\text{Cu}}(\text{ЭДТА}) = \frac{n(\text{Cu}) \cdot 1000}{c(\text{ЭДТА})}$$

$$V_{\text{X}}(\text{ЭДТА}) = V(\text{ЭДТА}) - V_{\text{Cu}}(\text{ЭДТА})$$

$$n(\text{X}) = \frac{c(\text{ЭДТА}) \cdot V_{\text{X}}(\text{ЭДТА})}{1000} = m(\text{X})/M(\text{X})$$

$$M(\text{X}) = \frac{1000 \cdot m(\text{X})}{c(\text{ЭДТА}) \cdot V_{\text{X}}(\text{ЭДТА})}$$

$$\text{где } m(\text{X}) = \frac{m(\text{образца}) - n(\text{Cu})_{\text{спл.}} \cdot M(\text{Cu})}{10}$$

$V_{\text{Cu}}(\text{ЭДТА})$ – Объем ЭДТА пошедший на титрование меди, мл

$V(\text{ЭДТА})$ – объем ЭДТА пошедший на титрование смеси меди и X, мл

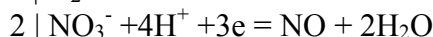
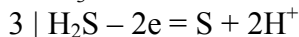
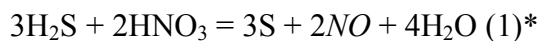
$V_{\text{X}}(\text{ЭДТА})$ – объем ЭДТА пошедший на титрование металла X, мл

2. РЕШЕНИЕ ЗАДАНИЙ ПЕРВОГО (ОТБОРОЧНОГО) ЭТАПА

2.1. Решение заданий итогового тура

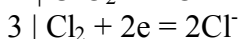
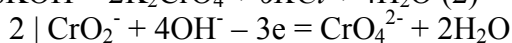
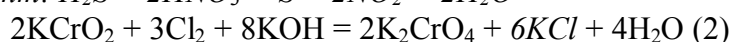
2.1.1. Задания 9 класса

Задача №9-1

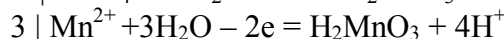
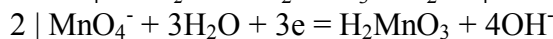
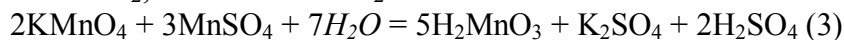


Восстановитель – H_2S , окислитель – HNO_3

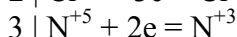
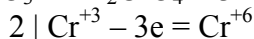
* Возможен вариант: $\text{H}_2\text{S} + 2\text{HNO}_3 = \text{S} + 2\text{NO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$



Восстановитель – KCrO_2 , окислитель – Cl_2



Восстановитель – MnSO_4 , окислитель – KMnO_4



Восстановитель – CrCl_3 , окислитель – KNO_3

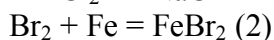
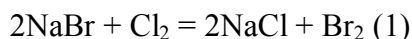
Задача №9-2

Один моль молекулярного брома соответствует 2 молям бромида натрия, то есть в соответствии со схемой: $\text{Br}_2 \leftrightarrow 2\text{NaBr}$.

$$m(\text{NaBr}) = 2 \cdot n(\text{Br}_2) \cdot M(\text{NaBr}) = 2 \cdot (67/160) \cdot 103 = 86,26 \text{ г}$$

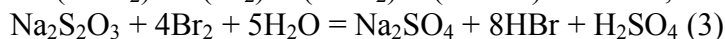
Таким образом концентрация NaBr составляет 0,09 г/л

Промышленное получение брома:



В соответствии с представленными уравнениями реакций из 2 молей бромида натрия (1 моля брома) получается 1 моль бромида железа (II).

$$m(\text{FeBr}_2) = n(\text{Br}_2) \cdot M(\text{FeBr}_2) = (67/160) \cdot 216 = 90,45$$

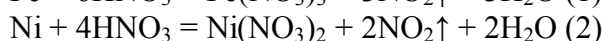
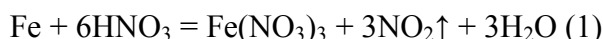


Наиболее приемлемым способом получения хлора является электролиз раствора хлорида натрия (или других хлоридов):

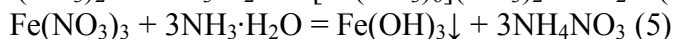
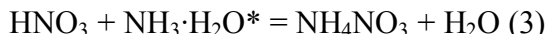


Задача №9-3

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

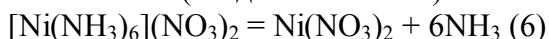


При добавлении аммиака происходит нейтрализация избытка кислоты, образование аммиачного комплекса никеля (соединение А) и осаждение железа (III) в виде гидроксида (соединение Б):

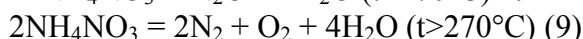
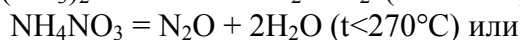
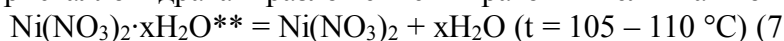


**При оценке работ записи $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ и NH_4OH считать идентичными*

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



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



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



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

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

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

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

Задача №9-4

Так как В бинарное соединение, обладающее кислотными свойствами, можно предположить что газ Г это один из галогенводородов с общей формулой – НБ

$$w(\text{H}) = \frac{1}{1 + M(\text{Б})} = 0,0274$$

$$M(\text{Б}) = 35,5.$$

Следовательно, элемент Б – это хлор, соединение Г – хлороводород.

Другим вариантом бинарных соединений, проявляющих кислотные свойства, является сероводород, но он не способен растворять металлический цинк.

Определим элемент А. Обозначим искомое соединение в виде ACl_x , где x – степень окисления А. Тогда:

$$w(\text{Б}) = \frac{35,5x}{35,5x + M(\text{А})} = 0,7977$$

$$M(\text{А}) = 9x$$

При $x=1$, $M(\text{А}) = 9$, это бериллий, который расположен в другом периоде и не проявляет степени окисления +1.

При $x=2$, $M(\text{А}) = 18$, такого элемента нет.

При $x=3$, $M(\text{А}) = 27$, это алюминий, как и хлор находится в третьем периоде.

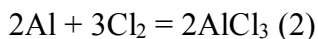
Следовательно А – алюминий, В – хлорид алюминия, AlCl_3

Выбор формулы ACl_x обусловлен тем, что все элементы 3 периода (за исключением Ar) образуют галогениды приведенной формулы.

При высоких температурах хлорид алюминия подвержен полному гидролизу:

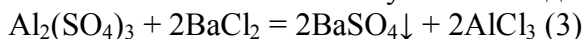


Самым простым способом получения безводного AlCl_3 является пропускание хлора через алюминиевую стружку:

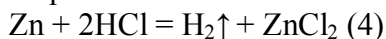


Существуют другие способы получения безводного хлорида алюминия (например, взаимодействие алюминия и сухого хлороводорода).

Раствор сульфата алюминия с последующим выделением его кристаллогидрата можно получить обменной реакцией между солями (включая стадии отделения осадка и выпаривания раствора). Однако этот способ не позволяет получить безводный хлорид алюминия:



Уравнение реакции цинка с раствором Г:



$$n(\text{Zn}) = 15/65 = 0,231 \text{ (моль)},$$

$$n(\text{H}_2) = n(\text{Zn}) = 0,231 \text{ (моль)}$$

$$V(\text{H}_2) = 0,231 \cdot 22,4 = 5,2 \text{ (л)}$$

Задача №9-5

1. Карналлит растворяют в дистиллированной воде.

Используем стаканчик и стеклянную палочку.

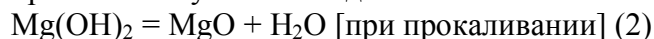
2. К полученному раствору при перемешивании добавляем раствор аммиака до появления характерного запаха. Образующийся осадок отфильтровываем и проверяем полноту осаждения (при добавлении нескольких капель раствора аммиака не должна образовываться муть). Если осаждение прошло не полностью, то операции осаждения и фильтрования повторяют. Полученный осадок промывают на фильтре дистиллированной водой.

Используем стаканчики, воронки для фильтрования и фильтровальную бумагу.



3. Полученный фильтрат выливают в фарфоровую чашку и выпаривают до полного испарения воды. При этом возгоняется хлорид аммония и остается чистый кристаллический KCl .

4. Осадок с фильтра переносят в фарфоровую чашку и прокалывают в муфельной печи, при этом получают оксид магния.



Задача №9-6

Общую формулу оксидов металлов можно записать в виде MOn_2 , где n – степень окисления металла

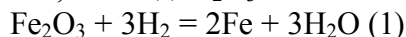
$$\begin{array}{r} \text{M}_2\text{O}_n + n\text{H}_2 = 2\text{M} + n\text{H}_2\text{O} \\ \underline{3,2} \quad \quad \underline{1,344} \quad \underline{0,06} \\ \underline{2M + 16n} = \underline{22,4 \cdot n} = \underline{n} \\ 3,2n = 0,12M + 0,96n \\ M = 18,7n \end{array}$$

Если $n = 1$, то $M = 18,7$, F - неметалл

Если $n = 2$, то $M = 37,4$, нет таких металлов

Если $n = 3$, то $M = 56,1$, Fe

Таким образом, металл это железо, а оксид Fe_2O_3 :



При растворении в соляной кислоте образуется хлорид железа (II):



Это подтверждается расчетом:

$$n(\text{H}_2) = n(\text{Fe}) = 2n(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 2 \cdot 3,2/160 = 0,04$$

$$V(\text{H}_2) = 0,04 \cdot 22,4 = 0,896 \text{ л}$$

Процесс восстановления железа из оксида имеет большое промышленное значение. Этот процесс лежит в основе получения стали и чугуна, имеющих широкое применение в различных отраслях промышленности (и не только).

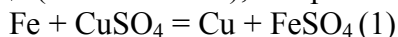
В качестве восстановителей оксидов металлов используют:

- Углерод: $\text{Cr}_2\text{O}_3 + 3\text{C} = 3\text{CO} + 2\text{Cr}$;
- Моноксид углерода: $\text{FeO} + \text{CO} = \text{Fe} + \text{CO}_2$;
- Активные металлы (Al, Mg): $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al} = \text{Fe} + \text{Al}_2\text{O}_3$
- И другие.

2.1.2. Задания 10 класса

Задача №10-1

В результате реакции замещения железо ($M = 56 \text{ г/моль}$) вытесняет из сульфата меди ($M = 160 \text{ г/моль}$) металлическую медь ($M = 64 \text{ г/моль}$), с образованием сульфата железа:



Пусть прореагировало x моль железа. Поскольку количества веществ эквивалентны, масса пластины по окончании опыта:

$$m = 100 - 56x + 64x = 102, \text{ откуда } x = 0,25 \text{ моль}$$

Массы прореагировавшего железа и осаждённой меди составляют:

$$m_{\text{Fe}} = 56 \cdot 0,25 = 14 \text{ (г)}$$

$$m_{\text{Cu}} = 64 \cdot 0,25 = 16 \text{ (г)}$$

Масса полученного раствора равна:

$$m_{\text{р-ра}} = 250 + 14 - 16 = 248 \text{ (г)}$$

Масса сульфата меди в исходном растворе:

$$m_{\text{CuSO}_4} = 250 \cdot 0,2 = 50 \text{ (г)}$$

Находим массы сульфатов меди и железа в полученном растворе:

$$m_{\text{CuSO}_4} = 50 - 160 \cdot 0,25 = 10 \text{ (г)}$$

$$m_{\text{FeSO}_4} = 152 \cdot 0,25 = 38 \text{ (г)}$$

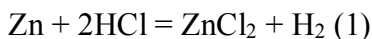
Массовые доли растворённых веществ в полученном растворе:

$$\omega \% \text{ CuSO}_4 = (10/248) \cdot 100\% = 4 \%$$

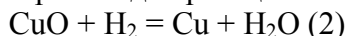
$$\omega \% \text{ FeSO}_4 = (38/248) \cdot 100\% = 15,3 \%$$

Задача №10-2

Цифрой 1 обозначен аппарат Киппа, который в данном случае используется для получения водорода по реакции:

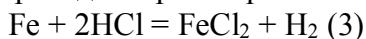


Цифрой 2 обозначен реактор, где происходит реакция восстановления оксида меди:



Цифрой 3 обозначена часть прибора, обеспечивающая связь с атмосферой, для выхода избытка водорода, водяного пара.

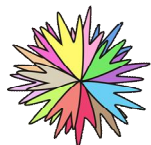
В результате протекания реакции восстановления образуется смесь меди и железа. При растворении в кислоте железо переходит в раствор:



Рассчитаем содержание железа в стали:

$$n(\text{CuO}) = n(\text{Cu}) = 0,25/64 = 0,0039 \text{ моль}$$

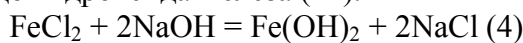
$$m(\text{CuO}) = 0,0039 \cdot 80 = 0,31 \text{ г}$$



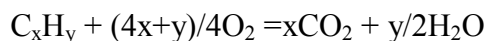
$$m(\text{Fe}) = 2,00 - 0,31 = 1,69 \text{ г}$$

$$w(\text{Fe}) = 1,69/2,00 \cdot 100 = 84,5$$

При добавлении щелочи образуется осадок гидроксида железа (II), который легко окисляется кислородом воздуха до гидроксида железа (III).



Задача №10-3



Найдем молярную массу изомеров: $D_{\text{O}_2} = M(\text{C}_n\text{H}_{2n})/M(\text{O}_2) = 2,19$;

$$M(\text{C}_n\text{H}_{2n}) = 2,19 \cdot 32 = 70 \text{ г/моль}$$

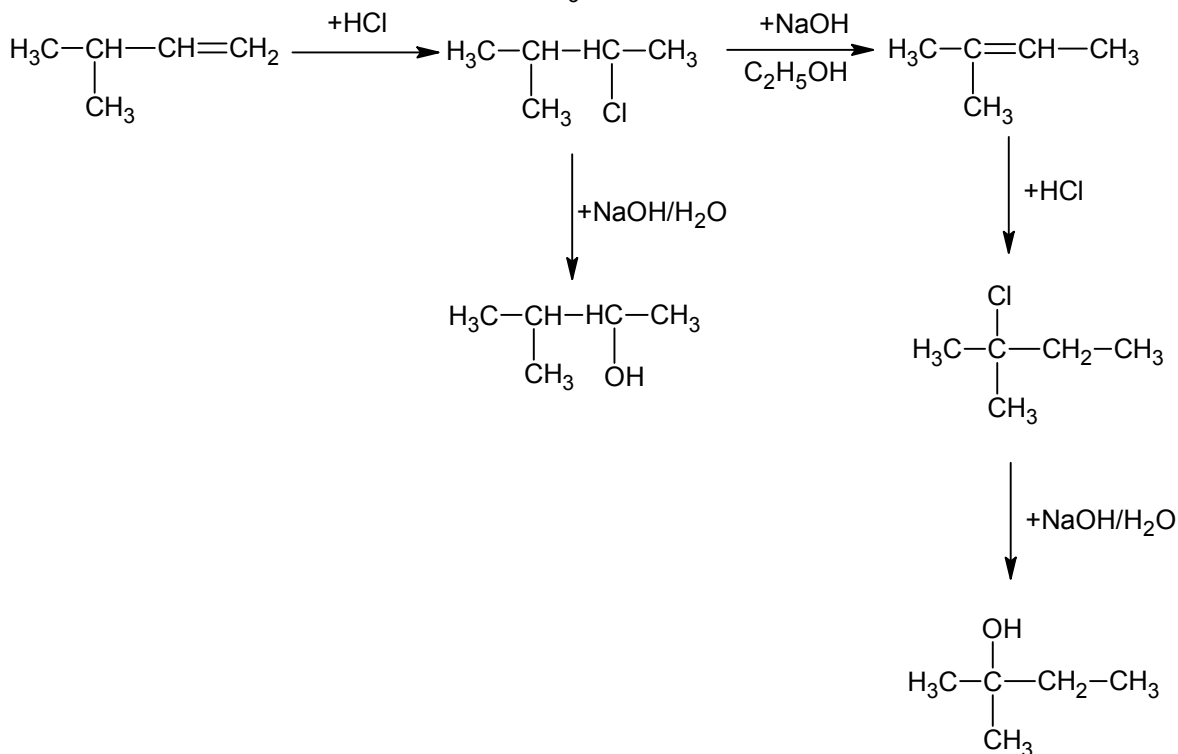
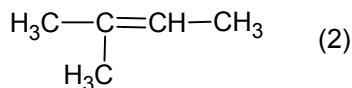
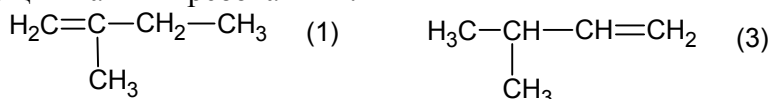
Из уравнения сжигания изомеров следует:

$$\frac{1,4}{70} = \frac{4,4}{44x} \rightarrow x = \frac{70 \cdot 4,4}{1,4 \cdot 44} = 5$$

$$\frac{1,4}{70} - \frac{1,8}{18 \cdot 0,5y} \rightarrow y = \frac{70 \cdot 1,8}{1,4 \cdot 9} = 10$$

Получаем, что брутто-формула изомеров C_5H_{10}

Так как **F** – третичный спирт, а превращение между **A** и **B** не связаны с участием атомов углерода можно предположить, что **A** и **B** – это разветвленные алканы. Существует три изомера, отвечающих нашим требованиям:

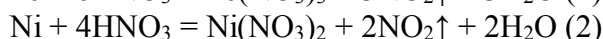
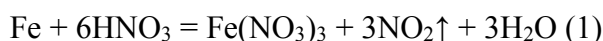


Так как **F** – третичный спирт, значит соединение **B** – это изомер (1) или (2), то есть алкены с двойной связью у третичного атома углерода. Методом исключения получаем, что изомер **A** – 3-метилбутен-1

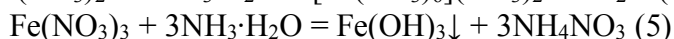
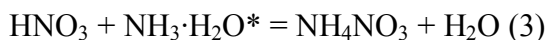
Правилами «противоположного действия» являются правило Марковникова, определяющее присоединение атома водорода к алкенам и правило Зайцева, определяющее отщепление атома водорода от галогенпроизводных и спиртов.

Задача №10-4

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

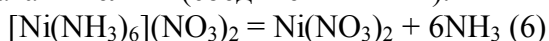


При добавлении аммиака происходит нейтрализация избытка кислоты, образование аммиачного комплекса никеля (соединение **A**) и осаждение железа (III) в виде гидроксида (соединение **B**):

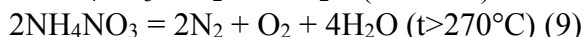
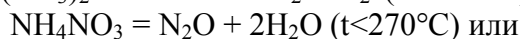
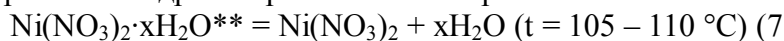


**При оценке работ записи $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ и NH_4OH считать идентичными*

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



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



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



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

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

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

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

Задача №10-5

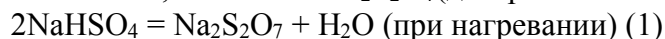
1. Определяем молекулярные формулы кислот **A**, **B** и **C**.

Так как **A** и **B** – кислоты, то находим массовую долю водорода в соединениях: 2,04% и 1,12%.

1.1. Для кислоты **A**: $n(\text{H}) : n(\text{S}) : n(\text{O}) = 2,04/1 : 32,65/32 : 65,31/16 = 2 : 1 : 4$. Так как в условии задачи указано, что **A** – сильная кислота, следовательно **A** – серная кислота (молекулярная формула – H_2SO_4).

1.2. Для кислоты **B**: $n(\text{H}) : n(\text{S}) : n(\text{O}) = 1,12/1 : 35,96/32 : 62,92/16 = 1,12 : 1,12 : 3,9$. Возможно, простейшая формула кислоты **B** – HSO_4 . Можно предположить, что молекулярная формула вещества **B** – $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_8$. Однако, в таком случае содержание серы не согласуется с проведенными расчетами. Так как в условии задачи указано, что кислая соль кислоты **A**

легко плавится, а после плавления переходит в среднюю соль кислоты **В**, то делаем предположение, что **В** – это $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7$ (дисерная кислота):



1.3. Для кислоты **С** даны массовые доли водорода и серы – 1,82% и 87,27%, однако, указано, что кислота не содержит кислород. Вычисляем массовую долю неизвестного элемента **Х** в кислоте: $100 - (1,82 + 87,27) = 10,91$ (%).

В условии задачи сказано, что при нагревании кислота **С** разлагается на два бинарных вещества **Д** и **Е**, **Е** при н.у. является газом с неприятным запахом и плотностью по воздуху 1,172.

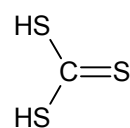
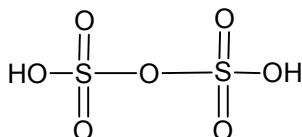
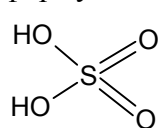
Найдем эти вещества: для неизвестного газа $M(\text{Д}) = D_{\text{воздух}} \cdot 1,172 \approx 34$ (г/моль). Исходя из того, что газ имеет неприятный запах, предположим, что это H_2S (сероводород).

Второе бинарное соединение (**Е**) (так как нагревание происходит в отсутствии кислорода) содержит неизвестный элемент **Х**. Сказано, что это горючая жидкость, хороший растворителем для органических соединений. Можно предположить, что неизвестное вещество CS_2 (сероуглерод), тогда кислота **С** – H_2CS_3 (тиоугольная кислота, кстати, достаточно сильная).

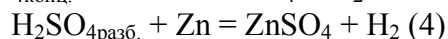
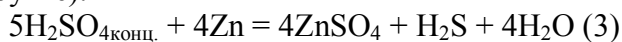


Тиоугольная кислота легко разлагается, но по термической устойчивости превосходит угольную кислоту.

Структурные формулы кислот:

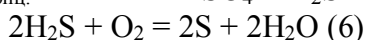
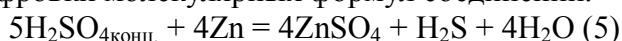


2. Взаимодействие серной кислоты с металлами. Необходимо указать, что в зависимости от концентрации серная кислота будет различно взаимодействовать с одним и тем же металлом (Cu, Fe, Zn и другие).

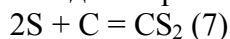


Это можно объяснить, что для разбавленной серной кислоты окислителем является водород в степени окисления (+1), а для концентрированной – сера в степени окисления (+6). S (+6) в данном случае является более сильным окислителем, чем H (+1).

3. Цепочка превращения: $\text{A} \rightarrow \text{D} \rightarrow \text{сера} \rightarrow \text{Е} \rightarrow \text{оксид серы (IV)}$ является своеобразной подсказкой для расшифровки молекулярных формул соединений.



(SO_2 образуется в небольшом количестве даже при недостатке кислорода).



Задача №10-6

Рассчитаем молярные массы углеводородов

$$M_1 = D_1 M(\text{CH}_4) = 1,625 \cdot 16 = 26 \text{ г/моль,}$$

$$M_2 = D_2 M(\text{CH}_4) = 4,875 \cdot 16 = 78 \text{ г/моль.}$$

По молярным массам определяем n :

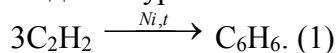
$$M(\text{CH}) = 13 \text{ г/моль}$$

$$n = \frac{M_1}{M(\text{CH})} = \frac{26}{13} = 2$$

тогда $\Rightarrow \text{C}_2\text{H}_2$ – ацетилен,

$$n = \frac{M_2}{M(CH)} = \frac{78}{13} = 6 \Rightarrow C_6H_6 - \text{бензол.}$$

Образование бензола из ацетилена идёт по уравнению:



2.1.3. Задания 11 класса

Задача №11-1

Согласно уравнению нитрования бензола:



можно считать количества веществ равными (они все эквивалентны).

Пусть прореагировало x моль азотной кислоты ($M=63\text{г/моль}$) и образовалось x моль нитробензола ($M=123\text{г/моль}$) и x моль воды ($m=18\text{г/моль}$). Тогда массы азотной кислоты и воды равны соответственно $63x$ и $18x$. Масса оставшегося раствора:

$$m = 635 - 63x + 18x = 635 - 45x$$

В исходной нитрующей смеси азотной кислоты содержалось:

$$m_{HNO_3} = 635 \cdot 0.2 = 127 \text{ (кг)}$$

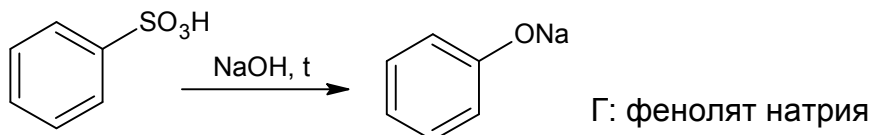
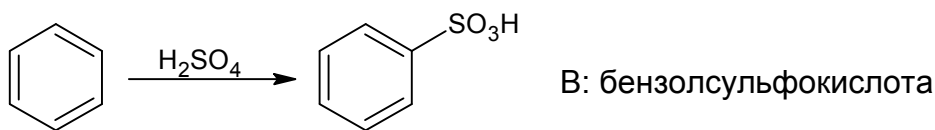
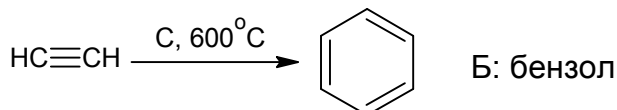
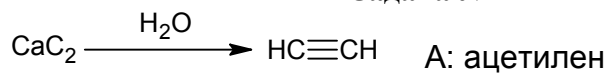
В оставшемся растворе:

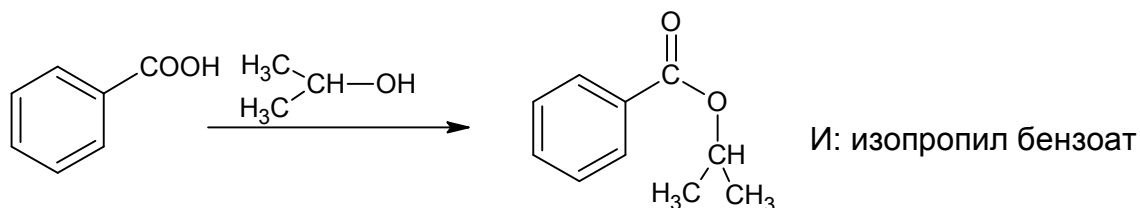
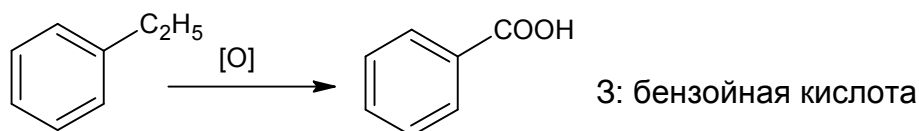
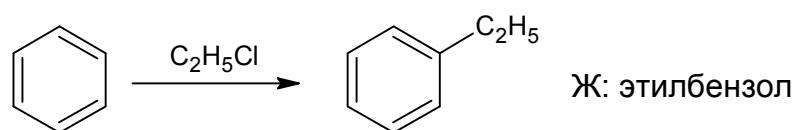
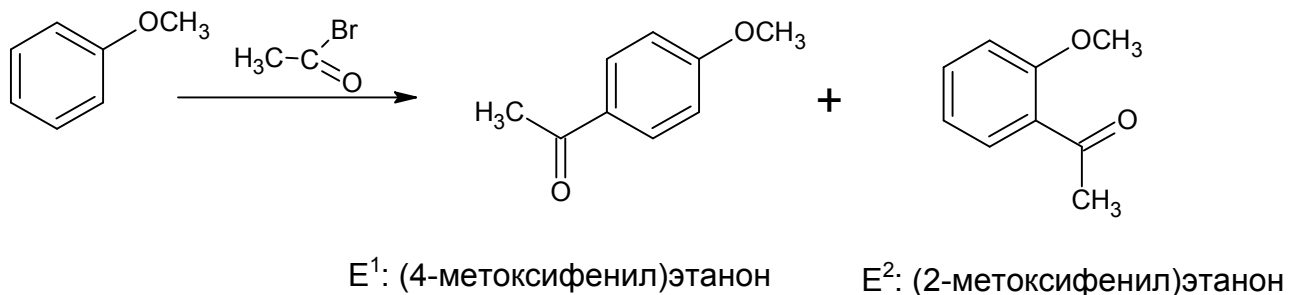
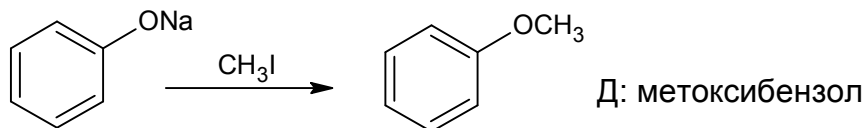
$$m_{HNO_3} = 127 - 63x \text{ (кг)}, \text{ что составляет } 2\% (\omega=0,02), \text{ тогда} \\ (127-63x)/(635-45x) = 0,02, \text{ откуда } x=1,84 \text{ (кмоль)}$$

Следовательно, нитробензола образовалось:

$$m_{HNB} = 123 \cdot 1,84 = 226 \text{ (кг)}$$

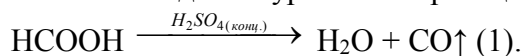
Задача №11-2



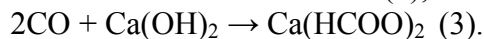
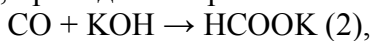


Задача №11-3

Образование оксида углерода (+2) при обезвоживании метановой (муравьиной) кислоты концентрированной серной кислотой идёт по уравнению реакции

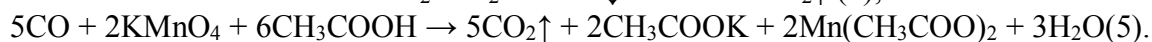
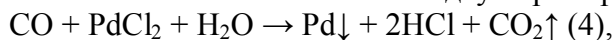


Взаимодействие с основаниями, приводит к образованию солей:

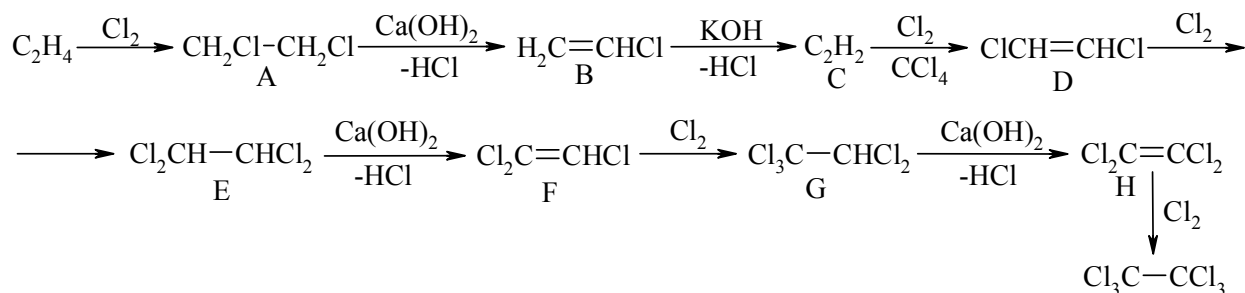


Образуются **формиаты** калия и кальция.

Проиллюстрируем восстановительные свойства CO на двух примерах:



Задача №11-4



Задача №11-5

Бурый газ **Б** – это оксид азота NO_2 , который может выделяться только при разложении нитрата. Следовательно, соль **А** – это нитрат металла, а твердый остаток **В** – это либо металл, либо его оксид. В этих случаях разложение нитратов приводит к выделению смеси газов – диоксида азота и кислорода, но по условию задачи кислород не выделялся. Значит, выделившийся кислород был израсходован на окисление оксида металла. Такому условию удовлетворяет только нитрат марганца (II).

При его разложении будет образовываться не MnO , а MnO_2 , который при растворении в соляной кислоте даст хлор – желто-зеленый газ **Г**, а образовавшийся хлорид марганца (II) **Д** окрасит раствор в бледно-розовый цвет.

Проверим это расчетами:



$$n(\text{NO}_2) = pV/RT = 101325 \cdot 4,89 \cdot 10^{-3} / 8,314 \cdot 298 = 0,2 \text{ моль}$$

$$n(\text{Cl}_2) = 0,1 \text{ моль.}$$

$$\text{По уравнению (1) } n(\text{Mn(NO}_3)_2) = n(\text{MnO}_2) = 0,5n(\text{NO}_2) = 0,1 \text{ моль.}$$

$$\text{По уравнению (2) } n(\text{Cl}_2) = n(\text{MnO}_2) = 0,1 \text{ моль.}$$

$$\text{Тогда } M(\text{нитрата}) = 35,8 / 0,1 = 179 \text{ г/моль.}$$

$$M(\text{Me}) = 179 - 2 \cdot (14 + 3 \cdot 16) = 55 \text{ г/моль} - \text{это марганец.}$$

При пропускании хлора через холодный раствор щелочи происходит его диспропорционирование по уравнению:



$$n(\text{KOH}) = 168 \cdot 0,2 / 56 = 0,6 \text{ моль}$$

По уравнению (3) израсходуется $n(\text{KOH}) = n(\text{NO}_2) = 0,2 \text{ моль}$, останется в растворе $0,6 - 0,2 = 0,4 \text{ моль}$.

При этом образуются $n(\text{KNO}_2) = n(\text{KNO}_3) = 0,1 \text{ моль}$.

$$m(\text{KOH}) = 0,4 \cdot 56 = 22,4 \text{ г}$$

$$m(\text{KNO}_2) = 85 \cdot 0,1 = 8,5 \text{ г}$$

$$m(\text{KNO}_3) = 101 \cdot 0,1 = 10,1 \text{ г}$$

$$m(\text{раствора}) = m(\text{раствора KOH}) + m(\text{NO}_2) = 168 + 0,2 \cdot 46 = 177,2 \text{ г}$$

$$w(\text{KOH}) = 22,4 / 177,2 = 0,126 \text{ (12,6\%)}$$

$$w(\text{KNO}_2) = 8,5 / 177,2 = 0,048 \text{ (4,8\%)}$$

$$w(\text{KNO}_3) = 10,5 / 177,2 = 0,059 \text{ (5,9\%)}$$

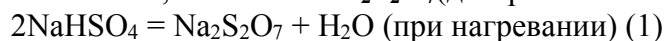
Задача №11-6

1. Определяем молекулярные формулы кислот **А**, **В** и **С**.

Так как А и В – кислоты, то находим массовую долю водорода в соединениях: 2,04% и 1,12%.

1.1. Для кислоты А: $n(\text{H}) : n(\text{S}) : n(\text{O}) = 2,04/1 : 32,65/32 : 65,31/16 = 2 : 1 : 4$. Так как в условии задачи указано, что А – сильная кислота, следовательно А – серная кислота (молекулярная формула – H_2SO_4).

1.2. Для кислоты В: $n(\text{H}) : n(\text{S}) : n(\text{O}) = 1,12/1 : 35,96/32 : 62,92/16 = 1,12 : 1,12 : 3,9$. Возможно, простейшая формула кислоты В – HSO_4 . Можно предположить, что молекулярная формула вещества В – $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_8$. Однако, в таком случае содержание серы не согласуется с проведенными расчетами. Так как в условии задачи указано, что кислая соль кислоты А легко плавится, а после плавления переходит в среднюю соль кислоты В, то делаем предположение, что В – это $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7$ (дисерная кислота):



1.3. Для кислоты С даны массовые доли водорода и серы – 1,82% и 87,27%, однако, указано, что кислота не содержит кислород. Вычисляем массовую долю неизвестного элемента Х в кислоте: $100 - (1,82 + 87,27) = 10,91$ (%).

В условии задачи сказано, что при нагревании кислота С разлагается на два бинарных вещества Д и Е, Е при н.у. является газом с неприятным запахом и плотностью по воздуху 1,172.

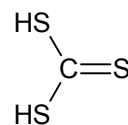
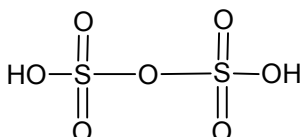
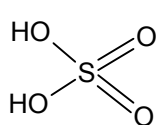
Найдем эти вещества: для неизвестного газа $M(\text{Д}) = D_{\text{воздух}} \cdot 1,172 \approx 34$ (г/моль). Исходя из того, что газ имеет неприятный запах, предположим, что это H_2S (сероводород).

Второе бинарное соединение (Е) (так как нагревание происходит в отсутствии кислорода) содержит неизвестный элемент Х. Сказано, что это горючая жидкость, хороший растворителем для органических соединений. Можно предположить, что неизвестное вещество CS_2 (сероуглерод), тогда кислота С – H_2CS_3 (тиоугольная кислота, кстати, достаточно сильная).

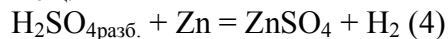
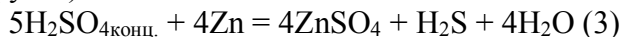


Тиоугольная кислота легко разлагается, но по термической устойчивости превосходит угольную кислоту.

Структурные формулы кислот:

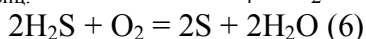
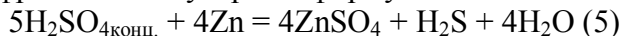


2. Взаимодействие серной кислоты с металлами. Необходимо указать, что в зависимости от концентрации серная кислота будет различно взаимодействовать с одним и тем же металлом (Cu, Fe, Zn и другие).

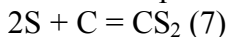


Это можно объяснить, что для разбавленной серной кислоты окислителем является водород в степени окисления (+1), а для концентрированной – сера в степени окисления (+6). S (+6) в данном случае является более сильным окислителем, чем H (+1).

3. Цепочка превращения: А → Д → сера → Е → оксид серы (IV) является своеобразной подсказкой для расшифровки молекулярных формул соединений.



(SO_2 образуется в небольшом количестве даже при недостатке кислорода).





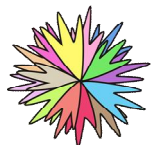
2.2 Решение заданий зачетного тура (первая волна)

2.2.1 Задания 9 класса

№	1	2	3	4	5	6	балл
1			X				4
2	X		X			X	4
3		X		X			6
4		X	X				6
5	2	2,2	1	55	-	-	16
6	X						4
7	30,5						4
8	43						6
9	X	X	X	X			4
10	4	8	3	32,5	-	-	16
11		X					4
12	24						6
13				X			4
14		X	X				4
15	60	SO ₂	8	H ₂	-	-	16
16		X		X			6
17		X	X	X			6
18			X		X		4
19	Аммиак						6
20	K ₂ SO ₄	4	58,0	16	-	-	16
21	X		X	X			4
22			X	X	X		4
23	X	X		X	X		6
24	X		X	X			4
ИТОГО							160

2.2.2 Задания 10 класса

№	1	2	3	4	5	6	балл
1			X				4
2	2	2,2	1	55	-	-	16
3	43						6
4	4	8	3	32,5	-	-	16
5	60	SO ₂	8	H ₂	-	-	16
6	K ₂ SO ₄	4	58,0	16			16
7	X		X			X	4
8			X		X		4
9	X						4
10				X			4
11	69,5						4
12		X		X	X		4
13	X						6



14	29						6
15	X						4
16			X	X		X	6
17	X	X					4
18		X		X			4
19		X		X			4
20	сероводород						4
21				X		X	4
22	X		X		X		4
23	X		X	X		X	6
24		X	X				4
ИТОГО							160

2.2.3 Задания 11 класса

№	1	2	3	4	5	6	балл
1	43						6
2	4	8	3	32,5	-	-	16
3	60	SO ₂	8	H ₂	-	-	16
4			X	X		X	4
5		X		X			6
6				X		X	4
7	X		X	X		X	4
8		X	X				4
9		X		X			4
10			X	X		X	4
11		X		X		X	4
12	X		X				6
13	Водород	Хлор	249	220	-	-	16
14		X					4
15	75						4
16	X	X		X	X		6
17	X						6
18	20						4
19				X			6
20							4
21		X	X	X			4
22	Бутин-2 или бутадиен-1,3 или бутадиен-1,4 или бутадиен-1,2						4
23	Водород	Бензол	22	3	-	-	16
24	X		X			X	4
ИТОГО							160

2.3 Решение заданий зачетного тура (вторая волна)

2.3.1 Задания 9 класса

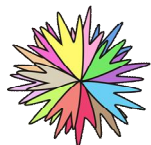
№	1	2	3	4	5	6	балл
---	---	---	---	---	---	---	------



1	X						4
2	X		X			X	4
3		X		X			6
4		X	X				6
5	2	2,2	1	55	-	-	4
6	X						4
7	30,5						4
8	431						6
9	X	X	X	X			4
10	8	5	3	32,5	-	-	4
11		X					4
12	24						6
13				X			4
14	X			X			4
15	60	SO ₂	8	H ₂	-	-	4
16		X		X			6
17		X	X	X			6
18			X		X		4
19	Сероводород						6
20	K ₂ SO ₄	4	58,0	16	-	-	4
21		X			X	X	4
22			X	X	X		4
23	X	X		X			6
24	X		X	X			4
ИТОГО							160

2.3.2 Задания 10 класса

№	1	2	3	4	5	6	балл
1	X						4
2	2	2,2	1	55	-	-	4
3	431						4
4	8	5	3	32,5	-	-	4
5	60	SO ₂	8	H ₂	-	-	4
6	K ₂ SO ₄	4	58,0	16	-	-	4
7	X		X			X	4
8			X		X		4
9			X				4
10		X					4
11	69,5						4
12		X		X	X		4
13	X						6
14	29						6
15	X						4
16	X				X		6
17	X	X					4
18		X		X			4
19		X		X			4



20	Бутин-1						4
21				X		X	4
22	X		X		X		4
23		X		X	X	X	6
24		X	X				4
ИТОГО							160

2.3.3 Задания 11 класса

№	1	2	3	4	5	6	балл
1	431						4
2	8	5	3	32,5	-	-	4
3	60	SO ₂	8	H ₂	-	-	4
4	X				X		4
5		X		X			6
6				X		X	4
7		X		X	X	X	4
8		X	X				4
9		X		X			4
10			X	X		X	4
11		X		X		X	4
12	X	X	X				6
13	водород	хлор	249	220	-	-	4
14		X					4
15	75						4
16	X	X		X	X		6
17	X						6
18	20						4
19				X			6
20							4
21			X		X		4
22	Сероводород						4
23	водород	бензол	22	3	-	-	4
24	X		X			X	4
ИТОГО							160