

Издательство
Московского
университета

Химия

СБОРНИК ЗАДАЧ
МОСКОВСКОЙ
ХИМИЧЕСКОЙ ОЛИМПИАДЫ
1988 года



1989

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени М.В.ЛОМОНОСОВА
ХИМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

В.В.Сорокин, В.В.Загорский, И.В.Свитанько,
А.И.Горбатенко, З.П.Свитанько

СБОРНИК ЗАДАЧ МОСКОВСКОЙ ХИМИЧЕСКОЙ ОЛИМПИАДЫ 1988 года

Под редакцией доцента В.В.Сорокина

Издательство Московского университета
1989

УДК 541 + 378

Сборник задач Московской химической олимпиады 1988 года/ В.В.Сорокин, В.В.Загорский, И.В.Свитанько, А.И.Горбатенко, З.П.Свитанько. - М.: Изд-во МГУ, 1989. - 72 с. - ISBN 5-211-01165-1.

В пособии собраны задачи Московской городской и областной химических олимпиад для 7, 8, 9 и 10 классов, использовавшиеся в 1987/88 учебном году. Ко всем задачам даны подробные решения и пояснения. Это позволяет использовать сборник задач для внеklassной работы учителя химии со школьниками.

Для углубленного изучения школьных курсов неорганической и органической химии.

Рецензент:
кандидат химических наук С.С.Чурачнов

Печатается по постановлению
Редакционно-издательского совета
Московского университета

077(02) - 89 - заказное
ISBN 5-211-01165-1

(C) Издательство Московского
университета, 1989

Предисловие

В постановлении февральского (1988 г.) Пленума ЦК КПСС сказано: "Следует уделять первостепенное внимание развитию индивидуальных способностей учащихся, расширять дифференцированное обучение в соответствии с их запросами и склонностями. Развивать сеть специализированных школ и классов с углубленным изучением различных предметов"¹. Решению этих задач в полной мере отвечает и работа с учащимися старших классов средних общеобразовательных школ в рамках системы химических олимпиад.

При обучении химии важная роль в усвоении химических знаний и формировании практических навыков активного использования этих знаний принадлежит различного типа расчетным и качественным задачам. Их решение как на уроках, так и на факультативах во внеурочное время, на химических олимпиадах и в кружках развивает творческую самостоятельность учащихся, ориентирует их на более глубокое освоение учебного предмета, оказывает профориентационное воздействие.

По умению решать задачи различного типа можно осуществлять отбор наиболее подготовленных и имеющих склонности к естественно-научным дисциплинам учащихся, а также стимулировать чтение дополнительной научно-популярной литературы и учебной химической литературы.

Для руководства Московской городской физической, математической и химической олимпиадами создан оргкомитет под председательством декана механико-математического факультета МГУ им. М.В.Ломоносова члена-корреспондента АН СССР, профессора О.Б.Луланова. В его состав входят представители Главного управления народного образования Мосгорисполкома, Московского городского института усовершенствования учителей, учебно-методического управления МГУ. Задача оргкомитета организовать проведение школьного, районного и городского этапов Московской химической олимпиады и обеспечить участие в ней всех желающих школьников.

Подготовка заданий районного и теоретического этапов осуществляется методической комиссией Московской химической олимпиады,

¹ Постановление Пленума ЦК КПСС от 18 февраля 1988 г. "О ходе перестройки средней и высшей школы и задачах партии по ее осуществлению" // Правда. 1988. 20 февраля.

она же подготовила к выпуску и настоящий сборник задач.

В сборнике представлены задания районного и теоретического туров 1987/88 учебного года для 7, 8, 9 и 10 классов, ко всем задачам даны подробные решения с пояснениями, кроме того, включены все задания заключительного этапа всесоюзной химической олимпиады (их подготовила методическая комиссия по химии Центрального оргкомитета Всесоюзной физико-математической и химической олимпиады). В апреле 1988 г. заключительный тур Всесоюзной олимпиады по химии проходил в г. Вильнюсе.

О проведении практического тура Московской городской и областной химической олимпиад рассказано в главе 2, которая написана канд. хим. наук О.В.Архангельской.

Общие вопросы подготовки и проведения Московской химической олимпиады изложены в главе 5, написанной канд. хим. наук О.К.Лебедевой.

Профессора, преподаватели и научные сотрудники Московского университета и вузов столицы видят свою задачу в воспитании будущих активных строителей коммунистического общества, в приобщении молодежи к глубокому и творческому изучению фундаментальных дисциплин естественнонаучного цикла, в развитии у школьников интереса к окружающему их миру. Можно надеяться, что настоящий сборник задач по химии будет полезен и школьникам, увлекающимся химией, и учителям, воспитывающим любовь и интерес к этой науке у старшеклассников.

Зам. председателя оргкомитета Московской олимпиады по химии заслуженный деятель науки РСФСР,
профессор Е.М.Соколовская

ЧАСТЬ I. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ МОСКОВСКОЙ ГОРОДСКОЙ И ОБЛАСТНОЙ ХИМИЧЕСКИХ ОЛИМПИАД 1987/88 УЧЕБНОГО ГОДА С РЕШЕНИЯМИ

I.I. Задания районного тура Московской городской и областной химической олимпиады

7 класс

7-1. О числе Авогадро ($6 \cdot 10^{23}$) в школьном учебнике сказано, что это число неизмеримо больше, например, числа стаканов воды, заключенных во всех океанах, морях, реках... Вычислите, чему равно это "неизмеримо больше", если общий объем поверхностных вод Земли составляет 1,4 млрд км³, а емкость стакана 0,2 л.

7-2. В оксиде некоторого металла, предположительно трехвалентного, содержится 19,66% кислорода. Установите металл и его истинную валентность.

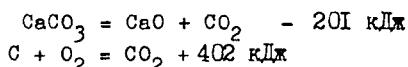
7-3. Внимательно прочтайте описание эксперимента:

"Для приготовления разбавленной серной кислоты в мерную колбу на 250 мл налили 50 мл концентрированной серной кислоты и довели раствор до метки дистиллированной водой. Затем для охлаждения колбу опустили в смесь льда с солью". Какие ошибки Вы обнаружили при чтении этого текста?

7-4. Смесь равных масс железных опилок и порошка серы перемешали в тигле и прокалили. После остывания тигель поместили на одну из чашек весов и уравновесили их. Затем сверху к тиглю поднесли мощный магнит. Изменится ли и, если "да", то каким образом, равновесие весов?

7-5*. Смешали два раствора соляной кислоты: 127 мл с массовой долей II,52% (пл. 1,055 г/мл) и 225 мл с массовой долей I8,43% (пл. 1,090 г/мл). Определите массовую долю кислоты в полученному растворе и его объем, если плотность его равна 1,078 г/мл.

7-6. На основании термохимических уравнений



определите массу углерода, который потребуется для разложения I т карбоната кальция, если 20% теплоты расходуется на нагрев корпуса печи и тепловое излучение.

* Задачи, отмеченные звездочкой, по выбору.

8 класс

8-1. В результате ряда ядерных превращений на ускорителе из продуктов выделен чистый нерадиоактивный хлороводород. Можно ли экспериментально отличить его от чистого хлороводорода, полученного в реакции хлорида натрия с серной кислотой? Дайте обоснованный ответ.

8-2. Железную пластинку массой 10 г опустили в раствор сульфата меди(II) массой 200 г. По окончании реакции железную пластинку вынули из раствора, промыли и высушили. Теперь ее масса стала равна 10,8 г. Определите массовую долю (в %) сульфата меди(II) во взятом растворе.

8-3. Масса 10 л озонированного кислорода равна 15 г. Определите объемный состав смеси.

8-4. Как изменится скорость реакции между молекулами оксида азота(II) и кислорода, если в герметичном сосуде, заполненном смесью этих газов в соотношении 2:1, увеличить давление в 3 раза?

8-5. Химические элементы А и В относятся к одному периоду, но к разным группам и образуют друг с другом соединение АВ. Назовите эти элементы, если единственный оксид элемента А содержит 28,57% кислорода. Напишите формулы оксидов и соответствующих гидроксидов элемента В.

9 класс

9-1. Как разделить смесь следующих сухих солей: хлорида аммония, сульфата меди, сульфата цинка и сульфата бария, выделив каждое соединение в индивидуальном виде или в виде раствора соли? Запишите все необходимые уравнения химических реакций.

9-2. В химической лаборатории потеряна этикетка с банки, содержащей белое вещество. Это вещество хорошо растворимо в воде, при действии на него раствором водным раствором гидроксида натрия выделяется газ с резким запахом.

К раствору, содержащему 4,9 г исходного белого вещества из банки, прилили избыток раствора нитрата серебра. Выпавший осадок отфильтровали, промыли и высушили. Его масса составила 9,4 г.

С названием какого вещества следует приkleять этикетку на банку?

9-3. На химическом предприятии внедряется процесс, в котором в качестве отходов образуются газообразный сероводород и раствор,

содержащий ионы двухвалентного свинца. Чем опасны эти вещества?

Предложите способ обезвреживания отходов данного производства.

9-4. Смесь водорода с воздухом объемом 25,2 л (объем приведен к н.у.) взорвали. Оставшийся газ пропустили через трубку, заполненную нагретым оксидом меди(II). При этом масса вещества в трубке уменьшилась на 4,0 г. Определите объемы водорода и воздуха в исходной смеси. Приведите уравнения всех описанных химических реакций.

9-5. Какие вещества можно получить, располагая сухим нитратом натрия, концентрированной серной кислотой и водным раствором амиака? Приведите уравнения химических реакций.

10 класс

10-1. Сточные воды химического предприятия содержат метanol и со-ли трехвалентного хрома – восстановленной формы одного из самых распространенных в прошлом промышленных окислителей – бихромата калия (или бихромата натрия). Предложите способ очистки сточных вод от этих загрязнителей.

10-2. Предложите метод синтеза бромбензола из неорганических веществ. Запишите уравнения необходимых реакций; укажите условия их проведения.

10-3. Смесь перманганата калия и мела массой 11,32 г растворили в избытке соляной кислоты, при этом выделилось 3,36 л газообразных веществ. Определите массовые доли компонентов исходной смеси. Напишите уравнения химических реакций. (Объем газообразных веществ приведен к н.у.).

10-4. Как известно, в бензоле имеется ароматическая система из шести π -электронов, образующих электронное облако. Пользуясь Периодической системой элементов Д.И.Менделеева, сравните с точки зрения ароматичности бензол и соединение $B_3N_3H_6$, в котором вместо атомов углерода в шестичленном кольце чередуются атомы бора и азота.

10-5. В таблице представлены тепловые эффекты реакций образования некоторых сложных веществ из простых (теплота образования простого вещества равна нулю).

Вещество	Теплоты образования, кДж/моль
CH_4 (газ)	74,9
H_2O (пар)	241,8
CO_2 (газ)	393,5
CO (газ)	110,5

Определите тепловой эффект реакции горения одного моля металла.

I.2. Решение заданий районного тура

7 класс

7-1. $1,4 \cdot 10^9 \text{ см}^3 = 1,4 \cdot 10^{21} \text{ л};$

$$\frac{1,4 \cdot 10^{21} \text{ л}}{0,2 \text{ л}} = 7 \cdot 10^{21} \text{ стаканов.}$$

Отношение: $\frac{6 \cdot 10^{23}}{7 \cdot 10^{21}} = 85,7$ раз, т.е. величины вполне соизмеримые.

7-2. Формула оксида металла: $M_{\text{e}}O_{n/2}$, где n – валентность металла. Пусть относительная атомная масса металла равна x , тогда относительная молекулярная масса его оксида составляет:

$$\frac{x + 16 \cdot n/2}{x + 8n} = 0,1966, \text{ откуда } x = 32,69n.$$

Составим таблицу:

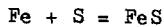
	x	Металл
1	32,69	такого металла нет
2	65,38	Zn
3	98,07	такого металла нет
4	130,76	"
5	163,45	"
6	196,1	"
7	228,83	"
8	261,52	"

Итак, металл – Zn его валентность равна 2.

7-3. В тексте можно найти следующие ошибки:

- 1) взята мерная колба;
- 2) воду приливали к кислоте;
- 3) колбу охлаждали.

7-4.



$$M_x = 56 \quad 32$$

При стехиометрическом соотношении компонентов имеем:

$$\frac{m(\text{Fe})}{m(\text{S})} = \frac{56}{32} = 1,75.$$

В условии задачи указано отношение масс, равное 1. Таким образом, взят избыток серы, поэтому железо прореагировало полностью и равновесие весов меняться не будет.

$$7-5. \text{ Масса I-го раствора } 127 \text{ мл} \cdot 1,055 \text{ г/мл} = 134 \text{ г.}$$

$$\text{Масса HCl в I-м растворе } 134 \text{ г} \cdot 0,1152$$

$$\text{Масса 2-го раствора } 225 \text{ мл} \cdot 1,090 \text{ г/мл} = 245,3 \text{ г.}$$

$$\text{Масса HCl во 2-м растворе } 245,3 \text{ г} \cdot 0,1843 \text{ г/мл} = 45,2 \text{ г.}$$

$$\text{Общая масса HCl } 15,44 + 45,2 = 60,64 \text{ (г).}$$

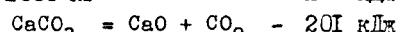
$$\text{Общая масса раствора } 134 + 245,3 = 379,3 \text{ (г).}$$

Массовая доля HCl в полученном растворе равна:

$$\frac{60,64}{379,3} \cdot 100 = 16\%.$$

Объем полученного раствора $379,3 : 1,078 = 352$ (мл)

$$7-6. \quad 1000 \text{ кг} \quad x \text{ кДж}$$



$$100 \text{ кг} \quad 2,01 \cdot 10^5 \text{ кДж}$$

$$\text{Отсюда } x = 2,01 \cdot 10^6 \text{ кДж.}$$

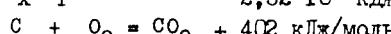
Учтем потерю 20% теплоты на нагрев и излучение:

$$2,01 \cdot 10^6 \text{ кДж} \quad ----- 80\%$$

$$y \text{ кДж} \quad ----- 100\%;$$

$$y = 2,52 \cdot 10^6 \text{ (кДж).}$$

$$x \text{ г} \quad 2,52 \cdot 10^6 \text{ кДж}$$



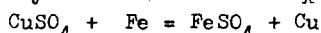
$$M_r = 12$$

$$x = \frac{2,52 \cdot 10^6 \cdot 12}{402} = 7,5 \cdot 10^4 \text{ (г)} = 75 \text{ (кг).}$$

8 класс

8-1. Хлор и водород имеют по два нерадиоактивных изотопа: ^{35}Cl , ^{37}Cl и ^1H , $^2\text{H(D)}$. Соотношение этих изотопов в природном хлоре и водороде постоянно, а в полученных при ядерных превращениях иногда отличается от природного. Поэтому разница может быть обнаружена при точном определении молекулярной массы хлороводорода. При случайном совпадении молярных масс нужно получить из "ядерного" хлороводорода хлор и водород и определить их молярные массы.

$$8-2. \quad y \text{ г} \quad x$$



$$M_r = 160 \quad 56 \quad 64$$

Для 1 моля меди увеличение массы пластинки - 8 г; при увеличении массы на 0,8 г:

$$x = (64 \cdot 0,8) / 8 = 6,4 \text{ г Cu}$$

$$y = (160 \cdot 0,8) / 8 = 16 \text{ г CuSO}_4$$

10 г железа обеспечивают избыток железа, значит вся медь выделилась, в растворе было 16 г соли. Массовая доля сульфата меди равна:

$$\frac{16}{200} \cdot 100 = 8\% \text{ CuSO}_4.$$

8-3. Объем O_2 примем за x , тогда объем O_3 равен $(10-x)$. Масса 1 л O_2 составляет $32/22,4$ (г); 1 л O_3 - $48/22,4$ (г).

$$\frac{32}{22,4} x + \frac{48}{22,4} (10-x) = 15 \text{ (г)},$$

отсюда $x = 9$ л O_2 и 1 л O_3 .

8-4. Уравнение реакции: $2NO + O_2 = 2NO_2$.

Обозначим концентрацию NO буквой a , O_2 - b , тогда до изменения давления $v_1 = ka^2 b$. При увеличении давления концентрация увеличилась в 3 раза, скорость равна:

$$v_2 = k(3a)^2 \cdot 3b;$$

увеличение скорости реакции: $v_2/v_1 = 27$ раз.

8-5. На основании содержания кислорода в оксиде запишем:

$$\frac{x}{71,43} = \frac{16}{28,57}; x = 40,0.$$

Оксиды типа M_2O , M_2O_3 , MO_2 не подходят; следовательно, это MO или CaO .

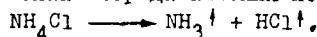
Соединение AB кальций может образовать с селеном.

Оксиды: CaO , SeO_2 , SeO_3 ;

гидроксиды: $Ca(OH)_2$, H_2SeO_3 , H_2SeO_4 .

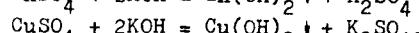
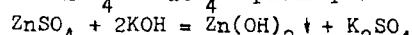
9 класс

9-I. Возгонка хлорида аммония из сухой смеси:



Растворение смеси в воде ($BaSO_4$ - останется).

Разделение $ZnSO_4$ и $CuSO_4$ в растворе:

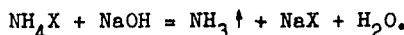


Избыток разбавленного KOH: $Zn(OH)_2 + 2 KOH = K_2[Zn(OH)_4]$.

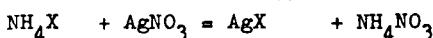
Из осадка: $Cu(OH)_2 + H_2SO_4 = CuSO_4 + 2 H_2O$.

Из раствора: $K_2[Zn(OH)_4] + 2H_2SO_4 = K_2SO_4 + ZnSO_4 + 2H_2O$.

9-2. Вещество - соль аммония:



Определение аниона - "галогенид"



$$\begin{array}{l} M_r = x + 18 \\ 4,9 \text{ г} \end{array} \quad \begin{array}{l} x + 108 \\ 9,4 \text{ г} \end{array}$$

Отсюда $x = 80$, т.е. галогенид - бромид. Этикетка на банке - бромид аммония.

9-3. Обезвреживание отходов:

для Pb^{2+} : осаждение в виде $PbCO_3$, $PbSO_4$;

для H_2S : сжигание, поглощение раствором гидроксида натрия:

$2H_2S + 3O_2 \rightarrow 2SO_2 + 2H_2O$; $H_2S + 2NaOH \rightarrow Na_2S + 2H_2O$,
а также пропускание H_2S в сточные воды с образованием нерастворимого PbS .

9-4. Оставшийся газ - водород, так как



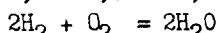
Расчет: $80 - 64 = 16$,

$$\Delta M_r : 16 = 22,4,$$

$$\Delta m : 4 = x,$$

$$x = 5,6 \text{ (л } H_2\text{)}.$$

$$25,2 - 5,6 = 19,6 \text{ (л)},$$



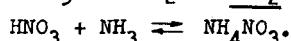
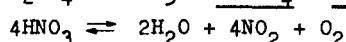
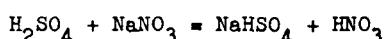
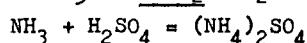
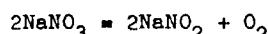
$$V_{H_2} : V_{O_2} = 2:1,$$

следовательно $V_{H_2} : V_{\text{возд.}} = 2:5$.

Всего 19,6 л, значит $V_{H_2} : V_{\text{возд.}} = 5,6:14$.

В исходной смеси: $5,6 + 5,6 = 11,2 \text{ л } H_2$ и 14 л воздуха.

9-5. Уравнения возможных химических реакций:



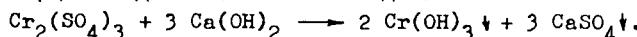
II

10 класс

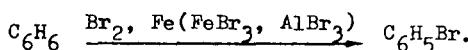
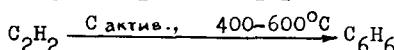
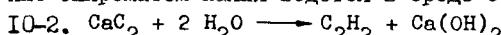
10-1. Наиболее простой способ – отгонка метанола. В отличие от остальных легких спиртов, он перегоняется индивидуально, без воды (не образует азеотропов). Еще один из вариантов – выжигание метанола из сточных вод:



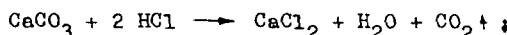
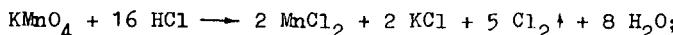
Соли хрома (III) осаждают известковой водой:



Трехвалентный хром присутствует в виде сульфата, так как окисление бихроматом калия ведется в среде серной кислоты.



10-3. Уравнения химических реакций:



$$M_r (\text{KMnO}_4) = 158; M_r (\text{CaCO}_3) = 100.$$

Примем количество KMnO_4 за "x" моль, а CaCO_3 – за "y" моль.

Тогда масса исходной смеси: $158x + 100y = 11,32$ (г).

Объем выделившегося хлора $5/2 \cdot 22,4x$ (л).

Объем выделившегося CO_2 $22,4y$ (л).

$$\text{Сумма: } 5/2 \cdot 22,4x + 22,4y = 3,36.$$

Получим систему 2-х уравнений с двумя неизвестными:

$$\begin{cases} 158x + 100y = 11,32; \\ 5/2 \cdot 22,4x + 22,4y = 3,36; \end{cases}$$

$$158x - 250x + 15 = 11,32, \quad 92x = 3,68, \quad x = 0,04;$$

$$2,5x + y = 0,15, \quad y = 0,15 - 2,5x, \quad y = 0,05.$$

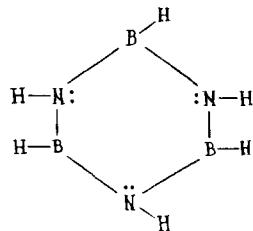
Масса KMnO_4 равна $158 \cdot 0,04 = 6,32$ (г);

масса CaCO_3 равна $100 \cdot 0,05 = 5,0$ (г) (сумма = 11,32 г).

$$\omega (\text{KMnO}_4) = \frac{6,32}{11,32} \cdot 100 = 55,83\%;$$

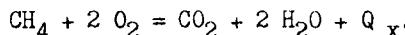
$$\omega (\text{CaCO}_3) = \frac{5,0}{11,32} \cdot 100 = 44,16\%.$$

10-4. Структурная формула $\text{B}_3\text{N}_3\text{H}_6$ согласно условию имеет вид:



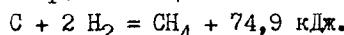
Система р-электронов трех атомов азота отличается от бензольной только полярностью ($X - Y$)-связи; шесть р-электронов должны образовать аналогичную бензольной ароматическую систему.

10-5. Реакция горения метана:

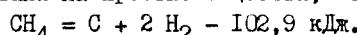


Разобьем условно реакцию на три стадии и, используя данные таблицы по теплотам образования веществ, запишем следующее.

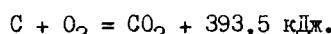
I. Образование метана из простых веществ:



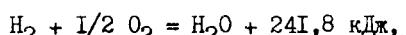
а разложение 1 моль метана на простые вещества, соответственно:



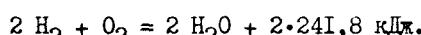
2. Образование 1 моль оксида углерода(IV) из простых веществ:



3. Образование 1 моль водяного пара из простых веществ:



или 2 моль водяного пара:



Сумма тепловых эффектов трех стадий дает общий тепловой эффект реакции горения 1 моль метана:

$$Q_{\text{вн}} = -74,9 + 393,5 + 2 \cdot 241,8 = 802,2 \text{ кДж.}$$

I.3. Задания теоретического тура Московской городской и областной химической олимпиады

7 класс

7-1. В каждом пункте предлагаемого задания содержится один правильный ответ. Вам необходимо ознакомиться с каждым вопросом и выбрать этот правильный ответ.

1. В каком из соединений содержится больше углерода в процентах по массе?



2. Из атомов скольких элементов состоит молекула углекислого газа?

- а) 2, б) 3, в) 4, г) 5.

3. Какой из элементов наиболее распространен во Вселенной?

- а) кислород, б) водород, в) гелий, г) кремний.

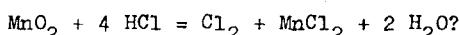
4. С каким из перечисленных веществ может взаимодействовать углекислый газ? Запишите уравнения и укажите условия протекания реакций.

- а) азот, б) аргон, в) оксид фосфора(У), г) оксид кальция,
д) оксид серы(ІІ).

5. Какое из приведенных утверждений справедливо для щелочных металлов?

- а) Реагируют с кислородом воздуха только при повышенной температуре,
б) растворяются в воде с выделением водорода,
в) реагируют с инертными газами, выделяя большое количество теплоты,
г) имеют высокую температуру плавления.

6. Какой тип реакции представлен уравнением



- а) Разложения, б) окисления–восстановления, в) нейтрализации, г) соединения.

7. Какое из перечисленных простых веществ не взаимодействует с кислородом?

- а) Графит, б) калий, в) водород, г) неон, д) сера,
е) фосфор.

8. Укажите ряд, содержащий только основные оксиды:

- а) Na_2O , CaO , CO_2 ; б) SO_3 , CuO , CrO_3 ;
в) K_2O , CuO , Fe_2O_3 ; г) P_2O_5 , SO_2 , SO_3 .

9. Сосуд объемом 5 л заполнили чистым кислородом при н.у., подожгли в нем 1 г фосфора и герметично закрыли. Какие вещества образуются в сосуде после окончания реакции?

- а) оксид фосфора (У), б) оксид фосфора (У) и фосфор,
в) оксид фосфора (У) и кислород, г) оксид фосфора (У),
кислород и фосфор.

10. Какая из приведенных реакций относится к реакциям разложения?

- а) $\text{KOH} + \text{HCl} \rightarrow$, б) $\text{KMnO}_4 \rightarrow$,
в) $\text{Fe} + \text{O}_2 \rightarrow$, г) $\text{BaCl}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$.

II. Для осушения хлороводорода лучше всего применять

- а) тв. P_2O_5 , б) тв. $\text{Ca}(\text{OH})_2$, в) тв. CaO , г) тв. K_2CO_3 .

12. Изотопы элемента различаются по

- а) числу нейтронов, б) числу протонов,
в) числу электронов, г) числу валентных электронов.

13. Элемент галлий открыл

- а) Д.И.Менделеев, б) К.Винклер,
в) Л. де Вуабодран, г) Г.Кавендиш.

14. Какое из приведенных утверждений является неверным? Растворы кислот

- а) взаимодействуют со щелочами,
б) окрашивают раствор лакмуса в красный цвет,
в) окрашивают раствор метилоранжа в красный цвет,
г) окрашивают раствор фенолфталеина в малиновый цвет.

15. Какое из перечисленных веществ является простым?

- а) гипс, б) мрамор, в) фосфор, г) малахит.

7-2. Известняк массой 2 г обработали избытком раствора соляной кислоты. При этом выделилось 0,4 л газа (н.у.). Определите массовую долю карбоната кальция в известняке, если известно, что в нем не содержится примесей, реагирующих с соляной кислотой.

7-3. В четырех пробирках находятся растворы хлорида бария, серной кислоты, карбоната натрия и сульфата натрия. Как распознать их, не имея под рукой химических реагентов (в том числе и индикаторов)?

7-4. В вашем распоряжении имеются вода, воздух, сера и кальций. Не используя других реагентов, получите максимальное число новых веществ. Приведите уравнения реакций и условия их проведения.

7-5. Галогенид щелочного металла содержит приблизительно 50% металла по массе. Определите металл и галоген.

8 класс

8-1. Элементы А, В, С принадлежат соответственно I, II, III периодам Периодической системы и могут взаимодействовать между собой, образуя соединения A_2B , AC и B_2C_2 . Соединения AC и B_2C_2 могут реагировать с A_2B , в обеих реакциях выделяются газы. Если выделив-

шиеся газы смешать и поджечь, получится одно из исходных соединений. Напишите уравнения реакций, назовите элементы и соединения.

8-2. По тоннелю длиной 10 км и площадью поперечного сечения 50 м² за 1 ч проезжают в оба конца в среднем 1000 автомобилей. Рассчитайте, через какое время после выхода из строя вентиляции концентрация оксида углерода(II) достигнет опасного для человека уровня (0,1% по объему). Среднее потребление бензина одним автомобилем 10 л на 100 км; плотность бензина 0,75; в его составе 14% водорода, остальное - углерод. Объемное содержание CO₂ в выхлопных газах в 20 раз больше, чем CO. Давление в тоннеле 1 атм; температура 0°C.

8-3. При взаимодействии двух веществ A и B выделяется газ C, который содержит общий для A и B элемент. Газ C реагирует с горячим раствором гидроксида калия, при этом получается вещество A. Газ C также реагирует с газом D при освещении, образуя B. Определите вещества, напишите уравнения реакций.

8-4. Смесь оксидов азота(II) и (IV) объемом 5,6 л (н.у.) была смешана с 2 л кислорода, затем газы пропустили через раствор, содержащий 30 г гидроксида калия. Анализ газа (0,5 л при н.у.), прошедшего через раствор, показал, что это кислород. Определите состав исходной газовой смеси в объемных процентах и вычислите массовые доли веществ в растворе (конечная масса раствора 1 кг).

8-5. При обработке смеси двух металлов разбавленной серной кислотой выделилось 0,45 моль газа. Валентность этих металлов в соединениях II и III. Отношение числа атомов металлов в смеси 3:I, отношение масс металлов в смеси I:I. Определите массу смеси.

8-6. При растворении 3,8 г смеси карбоната и гидрокарбоната натрия в соляной кислоте выделилось 896 мл газа (н.у.). Какой минимальный объем (мл) 10%-ного раствора HCl (пл. 1,05) израсходован для растворения?

9 класс

9-1. В пяти пробирках без надписей находятся растворы HCl, H₂SO₄, HNO₃ с массовой долей 20% и концентрированные HNO₃ (98%) и H₂SO₄ (96%). Как определить содержимое каждой из пробирок, используя минимальное число реагентов?

9-2. Неорганическое соединение содержит 12,28% азота, 3,50% водорода, 28,07% серы и кислород. Назовите это соединение и кратко охарактеризуйте его свойства.

9-3. Два высших галогенида некоторого металла, образованные разными галогенами, представляют собой твердые кристаллические вещества и имеют относительные молекулярные массы 84 и 267. Определите формулы этих соединений.

9-4. При осторожном действии воды на бинарное соединение А, образованное двумя неметаллами, получается высший оксид В (белое кристаллическое вещество) и летучее водородное соединение С.

Действие на А избытка воды приводит к С и Д. Окисление А кислородом дает В и газ Е, имеющий плотность вдвое большую, чем кислород. Е реагирует с С в объемном соотношении 1:2, образуя воду и простое вещество Г, которое также может быть получено при осторожном окислении С. Назовите все упомянутые вещества и приведите уравнения химических реакций.

9-5. К смеси гидроксида и карбоната кальция осторожно прибавили некоторое количество соляной кислоты. При этом смесь полностью растворилась и выделилось 0,896 л газа (н.у.). Полученный раствор упарили досуха. При упаривании выделилось еще 0,448 л газа (н.у.), масса сухого остатка составила 14,21 г. Определите массы гидроксида и карбоната кальция в исходной смеси.

9-6. К 5,6 л (н.у.) смеси NO и NO₂ добавили 2,0 л кислорода (н.у.) и пропустили через 2,5 л раствора KOH (11,2 KOH в 1 л раствора). Анализ газа, прошедшего через раствор, показал, что это чистый кислород, его объем (н.у.) равен 0,5 л. Определите состав исходной смеси и молярную концентрацию раствора после прохождения газовой смеси.

9-7. В настоящее время большое значение придается разработке безотходных и экологически чистых технологий с низкой энергоемкостью. Исходя из этих требований, предложите схему получения важного азотного удобрения – аммиачной селитры. В качестве исходных соединений можно использовать любые встречающиеся в природе вещества.

10 класс

10-1. Сравните продукты реакций отщепления бромоводорода от 1,2-дибромгексана и 1,2-дибромциклогексана. Ответ обоснуйте.

10-2. Два газа А и Б реагируют при комнатной температуре только в присутствии воды, образуя смесь солей В и Г с одинаковым качественным, но различным количественным составом. Эта смесь при осторожном нагревании выделяет газы Д и Е. Газ Д может реагиро-

ваться с водородом с образованием А, или с избытком кислорода с образованием Б. Определите вещества А-Е, укажите условия проведения упомянутых реакций.

10-3. Жидкость А реагирует с фенолом в присутствии NaOH по схеме $A + 2 C_6H_5OH$, образуя ароматическое вещество Б (температура кипения ниже, чем у фенола), не дающее окрашивания с $FeCl_3$; образуется также сульфат натрия. Сульфат натрия и метанол образуются и при нагревании А с водным NaOH. На основании данных условия задачи установите структуру вещества А; ответ обоснуйте.

10-4. Пары этиленгликоля в количестве 0,5 моль смешали с кислородом и при температуре около $500^{\circ}C$ пропустили над серебряным катализатором. Этиленгликоль прореагировал полностью; образовались два углеродсодержащих продукта с молярными массами, относящимися как 14,5:15, и углекислый газ. Продукты реакции, охлажденные до комнатной температуры, могут выделить 151,2 г серебра из аммиачного раствора оксида серебра; а CO_2 способен прореагировать с раствором 21,2 г Na_2CO_3 . Определите выход продуктов в молях, напишите уравнения соответствующих реакций.

10-5. Неорганическая кислота содержит серу с массовой долей 56,14%, кислород и водород. Определите эту кислоту. Ответ подтвердите расчетом.

10-6. Раствор неизвестной соли, имеющий щелочную реакцию, при нагревании медленно нейтрализовали хлоридом аммония. На это ушло 2,675 г NH_4Cl ; в результате выделилось 1,70 г газообразных веществ, а сухой остаток после упаривания полученного раствора представляет собой хлорид натрия. Определите исходную соль, если известно, что она не проявляет окислительных свойств.

10-7. Один из промышленных способов получения метанола состоит в следующем: природный продукт А реагирует с природным продуктом Б при высокой температуре с образованием смеси газов В и Г, которая реагирует в присутствии катализатора, образуя метанол. О каких веществах и реакциях идет речь? Какие примеси может содержать полученный метанол и как его очистить от этих примесей?

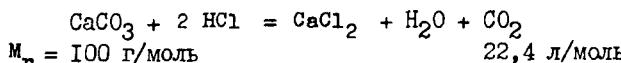
I.4. Решение задач теоретического тура

7 класс

- 7-I. 1) в, 3) б, 5) б, 7) г, 9) в, II) а,
2) а, 4) г, $CaO + CO_2 = CaCO_3$, 6) б, 8) в, IO) б, I2) а,

I3) в, I4) г, I5) в.

7-2. $x \text{ г}$ 0,4 л



$$x = - \frac{0.4 \cdot 100}{22,4} = 1,79 \text{ (г).}$$

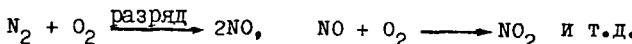
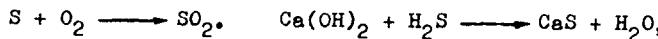
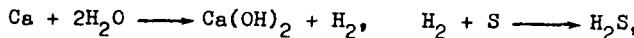
В известняке содержится $(1,79 : 2) \cdot 100 = 89,3\%$ CaCO_3 .

7-3. Составим таблицу взаимодействия растворов друг с другом попарно:

Вещества	BaCl_2	H_2SO_4	Na_2CO_3	Na_2SO_4	Наблюдения
BaCl_2	-	$\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4 \downarrow$	$\text{Ba}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} = \text{BaCO}_3 \downarrow$	$\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4 \downarrow$	в трех случаях выпадает осадок
H_2SO_4	$\text{SO}_4^{2-} + \text{Ba}^{2+} = \text{BaSO}_4 \downarrow$	-	$\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$	не взаимодействуют	в одном случае выпадает осадок, в другом выделяется газ
Na_2CO_3	$\text{CO}_3^{2-} + \text{Ba}^{2+} = \text{BaCO}_3 \downarrow$	$\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$	-	не взаимодействуют	в одном случае выпадает осадок, в другом выделяется газ
Na_2SO_4	$\text{SO}_4^{2-} + \text{Ba}^{2+} = \text{BaSO}_4 \downarrow$	не взаимодействуют	не взаимодействуют	-	осадок выпадает только в одном случае

Итак, хлорид бария и сульфат натрия определены. Необходимо различить карбонат натрия и серную кислоту. Упарим оба раствора, тогда их можно различить по сухому остатку карбоната натрия.

7-4. Можно осуществить следующие превращения:



7-5. Формула галогенида щелочного металла MeX , где Me – металл, X – галоген. При содержании 50% металла отношение атомных масс металла и галогена близко к 1. Составим таблицу отношений атомных масс Me/X :

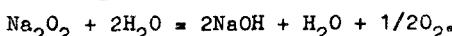
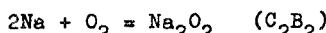
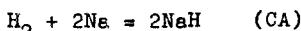
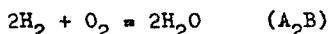
Me	X	F	Cl	Br	I
Li		0,37	0,20	0,09	0,05
Na		1,21	0,65	0,29	0,18
K		2,05	1,09	0,49	0,31
Rb		4,50	2,41	1,07	0,67
Cs		7,00	3,74	1,66	1,05

Отношение атомной массы металла к атомной массе галогена близко к I для следующих солей:

Соль	Массовая доля металла, %
NaF	55
KCl	52
RbBr	52
CsI	51

8 класс

8-1. А - только водород, В - кислород, С - натрий.



8-2. Объем тоннеля $50 \cdot 10^4 = 5 \cdot 10^5$ (m^3). В тоннеле сгорает за I ч

$$10 \cdot 0,75 \cdot 1000 \cdot \frac{10}{100} = 750 \text{ (кг) бензина.}$$

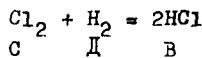
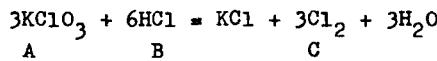
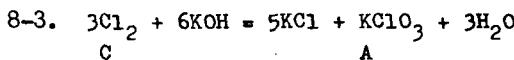
В бензине содержится

$750 \cdot 0,86 = 645$ (кг) углерода, или $645:12 = 53,8$ (кг-моль) углерода,

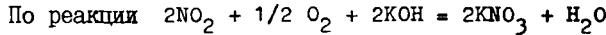
I 2I даст $53,8:2I = 2,56$ (кг-моль CO), или $22,4 \cdot 2,56 = 57,3$ (m^3) CO.

Опасная концентрация CO

$0,1\%$, или $10^{-3} \cdot 5 \cdot 10^5 = 500$ (m^3) CO
будет достигнута за $(500:57,3) = 8,5$ ч.



8-4. В избытке кислорода протекает реакция $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$.
Объем не меняется (по N), т.е. имеем $5,6/22,4 = 0,25$ моль NO_2 .



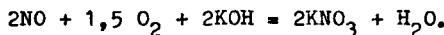
$$M_r = 56 \quad 101$$

расходуется также 0,25 моль, или $56 \cdot 0,25 = 14$ (г) KOH.

$$\text{В 1 кг раствора останется } \frac{30-14}{1000} \text{ 100} = 1,6\% \text{ KOH}$$

и $101 \cdot 0,25 = 25,25$ (г), или 2,525% KNO_3 .

Суммарная реакция для NO:



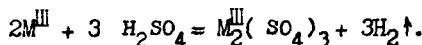
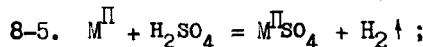
Израсходовано $2-0,5 = 1,5$ (л) O_2 .

Если x – объем NO в смеси NO и NO_2 , то расход кислорода равен

$$\frac{3}{4}x + \frac{1}{4}(5,6 - x) = 1,5,$$

$$x = 0,2 \text{ л (NO)} \text{ или } \frac{0,2}{5,6} \text{ 100} \approx 3,7\%$$

$$\text{NO}_2 : \frac{5,4}{5,6} \text{ 100} = 96,3\%.$$



Если $M(\text{II}) : M(\text{III}) = 1:3$, то для равных масс в смеси подходит только пара $3\text{Ga} - \text{Po}$



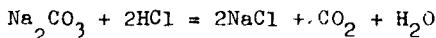
Однако ^{210}Po имеет период полураспада всего 140 сут.

Если $M(\text{II}) : M(\text{III}) = 3:1$, то для равных масс в смеси – пара

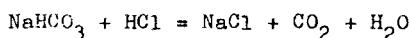


1 моль Al смесь выделит 9 г, или 4,5 моль водорода. Для 0,45 моль H_2 потребуется $54 \frac{0,45}{4,5} = 5,4$ г смеси.

8-6. Примем: Na_2CO_3 - x моль, NaHCO_3 - y моль.



$$M_r = 106$$



$$M_r = 84$$

$$106x + 84y = 3,8$$

$$22,4(x+y) = 0,896$$

$$x = y = 0,02$$

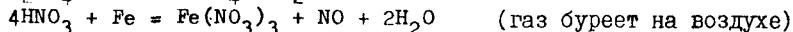
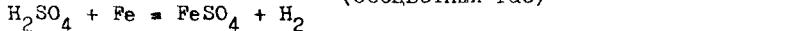
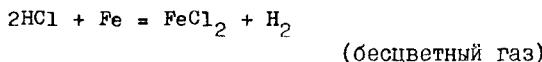
По уравнению потребуется 0,04 моль HCl для средней соли и 0,02 моль для кислой:

$$0,06 \text{ моль} \cdot 36,5 = 2,19 \text{ г.}$$

Масса раствора (10%) равна 21,9 г, объем - 20,85 мл.

9 класс

9-I. HNO_3 (конц.) при нагревании разлагается, что можно обнаружить по изменению цвета. Взаимодействием с железом однозначно определяется H_2SO_4 (конц.) и HNO_3 (разб.):



HCl и H_2SO_4 (20% - н.у.) можно отличить с помощью второго реактива, например AgNO_3 (выпадает AgCl).

9-2.

$$\text{N : H : S : O} = \frac{12,28}{14} : \frac{3,50}{1} : \frac{28,07}{1} : \frac{56,15}{16} = 1:4:1:4.$$

Простейшая формула NH_4SO_4 .

Это - персульфат аммония $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$. Взаимодействует со щелочами с выделением NH_3 как и все соли аммония. Является сильным окислителем.

9-3. $\left. \begin{array}{l} M_x \\ M_y \end{array} \right\}$ формулы галогенидов,

m, x, y - относительные атомные массы соответствующих элементов.

$$\begin{aligned} m + nx &= 84 & n(y - x) &= 183, & y - x &= \frac{183}{n}. \\ m + ny &= 267 \end{aligned}$$

$P = 19$, $C_1 = 35,5$, $B_r = 80$, $I = 127$.

$n \neq I$, так как таких галогенов быть не может.

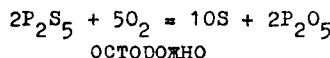
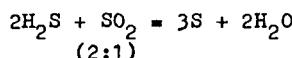
Если $n = 2$, $u - x = 9I, 5$; тогда $m = 84 - 7I = 13$, такого металла нет.

Если $n = 3$, $u - x = 6I$, бром и фтор; тогда $m = 27$, алюминий. Это AlF_3 и $AlBr_3$.

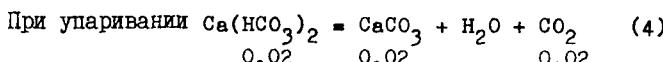
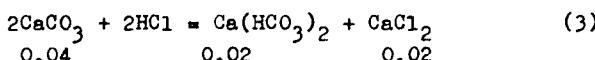
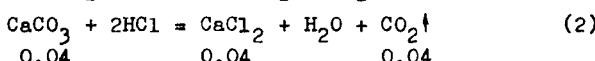
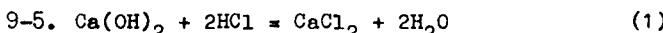
n не может быть > 3 (4, 5, 6), так как в этом случае галогениды не были бы твердыми кристаллическими веществами.

9-4. A - P_2S_5 , B - P_2O_5 , C - H_2S ; D - HPO_3 (или H_3PO_4), E - SO_2 , F - S.

($\mu_{SO_2} = 32$, $\mu_{O_2} = 16$. Плотность SO_2 вдвое больше, чем плотность O_2)



Возможны другие варианты решений: As_2S_5 .



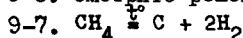
Выделилось 0,02 моль CO_2 (0,448 л по условию), значит, было 0,02 моль $Ca(HCO_3)_2$, и в реакцию (3) вступило 0,04 моль $CaCO_3$. По реакции (2) выделилось 0,04 моль CO_2 (0,896 л по условию). Значит, в ней вступило 0,04 моль $CaCO_3$. Таким образом, в исходной смеси было $0,04 + 0,04 = 0,08$ моль $CaCO_3$, что составляет 8 г.

Масса сухого остатка, полученного после прокаливания, складывается из массы $CaCl_2$, полученного в реакциях (1), (2), (3) и массы $CaCO_3$, полученного в реакции (4). Пусть масса $CaCl_2$ из реакции (1) составляет x (г). Тогда $x + 0,04 \cdot III + 0,02 \cdot III + 0,02 \cdot I = 14,21$. Отсюда $x = 5,55$ г, что составляет 0,05 моль.

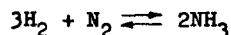
Следовательно, в реакцию (I) вступило 0,05 моль, или $74 \cdot 0,05 = 3,7$ г $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

Исходная смесь содержит 8 г CaCO_3 и 3,7 г $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

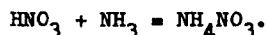
9-6. Смотрите решение задачи 8-7.



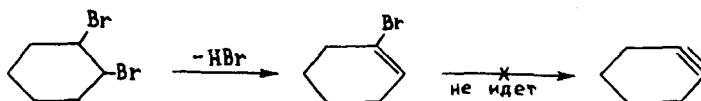
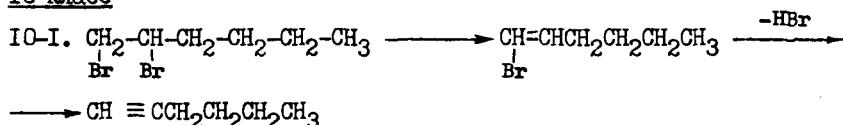
побочный продукт (сажа) используется в резиновой промышленности.



NH_3 превращают в азотную кислоту по обычной схеме.



I0 класс

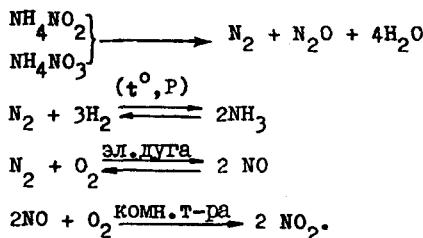


Объяснение: **вр**-гибридизация означает, что C ≡ C-связь линейна, такой цикл был бы напряженным и не образуется.

I0-2. A - NH_3 , B - NO_2



Д, Е - N_2 , N_2O



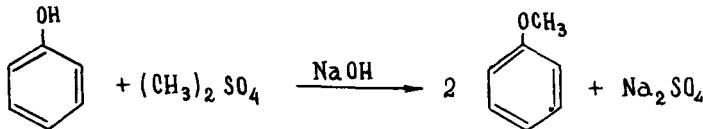
I0-3. A - $(\text{CH}_3\text{O})_2\text{SO}_2$

Б - не дает окрашивания с FeCl_3 , т.е. не содержит фенольной OH-группы.

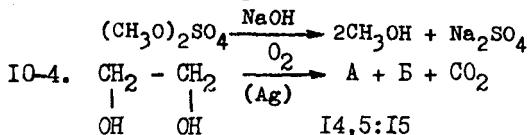
А - содержит сульфат, так как образует его во всех реакциях, а также метил, так как при щелочном гидролизе образует водный

раствор NaOH.

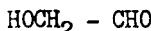
Следовательно, A - $(\text{CH}_3)_2\text{SO}_4$, его реакция с фенолом:



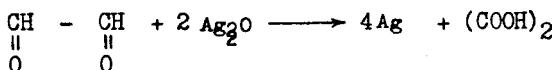
Температура кипения ниже, чем у исходного фенола, так как молекулы не связаны водородными связями.



Одно из А и Б содержит альдегидную группу, так как окисляется аммиачным раствором оксида серебра. Соотношение молекулярных масс: I4,5 : I5 - А и Б содержат одинаковое количество О-атомов и различаются только Н-атомами. Значит это

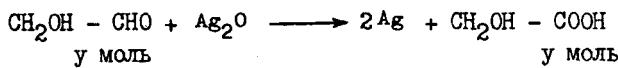


A

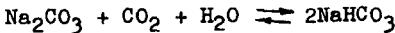


x моль

x моль



$$(4x + 2y) \cdot 108 = 151,2 \text{ г Ag}$$



21,2 г $\text{NaHCO}_3 = 0,2$ моль $\longrightarrow 0,2$ моль CO_2 . Таким образом, из 0,5 моль исходного $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ 0,1 моль образуют 0,2 моль CO_2 на А и Б пошло $(x + y) = 0,4$ моль этиленгликоля

$$4x + 2y = \frac{151,2}{108} = 1,4;$$

$$\left\{ \begin{array}{l} 2x + y = 0,7, \\ x + y = 0,4; \end{array} \right.$$

$$2x + (0,4 - x) = 0,7, \\ x = 0,7 - 0,4 = 0,3, \quad y = 0,1.$$

10-5. Формула кислоты — $H_aS_2O_c$:

$$a : b : c = \frac{x}{I} : \frac{56,14}{32} : \frac{43,86 - x}{16},$$

x — % содержания H в молекуле.

Пусть z — степень окисления серы. Тогда $a + z b - 2c = 0$ — условие электронейтральности молекулы. В это уравнение можно подставить отношения a , b , c :

$$x + 1,75z - 2(2,74 - \frac{x}{16}) = 0,$$

отсюда $x = 4,87 - 1,55z$, т.е. $0 < x \leq 4,87$, так как $z > 0$ и $x > 0$,

$$\% O = \frac{43,86 - x}{16} \Rightarrow 39 < \% O \leq 43,86.$$

$$\text{Из I-го отношения } I,75 : \frac{39}{16} < b : c < I,75 \cdot \frac{43,86}{16},$$

или $I:1,4 < b:c < I:1,57$. Так как $b:c$ — числа атомов в молекуле, очевидно, что $b:c = 2:3$. $H_aS_2O_3$ — формула кислоты (или $H_aS_4O_6$).

$$\text{Из соотношения } a:b = \frac{x}{I} : \frac{56,14}{32} = 3:2$$

получаем $\frac{32x}{56,14} = \frac{3}{2}$, отсюда $x = 1,75$ (%), а формула кислоты — $H_2S_2O_3$.

10-6. Поскольку сухой остаток содержал только $NaCl$, а исходная соль обязана содержать кислотный остаток, то газы, выделившиеся в реакции — это аммиак и гидрид кислотного остатка (кислота в газообразном виде).

Пусть a — валентность кислотного остатка X , тогда уравнение реакции можно записать так:



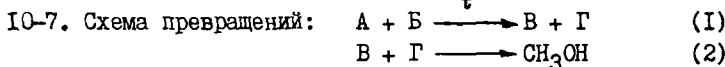
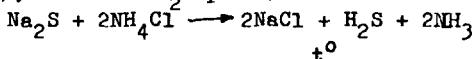
Расчет подтверждает предположение о составе газов:



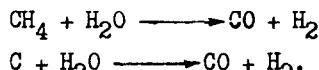
Составим пропорцию:

$$\begin{array}{l} 53,5 \text{ г } \text{NH}_4\text{Cl} \longrightarrow 18a+x \text{ г газов} \\ 2,675 \quad \text{NH}_4\text{Cl} \longrightarrow 1,70 \text{ г газов} \\ 53,5 \cdot 1,70 = 2,675(18a + x) \\ 34a = 18a + x \\ 16a = x. \end{array}$$

а принимает значения 1,2; 3; ..., тогда $x = 32$, а = 2 (единственное решение), соль - Na_2S реакция:



Из уравнения (2) следует, что В и Г - газы, состоящие из атомов С, Н, О, т.е. имеется 2 варианта: $\text{CO} + \text{H}_2$; $\text{CO}_2 + \text{H}_2$. Подходит первый:



Таким образом, природный продукт А - С (уголь) или CH_4 (метан). Метанол содержит примеси катализатора и воды. Очистка от воды - см. в решениях районного этапа, 10 класс; катализатор - обычно карбонили металлов - не перегоняется при дистилляции.

ГЛАВА 2. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ ТУР МОСКОВСКОЙ ГОРОДСКОЙ И ОБЛАСТНОЙ ХИМИЧЕСКИХ ОЛИМПИАД

Экспериментальный тур Московской городской и областной химической олимпиады школьников проводится через две недели после теоретического тура. Это время дается школьникам для подготовки к следующему туру олимпиады. По рекомендованной литературе они пишут реферат, тематически связанный с предстоящей практической работой. Школьникам предлагается самый разнообразный эксперимент, с учетом их знаний, полученных в том или ином классе школы.

Тема рефератадается каждому участнику индивидуально, через день после проведения теоретического тура. Школьники имеют в своем распоряжении практически 12 дней для разработки конкретно поставленной темы и подготовки реферата. Объем реферата обычно ограничивается половиной школьной тетради (6 стр.). Обязательным является цитирование не менее 2-3 источников литературы, изложение материала "своими словами". Главная задача - раскрытие в реферате химической сути предмета или описываемого явления. Желательно указать возможности использования тех или иных химических объектов, описываемых в реферате, на практике.

На химическом факультете 12 кафедр принимает (или принимали) в своих практикумах участников олимпиады. Некоторые кафедры по сложившимся традициям в течение не одного десятка лет активно участвуют в практическом туре. Это кафедры органической, неорганической, общей, физической химии, радиохимии и химической технологии, химии высокомолекулярных соединений.

Около тридцати девятиклассников знакомятся с качественным и количественным анализом на кафедре аналитической химии, а около десяти - изучают свойства сильных и слабых электролитов на кафедре высокомолекулярных соединений.

Два года подряд открывал свои двери перед участниками олимпиады практикум кафедры физики и химии высоких давлений (синтез гидридов, алмаза, газовые превращения при высоком давлении). Пять кафедр химического факультета готовят задания для десятиклассников. Наибольшее число участников (до 80) принимает кафедра органической химии. Школьники имеют возможность провести синтез органических соединений и выполняют опыты, демонстрирующие

¹ Кроме химического факультета МГУ экспериментальный тур проводится еще в четырех базовых вузах Москвы: МХТИ, МИТХТ, МИХМ и МПИ.

свойства основных классов органических соединений. С интересом участвуют ребята в практическом туре на кафедре радиохимии и химической технологии (определение периода полураспада изотопа ^{56}Mn) и на кафедре высокомолекулярных соединений (синтез и свойства природных объектов: бензоилглицина, ацетилглицина, бензоилкарбонилаланина, бензохинона).

В 1986/87 учебном году приняла участие в практическом туре кафедра химии нефти и оргкатализа. Пять десятиклассников выполняли работу по тонкослойной хроматографии динитрофенилгидразонов, альдегидов и кетонов.

Задачи, предлагаемые кафедрами химического факультета МГУ для школьников из года в год видоизменяются и дополняются. Всего химический факультет МГУ принимает в своих практикумах от 200 до 300 школьников 7-10 классов.

На экспериментальный тур школьники приходят уже подготовленными к выполнению практической задачи, поскольку ее содержание совпадает с темой написанного реферата. В практическом туре оцениваются реферат, собеседование по теме реферата и задачи, экспериментальное выполнение работы.

Предварительная подготовка школьников к практическому туру позволяет им более полно и разносторонне проявить свои способности, а преподавателям и членам жюри олимпиады – объективно оценить знания ребят, их умение логически мыслить, проверить экспериментальные навыки.

Кроме того, описанная форма проведения экспериментального тура дает возможность принимать участие в проведении олимпиады кафедрам не только общего профиля (общей, неорганической, органической и аналитической химии), но и специальным (химической кинетики, нефти и оргкатализа, химической технологии и радиохимии, химии высокомолекулярных соединений, физической химии, физики и химии высоких давлений).

Таким образом школьники, начиная с 7 класса в течение четырех лет выполняют практические задания на различных кафедрах и получают широкое представление о химическом факультете, его практикумах и лабораториях. Немаловажную роль играет и общение учащихся с сотрудниками факультета во время экспериментального тура.

Примеры практических задач

7 класс

7-1. Очистка пентагидрата сульфата меди перекристаллизацией из раствора.

Чтобы выделить 10 г медного купороса нужно взять по расчету 12 г медного купороса, содержащего примеси, и 6 мл воды, учитывая, что растворимость безводного сульфата меди (Π) при 100°C – 42,4 г, а при 0°C – 12,9 г в 100 г раствора.

Медный купорос (12 г) растворите в 6 мл воды при 100°C (т.е. в кипящей воде) и полученный раствор отфильтруйте через воронку для горячего фильтрования. При фильтровании раствора складчатый фильтр не должен доходить до краев воронки на 5–10 мм. Полученный фильтрат охладите сначала до комнатной температуры, а затем до 0°C при постоянном помешивании стеклянной палочкой. Выпавшие кристаллы соли отделите фильтрованием (лучше на воронке Бюхнера). Далее снимите кристаллы соли с фильтра и отжимайте их между листками фильтровальной бумаги до тех пор, пока они не перестанут прилипать к сухой стеклянной палочке. Взвесьте на весах полученную соль и определите ее выход в процентах. Представьте расчет, почему нужно было взять 12 г медного купороса и 6 мл воды для получения 10 г перекристаллизованного пентагидрата сульфата меди (Π) по указанному методу.

7-2. Разделение смеси солей.

3 г смеси NH_4Cl и NaCl поместить на дно стаканчика для возгонки. Накрыть стаканчик круглодонной колбой с холодной водой и осторожно нагреть через asbestosированную сетку небольшим пламенем горелки. Наблюдается ли образование жидкости при возгонке?

Собрать кристаллы NH_4Cl взвесить и определить процентное содержание NH_4Cl в исходной смеси.

Определить полноту удаления NH_4Cl . Растворите остаток в небольшом количестве воды. Добавьте несколько капель NaOH . Накройте стаканчик смоченной в воде лакмусовой бумажкой и осторожно поместите его в водяную баню. Нагрейте полученный раствор. Выделяющийся газ может быть обнаружен по запаху или по изменению цвета лакмусовой бумажки. Опишите наблюдаемые явления. Напишите уравнения реакций.

8 класс

8-1. Свойства галогенов и их соединений.

В три пробирки налейте по 2–3 мл конц. серной кислоты. В первую внесите 0,5 г хлорида натрия, во вторую – 0,5 г бромида калия, в третью – такое же количество йодида калия. Наблюдайте за течением реакций. Напишите уравнения реакций, приняв во внимание то, что в зависимости от температуры, силы восстановителя и концентрации серная кислота может восстанавливаться до оксида серы (IV), серы, сероводорода. Испытайтте с помощью насыщенного раствора аммиака, какой газ выделяется в первой пробирке.

8–2. Идентификация солей.

В четырех пробирках находятся растворы следующих веществ: NaCl , Na_2SO_4 , $\text{Ba}(\text{OH})_2$, $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$. Не пользуясь индикаторами, дополнительными реагентами и оборудованием, экспериментально определить, раствор какого вещества находится в каждой из склянок.

9 класс

9–1. Получение NO_2 путем термического разложения $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$.

Тонко растертый реагент высушивают, нагревая в фарфоровой чашке при перемешивании до момента, когда прекратится потрескивание и начнется выделение бурого газа. Высущенный $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ охлаждают в экскаторе, смешивают 10 г $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ с равным весовым количеством предварительно прокаленного кварцевого песка и смесь переносят в реторту. Горло реторты, поднятое вверх соединяют с U-образной трубкой, заполненной фосфорным ангидридом. U-образную трубку соединяют с сухим приемником, на отвод которого надевают хлоркальциевую трубку. Приемник охлаждают смесью льда и поваренной соли. Реторту со смесью $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ и песка осторожно нагревают. Красно-буруй газ NO_2 сгущается в приемнике в зеленоватую жидкость. (Чем обусловлена окраска жидкости?) Через некоторое время жидкость становится желто-буровой, желтой и наконец почти бесцветной. При сильном охлаждении жидкость затвердевает в белую кристаллическую массу.

Растворить полученный продукт в воде и объяснить наблюдаемую окраску раствора.

Оборудование и реагенты.

Реторта, U-образная трубка, колба-приемник, хлоркальциевая трубка; $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, кварцевый песок, CaCl_2 , P_2O_5 , H_2O .

9–2. Синтез $\text{Cu}(\text{CO}_3)\text{Cu}(\text{OH})_2$.

В фарфоровой ступке равномерно смешивают 12,5 г тонкорастер-

той сухой соли $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ и 9,5 г тонкорастертого сухого NaHCO_3 . Полученную смесь вносят небольшими порциями при быстром перемешивании в 100 мл кипящей воды, находящейся в стакане емкостью 250–300 мл. В результате выделения CO_2 раствор всепенивается. Очередную порцию смеси вносят лишь после того как поверхность воды освободится от пены. В конце реакции смесь осторожно кипятят 10 мин (на маленьком пламени горелки), закрыв стакан часовым стеклом. Получается быстрооседающая суспензия основной углекислой соли меди. После отстаивания осадок промывают декантацией до отрицательной реакции промывок на присутствие ион SO_4^{2-} (проба с раствором BaCl_2), затем отсасывают на воронке Бюхнера. Препарат высушивают сначала при комнатной температуре между листьями фильтровальной бумаги, затем при 80–100°C в сушильном шкафу.

Определить выход. Испытать отношение к разбавленным кислотам HCl и H_2SO_4 , проверить термическую устойчивость синтезированного препарата, нагрев его в пробирке до 300°C. Написать уравнения реакций.

Оборудование и реагенты.

Фарфоровая ступка, стакан емкостью 250–300 мл, горелка, воронка Бюхнера, склянка для отсасывания, фильтровальная бумага (синяя лента), $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, NaHCO_3 , разб. растворы BaCl_2 , HCl и H_2SO_4 , H_2O дист.

10 класс

Синтез аспирина.

В круглодонной колбе, емкостью 20–30 мл, снабженной обратным холодильником, смешивают 2,6 г салициловой кислоты и 2,4 г уксусного ангидрида, добавляют 1–2 капли конц. серной кислоты. Нагревают смесь в течение 1 ч на водяной бане при 60°C, после этого доводят температуру бани до 90–95°C и продолжают нагревание 30–40 мин. Затем реакционную смесь охлаждают при перемешивании, продукт реакции отсасывают на воронке с "гвоздичком" (или воронке Бюхнера) и промывают ледяной водой, а затем небольшим количеством холодного толуола. Аспирин можно перекристаллизовать из 50%-ного раствора уксусной кислоты (работу проводят под тягой, растворение аспирина осуществляют в колбочке с обратным холодильником), $T_{\text{пл}}$ 135°C, выход 3 г.

Оборудование и реагенты.

Колба круглодонная на 20–30 мл, обратный холодильник, термометр, водяная баня, воронка с "гвоздичком", салициловая кислота 2,6 г, уксусный ангидрид 2,4 г, конц. раствор серной кислоты.

ГЛАВА 3. ЗАДАНИЯ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО ТУРА ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНОГО ЭТАПА ХХII ВСЕСОЮЗНОЙ ХИМИЧЕСКОЙ ОЛИМПИАДЫ С РЕШЕНИЯМИ

Задания теоретического тура заключительного этапа ХХII Всесоюзной химической олимпиады, состоявшейся 13-20 апреля 1988 г. в г. Вильнюсе, готовились методической комиссией по химии при Центральном оргкомитете в следующем составе:

- Соколовская Е.М. - доктор химических наук, профессор Московского государственного университета
(председатель)
- Сорокин В.В. - кандидат химических наук, доцент химического факультета Московского государственного университета
(зам. председателя)
- Дворкина В.П. - старший методист Ученого методического совета при Государственном комитете СССР по народному образованию
- Адамович Т.П. - кандидат химических наук, доцент Белорусского государственного университета
- Ведеников А.Н. - кандидат химических наук, ассистент Казанского государственного университета
- Вайткус Р.А. - кандидат химических наук, инженер НПО "Фермент"
- Вольеров Г.Б. - методист г. Ярославля
- Грачев М.К. - кандидат химических наук, доцент МГИИ им. В.И. Ленина
- Горбатенко А.А. - инженер химического факультета Московского государственного университета
- Гольдберг М.Г. - доктор химических наук, старший научный сотрудник Института химической физики АН СССР
- Голубев В.Б. - доктор химических наук, зав. лабораторией Московского государственного университета
- Гуревич П.А. - доктор химических наук, профессор Казанского химико-технологического института

- Денис Г.И. - кандидат химических наук, зав.отделом НПО "Фермент"
- Жиров А.И. - кандидат химических наук, ст.преподаватель Московского государственного университета
- Загорский В.В. - кандидат химических наук, научный сотрудник Московского государственного университета
- Злотников Э.Г. - кандидат химических наук, доцент ЛПИ им. А.И.Герцена
- Заяц М.Н. - кандидат химических наук, доцент Донецкого государственного университета
- Космынин В.В. - кандидат химических наук, ассистент Донецкого государственного университета
- Кульков В. . - студент У курса химического факультета Московского государственного университета
- Кисин В.В. - инженер-технолог ИЯФ АН УзССР
- Лукашев Н.В. - кандидат химических наук, ст.преподаватель Московского государственного университета
- Малеева Н.Т. - кандидат химических наук, доцент Донецкого государственного университета
- Оганесян Л.Б. - кандидат химических наук, доцент МХТИ им. Д.И.Менделеева
- Резник Л.Б. - кандидат химических наук, доцент Башкирского государственного университета
- Румба Г.Я. - кандидат химических наук, доцент Рижского политехнического института
- Розанцев Г.М. - кандидат химических наук, доцент Донецкого государственного университета
- Свирищевская Г.Г. - кандидат химических наук, ассистент МХТИ им. Д.И.Менделеева

Соломонов Б.Н.	- доктор химических наук, зав. лабораторией Казанского государственного университета
Сычев Ю.Н.	- кандидат химических наук, доцент МПИ им. В.И.Ленина
Федин В.Н.	- кандидат химических наук, научный сотрудник Института неорганической химии СО АН СССР
Чиракадзе Г.Г.	- доктор химических наук, зав. кафедрой органической химии Грузинского политехнического института

3.1. Задания теоретического тура для 8, 9 и 10 классов

8 класс

8-1. Межгалогенное соединение (соединение, полученное взаимодействием двух галогенов между собой) массой 5,20 г растворили в воде и через раствор пропустили избыток оксида серы (IУ). При добавлении к образовавшемуся раствору избытка нитрата бария выпал осадок массой 10,5 г. Фильтрат, полученный после отделения осадка, был обработан избытком раствора нитрата серебра. Масса образовавшегося осадка составила 15,0 г. Определите:

присутствие какого галогена в соединении однозначно исключается по данным задачи;
каков состав межгалогенного соединения? При ответе необходимо учесть, что ошибка эксперимента составляет 1%.

8-2. При термическом разложении бесцветного кристаллического вещества А (400 К) получены только газообразные продукты. После охлаждения до 273 К объем газов уменьшился более чем в три раза. Оставшийся газ Б разбавили для замедления реакции аргоном и полученную смесь пропустили над раскаленными магниевыми стружками. Затем магниевые стружки обработали водяным паром и получили газ В, объем которого в два раза больше объема газа Б. При взаимодействии газа В с азотной кислотой получается вещество Г, имеющее тот же качественный состав, что и вещество А.

Назовите вещества А,Б,В,Г.

Предполагая, что все описанные реакции протекают количественно, напишите как изменится условие задачи при замене вещества А на вещество Г.

Напишите уравнения всех реакций.

8-3. В двух одинаковых замкнутых сосудах, заполненных соответст-

венно кислородом и азотом, прокалили по 7,13 г карбоната двухвалентного металла. После окончания реакции и приведения сосудов к первоначальным условиям оказалось, что давление в обоих сосудах увеличилось. Отношение изменения давлений в первом и втором сосудах равно 0,833. Масса твердого остатка в первом сосуде оказалась равной 4,81 г. Определите, карбонат какого металла подвергли прокаливанию.

8-4. В избытке кислорода над катализатором сожгли 56 см³ (н.у.) неприятно пахнущего газа А. Продукты сгорания с оставшимся кислородом пропустили в 50 см³ воды. К полученному раствору прибавили до нейтральной реакции по лакмусу 50 см³ раствора гидроксида натрия с концентрацией 0,1 моль/л. После выпаривания получили безводную соль Б с массовой долей натрия 32,4%. Определите:

Какие вещества могут соответствовать А и Б?

Как изменится решение задачи, если известно, что при нагревании Б до 600 К получается соль В с массовой долей натрия 34,6%?

Вещество В и напишите уравнения упомянутых реакций.

8-5. Жидкий оксид испаряется при комнатной температуре в замкнутом вакуумированном сосуде объемом 13,466 л. Нагревание паров оксида до 373 К приводит к его частичному разложению на газообразные простые вещества, за счет чего давление увеличивается в 4,4 раза. После установления равновесия смесь газов при 373 К и 101,3 кПа имеет плотность по водороду 20,80. Установите:

степень термического разложения оксида;
состав равновесной газовой смеси в объемных долях;
формулу оксида.

8-6. Вещество Х может быть получено путем сплавления металла А с желтым простым веществом Б и любым из веществ В (простое вещество), Г, Д или Е. Количества реагентов, необходимые для синтеза 81,5 г вещества Х, даны в таблице:

Третий компонент синтеза вещества Х	Расход А, г	Расход Б, г	Расход третьего компонента, г
В	61,2	12,8	7,5
Г	61,2	9,6	10,7
Д	61,2	8,0	12,3
Е	61,2	4,8	15,5

Определите вещества Х, А, Б, В, Г, Д, Е. Напишите уравнения реакций, протекающих при синтезе веществ.

9 класс

9-1. Имеются растворы двух средних солей А и Б (одна из них соль калия). Массовая доля соли в каждом из растворов составляет 20%.

При постоянном перемешивании к 32,5 г раствора А медленно прилили 48,4 г раствора Б. При этом выделилось 2,65 г газа, который при давлении 99,0 кПа и температуре 20°C занял объем 1,49 л. Одновременно образовался осадок В, который отфильтровали, промыли и прокалили. Масса красного порошка Г после прокалки 3,19 г. Фильтрат соединили с промывкой водой и подкислили азотной кислотой. Выделился тот же газ, что и при слиянии А с Б, однако объем его составил 1/6 прежнего. После прибавления к жидкости раствора нитрата серебра выпал белый осадок.

Когда медленно, при перемешивании к 138 г раствора Б прибавили 32,5 г раствора А, то в конечном счете образовалось столько же порошка Г, как и в первом случае, однако, газ не выделялся.

Установите формулы солей А и Б.

Объясните, почему во втором случае газ при слиянии растворов не выделялся.

Приведите уравнения всех описанных выше химических реакций. Как изменятся результаты первого слияния растворов, если производить его быстро, без перемешивания?

9-2. При изучении поведения газа в зависимости от давления при температуре 107°C были получены следующие результаты:

Опыт 1

P, атм	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2
ρ, г/л	0,610	0,928	1,255	1,592	1,937

Опыт 2

P, атм	1	5	10	25	50	100
ρ, г/л	1,592	12,179	25,385	67,153	137,997	282,092

Постройте графики зависимости молярной массы от давления $M = f(P)$ для опытов 1 и 2.

Определите молярную массу газа и установите к какому значению она стремится при высоких давлениях.

Предложите вещество, отвечающее полученному значению молярной массы и поведению газа в опытах, если по данным элементного анализа вещество либо содержит азот, либо нет.

Объясните с позиций теории химической связи характер зависимости $M = f(P)$, учитывая, что в условиях опытов вещества не разлагаются и не претерпевают фазовых переходов.

9-3. Объясните следующие технологические процессы, которые имеют место в производстве соединений азота.

Газы выводят из колонны синтеза аммиака с такой скоростью, что реакционная система не успевает прийти к равновесному состоянию, хотя и близка к нему.

Некоторая часть циркуляционного газа не возвращается в колонну синтеза аммиака, а непрерывно выводится из производственного цикла.

В контактном аппарате азотно-кислого производства максимальная степень превращения аммиака вmonoоксид азота достигается за время контактирования порядка 10^{-4} с. Какие нежелательные процессы могут происходить при изменении времени контактирования? Почему на практике скорость газового потока поддерживает несколько большей, чем это соответствует максимальной степени превращения?

9-4. Если ввести соль, содержащую комплексный катион $[\text{Co}(\text{NH}_3)_4\text{CO}_3]^{+}$, в воду чистого изотопного состава H_2^{18}O , подкисленную растворенным хлороводородом, то комплекс полностью переходит в катион состава $[\text{Co}(\text{NH}_3)_4(\text{H}_2\text{O})_2]^{3+}$ который содержит равное количество H_2^{16}O и H_2^{18}O .

Почему получается такое изотопное распределение воды в составе продукта реакции?

Предложите возможную последовательность стадий, приводящих к этому продукту.

Осуществляется ли в этой системе быстрый обмен координационно связанной воды с растворителем?

9-5. При изучении кинетики реакции взаимодействия между водородом и monoоксидом азота при 1100 К были получены следующие результаты:

P_{H_2} , кПа	53,2	53,2	53,2	38,4	27,3	19,5
------------------------	------	------	------	------	------	------

P_{NO} , кПа	20,2	39,9	47,7	53,2	53,2	53,2
-----------------------	------	------	------	------	------	------

Начальная

скорость	0,41	1,61	2,32	2,12	1,47	1,04
----------	------	------	------	------	------	------

Для объяснения механизма реакции использовались две схемы (k_1 , k_2 , k_3 , k_4 , k_5 - константы скорости прямой, k_{-1} - обратной реакции).

Схема I

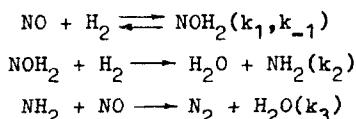
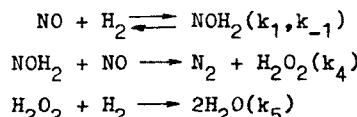
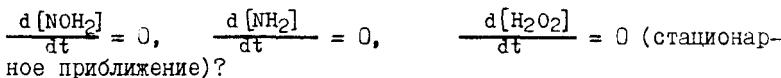


Схема 2

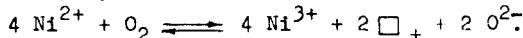


Установите стехиометрическое уравнение реакции; математическое выражение для скорости реакции (кинетическое уравнение); константу скорости и её размерность; максимальную начальную скорость при общем давлении 99 кПа.

Какой из механизмов согласуется с кинетическим уравнением, если концентрации промежуточных продуктов постоянны, т.е.



9-6. Когда оксид никеля (II) нагревают в кислороде, некоторые катионы окисляются и образуют катионные ваканции никеля по схеме:



Чем обусловлена электрическая проводимость этого материала? Объясните, почему электрическая проводимость материала примерно пропорциональна корню шестой степени от давления кислорода?

9-7. Межгалоидное соединение массой 5,20 г растворили в воде и через раствор пропустили избыток оксида серы (IV). При добавлении к образовавшемуся раствору избытка нитрата бария выпал осадок массой 10,5 г. Фильтрат, полученный после отделения осадка, был обработан избытком раствора нитрата серебра. Масса образовавшегося осадка 15,0 г. Определите:

Присутствие какого галогена в соединении однозначно исключается по данным задачи?

Каков состав межгалоидного соединения? При ответе необходимо учесть, что ошибка эксперимента составляет 1%.

Какова структура молекулы межгалоидного соединения?

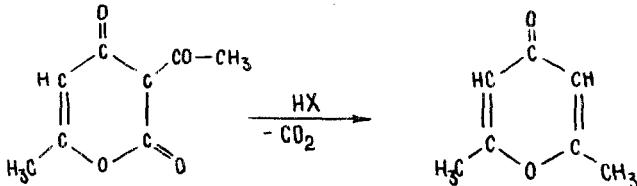
9-8. При смешивании стехиометрических количеств ортовольфрамата натрия, метаванадата натрия и азотной кислоты в растворе образовался ион, в структуре которого содержится шесть металло-кислородных октаэдров. Каждый октаэдр соединен ребрами с четырьмя соседними, а одна вершина является общей для всех шести. Если к полученному раствору добавить нитрат гольмия (Ш), то образуется осадок основной соли, дегидратация которой происходит в три стадии. Потеря массы от исходной составляет при 100°C - II,15%, при 180°C - 15,20% и при 460°C - 16,22%.

Установите формулу иона и основной соли.

Напишите уравнения реакций: образования иона и основной соли (в ионном виде); дегидратации соли по стадиям (при полной потере воды соль разлагается, причем при обработке продуктов разложения щелочью образуется только один из исходных продуктов).

10 класс

10-1. Дегидрацетовая кислота, соединение с ярко выраженными фунгицидными свойствами, под действием концентрированных галоидоводородных кислот превращается в диметилпирон, также являющийся биологически активным веществом:



Каков возможный механизм этой реакции?

Почему исходное вещество называется кислотой?

Почему диметилпирон вступает в реакцию с кислотами с образованием устойчивых солей?

10-2. Ученые г. Вильнюса установили, что соединение I (массовый состав: C – 47,26%, H – 2,38%) может использоваться для увеличения термостабильности некоторых ферментов. Соединение I образуется при пиролизе II. Последнее (II) можно получить гидролизом в кислой среде веществ III и IV. Известно, что III реагирует с аммиаком, давая IV. Кроме того, и аммиак, и вода взаимодействуют с III в одинаковом стехиометрическом соотношении. Относительная молекулярная масса III больше относительной молекулярной массы IV на 3 и меньше относительной молекулярной массы II на 18,75%. Соединение III состоит из углерода и кислорода (массовое отношение 1:1).

Установите структуру соединений I, II, III, IV.

Дайте названия полученным соединениям (триivialные и по номенклатуре ИЮПАК).

Предложите схему взаимодействия III с этилендиамином, укажите, какими полезными свойствами может обладать полученный продукт?

Знаете ли Вы одностадийный способ получения II?

10-3. Из 300 г соединения A, имеющего молекулярную массу 149,5, при термическом разложении в инертной атмосфере получено 80 г важного технического материала Б, а выделившийся при этом газ В при пропускании в водный раствор избытка нитрата серебра образует осадок Г, нерастворимый в азотной кислоте, но растворимый в избытке аммиака. При разложении соединения A массой 10 г в кислороде образуется 4 г соединения Д, которое не растворяется в

большинстве минеральных кислот.

Назовите соединения А, Б, В, Г и Д.

Напишите уравнения всех упомянутых реакций; формулы изомеров соединения ВА.

10-4. В результате электролиза раствора масляной кислоты в бесцветной жидкости при 0°C на аноде выделилась смесь двух бесцветных газов. Первый газ избирательно поглощается щелочью, второй – содержит 19,15% углерода. На катоде выделяется третий газ – легкий, бесцветный и горючий. Отношение объемов выделившихся газов равно 1:1:8 соответственно. Протеканием побочных электрохимических процессов можно пренебречь.

Какие газы выделились при электролизе?

Что представляет собой растворитель?

Образование каких побочных продуктов возможно в ходе электролиза упомянутого раствора?

Каковы экологические аспекты использования второго газа?
Обоснуйте Ваши ответы.

10-5. Белое кристаллическое вещество А не разлагается при нагревании; 3,783 г этого вещества растворили в сильно разбавленном растворе соляной кислоты, выделился газ Б. Потом воду выпарили, при этом образовались две соли: хлорид натрия и В, содержащая 12,06% натрия и 71,32% кислорода, малорастворимая в воде.

Нагревая соль В, получили соль Г, которая состоит из 34,94% натрия, 48,63% кислорода и еще одного элемента. При взаимодействии того же количества вещества А с концентрированной серной кислотой образовалось 1,120 л газа Д и газ Б (н.у.). Газ Д сгорает на воздухе с образованием 2,702 г воды и 3,481 г твердого оксида Ж, содержащего 68,95% кислорода.

Определите соединения А, Б, В, Г, Д, Ж.

Напишите уравнения реакций.

Ответ подтвердите расчетом.

10-6. Смесь двух веществ нагрели в токе оксида углерода (II). При этом образовалось два летучих продукта, один из которых можно сконденсировать при охлаждении льдом в светлую, разлагающуюся на воздухе жидкость. Для определения состава ее запаяли в вакууме в две предварительно взвешенные ампулы объемом 1,00 мл каждая (разность результатов взвешиваний 1,63 мг и 4,45 мг соответственно), затем каждую ампулу поместили в отдельные сосуды, содержащие избыток кислорода, разбили, а содержимое сожгли. После приведения системы к исходным условиям (1 атм, 25°C) оказалось, что объемы

газов в сосудах возросли на 0,604 мл и 1,208 мл соответственно. В составе продуктов обнаружено лишь два вещества: А (1,23 мг в первом сосуде и 2,46 во втором) и Б, которое реагирует с баритовой водой с образованием белого осадка. Известно также, что 1,23 мг А способны прореагировать с 0,400 мл водорода (1 атм, 25°C).

Определите возможный состав исходной смеси. Объемом стенок ампулы можно пренебречь.

10-7. Для повышения октанового числа моторных топлив используется новая добавка, которая, в отличие от "этиловой жидкости", не загрязняет атмосферу соединениями металлов. Ее элементарный состав: С - 68,18%; Н - 13,64%; О - 18,18%; плотность по водороду 44. При монохлорировании этого вещества образуются только два продукта.

Установите строение антидетонационной добавки.

Предложите способ ее получения.

Каков, по Вашему мнению, механизм антидетонационного действия этой добавки?

10-8. На ІУ Международном симпозиуме по органическому синтезу (Токио, 1982 г.) сообщалось об использовании дихлормонооксида для хлорирования органических соединений.

Два изомера А и Б состава $C_8H_{10}O_3$, устойчивые к действию холодного раствора перманганата калия и бромной воды и способные прореагировать с одним эквивалентом щелочи, ввели в реакцию с избытком раствора дихлормонооксида в тетрахлорметане. При этом оказалось, что вещество А реагирует с ним одинаково быстро как в темноте, так и на свету, образуя единственный продукт В состава $C_8H_7O_3Cl_3$. Единственный продукт такого же состава Г образуется из Б, причем реакция ускоряется под действием света и замедляется при добавлении йода.

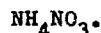
Объясните результаты экспериментов. Определите строение А, Б, В, Г. Известно, что Г способно прореагировать с пятью молями гидроксида натрия, в отличие от В, которое связывает лишь один моль щелочи.

3.2. Решение заданий теоретического тура для 8, 9 и 10 классов

8 класс

8-1. См. решение задачи 9-7.

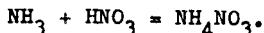
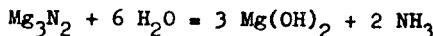
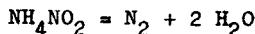
8-2. Г - явно нитрат, причем не давший твердого остатка при разложении. Таким соединением может быть только нитрат аммония



Тогда В – NH_3 , а Б, по условию, N_2 .

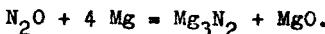
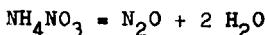
Таким образом, А – NH_4NO_2 .

Реакции:

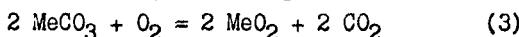
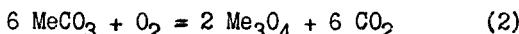
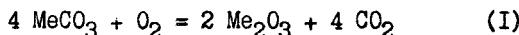


При замене А на Г требуется указать: "... при осторожном термическом разложении..." и "... при растворении в азотной кислоте получается исходное вещество".

При новом условии изменяются реакции:



8-3. Так как давление в сосудах изменилось по-разному, то в кислороде идет окисление оксида металла наряду с разложением карбоната. При этом возможны следующие реакции:



В сосуде с азотом происходит только термическое разложение карбоната:



При разложении 1 моль карбоната в кислороде и азоте (уравнения 1-4) объем газа меняется соответственно на 0,75; 0,833; 0,5 и 1 моль. Таким образом, условиям задачи отвечают уравнения (2) и (4).

Обозначим относительную атомную массу металла х. Тогда по уравнению реакции (2) составим пропорцию:

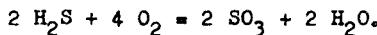
$$7,13 \text{ г MeCO}_3 : 6(60+x) = 4,81 \text{ г Me}_3\text{O}_4 : 2(3x+64)$$

$$7,13 : 6(60+x) = 4,81 : 2(3x+64)$$

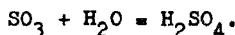
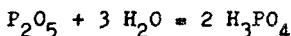
Решая ее, получаем $x = 58,80$, что соответствует кобальту.

8-4. Неприятно пахнущие газы, продукты сгорания которых растворяются в воде с образованием кислот – H_2S и PH_3 .

Реакция горения в кислороде:



Реакция взаимодействия с водой продуктов горения:



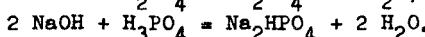
Таким образом, А - сероводород или фосфин.

Число молей газа: $0,056/22,4 = 2,5 \cdot 10^{-3}$ (моль).

Число молей щелочи: $0,1 \cdot 0,05 = 5 \cdot 10^{-3}$ (моль).

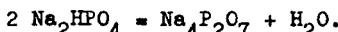
Соотношение количества кислоты и щелочи 1:2.

Реакции нейтрализации:



HPO_4^{2-} - очень слабая кислота, поэтому раствор гидрофосфата натрия имеет почти нейтральную (слабошелочную) реакцию. Массовая доля натрия в сульфате равна $46/142 = 0,324$, в гидрофосфате - $46/142 = 0,324$, значит, Б - сульфат или гидрофосфат натрия.

При нагревании до 600 К Na_2SO_4 устойчив, а Na_2HPO_4 разлагается с образованием пирофосфата натрия:



Массовая доля натрия в пирофосфате равна $92/266 = 0,346$.

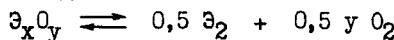
Следовательно, при втором условии решение единственное: А - PH_3 ,

Б - Na_2HPO_4 ; В - $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$.

8-5. При постоянном давлении объемы газа прямо пропорциональны его абсолютной температуре, тогда объем газовой смеси при 273 К составляет: $13,466 \text{ л} \cdot 273 \text{ К} / 373 \text{ К} = 9,856$.

Объем исходного газа при н.у. равен $9,856 \text{ л} : 4,4 = 2,24 \text{ л}$, или $2,24/22,4 = 0,1$ (моль).

Разложение оксида в общем виде:



Исходное $0,1$ моль 0 0

Равновесие со степенью разложения α $(0,1 - 0,1\alpha)$ $0,05 x\alpha$ $0,05 y\alpha$

Из условия имеем: $\frac{0,1 - 0,1\alpha + 0,05 x\alpha + 0,05 y\alpha}{0,1} = 4,4$.

Решим уравнение относительно

$$\alpha = \frac{6,8}{x + y - 2},$$

при $\alpha < I (x + y) > 8,8$.

Поскольку валентность кислорода не превышает 2, а другого элемента 7, то существует один вариант, имеющий химический смысл, когда $x = 2$, $y = 7$:

$$\alpha = \frac{6,8}{2 + 7 - 2} = 0,9714.$$

Подставляя значения x и y , в уравнение разложения числа молей газов, получим:

$$\vartheta_{2O_7} = 0,00286; \quad \vartheta_2 = 0,09714; \quad 3,5 O_2 = 0,33999.$$

Равновесные объемные доли:

$$\varphi(\vartheta_{2O_7}) = 0,00286/0,43999 = 0,0065$$

$$\varphi(\vartheta_2) = 0,09714/0,43999 = 0,2208$$

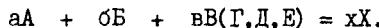
$$\varphi(O_2) = 0,33999/0,43999 = 0,7727.$$

Средняя молярная масса смеси равна:

$$M_{cp} = 0,0065(2\vartheta + 112) + 0,2208 \cdot 23 + 0,7727 \cdot 32 = 2 \cdot 20,80,$$
$$\vartheta_{2O_7} \qquad \qquad \qquad \vartheta_2 \qquad \qquad \qquad O_2 \qquad \qquad 2 \cdot D(H_2)$$

отсюда $\bar{\vartheta} = 35,37$; тогда $\bar{\vartheta} = c_1$, оксид - $c_{12}O_7$.

8-6. По условию задачи вещество Б - сера. Из таблицы видно, что во всех случаях сумма масс реагентов равна массе полученного x , следовательно, уравнение реакции выглядит так:



Масса А постоянная, а масса серы убывает в ряду В-Е, при этом на столько же возрастает масса третьего компонента. Значит, сера входит в состав третьего компонента. Исключение составляет простое вещество В.

Тогда Γ, Δ, E - это сульфиды. Определим количество серы в их составе: $m(S) = 10,7 - 7,5 = 3,2$ (г), $\varphi(S) = 3,2:32 = 0,1$ (моль) в веществе Γ , аналогично для вещества Δ получаем 4,8 г, или 0,15 моль серы, для Е - 8,0 г, или 0,25 моль серы. По соотношению числа молей серы ясно, что это сульфиды вида B_xS_2 , B_xS_3 , B_xS_5 . Для определения атомной массы В находим массовые доли элементов в сульфиде Е: $\omega(B) = (7,5 \cdot 100):15,5 = 48,39\%$

$$\omega(S) = 100 - 48,39 = 51,61\%.$$

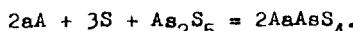
$$x \cdot B / 5 \cdot 32 = 48,39 / 51,61; \quad x \cdot B = (48,39 \cdot 160) / 51,61 = 150.$$

При x равных 1,2,3,4,5 значения относительных атомных масс В составляют 150, 75, 50, 37,5, 30 соответственно. Условию задачи удовлетворяет только мышьяк (75). Тогда вещество Г - AsS , Д - As_2S_3 ; As_2S_3 , Е - As_2S_5 (следует отметить, что реальная формула Г - As_4S_4).

Определим число молей серы, реагирующее с веществами А и Е при синтезе Х.

$$\sqrt{x} (s) = 4,8 : 32 = 0,15 \text{ (моль)}, \text{ при этом } \sqrt{x} (E) = 15,5 : 310 = 0,05 \text{ (моль)}.$$

Учитывая эти соотношения, а также аналогию свойств мышьяка и фосфора, запишем уравнение реакции синтеза вещества Х:



Продукт реакции - аналог фосфата металла А. Рассчитаем относительную атомную массу А, для чего определим доли компонентов в веществе Х:

$$\omega(A) = (61,2 \cdot 100\%) / 81,5 = 75,1\%;$$

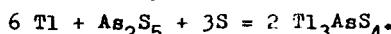
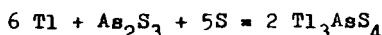
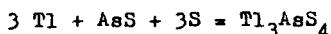
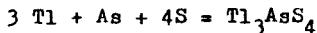
$$\omega(\text{As} + S) = 100 - 75,1 = 24,9\%.$$

$$aA / (75 + 4 \cdot 32) = 75,1 / 24,9; \quad aA = 75,1(75 + 128) / 24,9 = 612,3.$$

По аналогии с формулой фосфата одновалентного металла относительная атомная масса А будет равна 204,1, что соответствует элементу таллию. Если валентность А больше 1, то получаются нереальные атомные массы.

Искомые вещества: Х - Tl_3AsS_4 , А - Тl, Б - S, В - As, Г - AsS , Д - As_2S_3 , Е - As_2S_5 .

Уравнения реакций:



9 класс

9-І. Зная давление и массу выделившегося газа рассчитаем его молярную массу:

$$M_r = \frac{mRT}{PV} = \frac{2,65 \cdot 8,31 \cdot 293}{99,01 \cdot 1,49} = 43,7 \approx 44$$

Следовательно, выделившийся газ – диоксид углерода CO_2 и одна из солей – карбонат. Количество вещества газа: $\gamma(\text{CO}_2) = 2,65/44 = 0,06$ моль. Так как при подкислении фильтрата выделяется еще 0,010 моль CO_2 , то общее количество вещества равно 0,070 моль. Растворимых карбонатов не много: это, вероятно, карбонат калия. Его масса должна быть равна: $m(\text{K}_2\text{CO}_3) = 0,070 \cdot 138,2 = 9,67$ (г).

Массы исходных солей:

$$m(A) = 32,5 \cdot 0,20 = 6,5 \text{ г}; \quad m(B) = 48,4 \cdot 0,20 = 9,68 \text{ г.}$$

Итак, соль Б – карбонат калия. Количество вещества выделившегося CO_2 указывает на то, что в продуктах реакции карбонат-ионов нет.

Осадок, осаждаемый нитратом серебра, свидетельствует о том, что вторая соль хлорид. Остается определить катион: 0,60 моль карбоната содержит 0,12 моль эквивалентов. Значит столько же моль эквивалентов соли А прореагировало. Можно принять, что в результате гидролиза в осадок выпал гидроксид металла В и красный порошок Г является оксидом металла. Вычитая из массы вещества Г массу кислорода, получим массу металла:

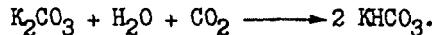
$$m(\text{Me}) = 3,19 - 0,12 \cdot 8 = 2,23 \text{ г.}$$

Молярная масса эквивалентов металла равна: $M_{\text{экв}} = \frac{2,23}{0,12} = 18,6$ (г/моль).

При Me^+	$M_{\text{Me}} = 18,6 \text{ г/моль}$
Me^{2+}	37,2 – “ –
Me^{3+}	55,8 – “ –
Me^{4+}	74,4 – “ –
Me^{5+}	93,0 – “ –

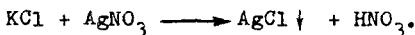
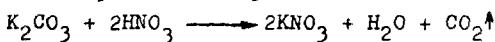
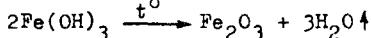
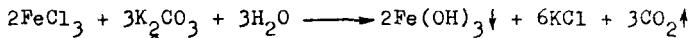
Учитывая условия задачи, из найденных молярных масс следует выбрать значение 55,8 г/моль, что соответствует железу. Таким образом, соединение А – FeCl_3 и Б – K_2CO_3 .

При достаточном избытке K_2CO_3 и интенсивном перемешивании CO_2 не выделяется, так как образуется гидрокарбонат калия:



В первом варианте также имеется избыток K_2CO_3 , но он добавляется после окончания реакции, когда CO_2 уже выделился из раствора. Если раствор K_2CO_3 добавить быстро и без перемешивания, часть CO_2 превратится в KHCO_3 и объем выделившегося газа будет меньше.

Уравнения реакций:



9-2. Рассчитаем значения молярной массы:

$$PV = \frac{m}{M}RT, \quad PM = \rho RT, \quad M = \frac{\rho RT}{P}$$

Опыт 1

P, атм	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2
M, г/моль	47,52	48,19	48,88	49,61	50,30

Опыт 2

P, атм	1	5	10	25	50	100
M, г/моль	49,61	75,90	79,10	83,70	86,00	87,90

Строим графики зависимости.

Экстраполяцией прямой графика опыта 1 к нулевому давлению находим значение молярной массы $M = 46,1$. При повышении давления газ димеризуется и M стремится к $M = 92$ (график опыта 2).

Вещество 1 - диоксид азота, вещество 2 - муравьиная кислота.

Димеризация диоксида азота происходит за счет образования ковалентной связи N-N благодаря наличию в молекуле мономера неспаренного электрона. Димеризация муравьиной кислоты происходит за счет водородной связи.

9-3. Максимальная степень превращения азотоводородной смеси соответствует равновесному состоянию. Однако приближение к равновесию сопряжено с замедлением прямой реакции из-за уменьшения концентрации исходных веществ. Следовательно, уменьшается производительность колонны синтеза, что отрицательно отражается на экономических показателях производства.

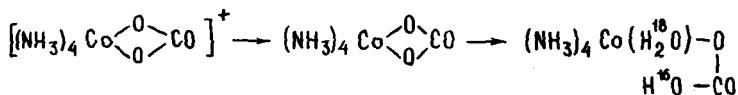
В зависимости от способов получения и очистки исходных газов азотоводородная смесь содержит большую или меньшую долю примеси инертных газов и метана. Примесь постепенно накапливается в реакционной среде, что приводит к снижению концентрации (парциального давления) реагирующих газов, а также равновесного выхода аммиака. Чтобы сохранить производительность колонн синтеза, нужно вое время восстанавливать исходную концентрацию (парциальное давление)

азота и водорода. Это достигается либо увеличением общего давления в колонне синтеза, либо поддерживанием постоянного состава азотоводородной смеси. С точки зрения техники и экономики второй путь эффективнее.

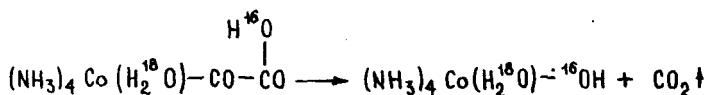
Увеличение времени контактирования приводит к тому, что часть аммиачно-воздушной смеси не успевает пройти катализатор, воспламеняется и аммиак сгорает до азота. Избыточное ускорение газового потока приводит к проскоку через катализатор части аммиака и взаимодействию его сmonoоксидом азота. При этом также образуется азот. Однако на малые потери идут сознательно, поскольку они экономически перекрываются увеличением производительности контактного аппарата.

9-4. Такое распределение означает, что одна молекула воды попадает в комплексный катион из растворителя, а другая — включает кислород, находившийся в составе комплекса.

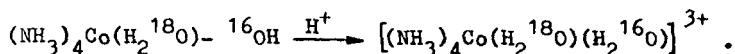
Первая стадия: одна из координационных связей бидентантного лиганда CO_3^{2-} с кобальтом рвется и это координационное место замещается молекулой воды. При этом в кислой среде протон присоединяется к координированному карбонату, образуя гидрокарбонат:



Вторая стадия: протон из гидрокарбоната переходит к другому атому кислорода с одновременным отщеплением молекулы CO_2 :

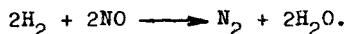


Третья стадия: еще один протон присоединяется к OH-группе, координированной с кобальтом, образуя связанную воду:



Быстрый обмен лигандов в системе отсутствует, так как в противном случае в избытке $H_2^{18}O$ практически вся связанныя вода имела бы изотопный состав $H_2^{18}O$.

9-5. Суммируя уравнения схем получаем стехиометрическое уравнение:



Для вывода кинетического уравнения можно предложить несколько путей, например: $\frac{d[N_2]}{dt} = v = K_p P_{NO}^n P_{H_2}^m$

a) $v \sim P_{NO}^n$ при $P_{H_2} = \text{const}$, $v_1/v_2 \sim (P_1/P_2)^n_{NO}$

$v \sim P_{H_2}^m$ при $P_{NO} = \text{const}$, $v_1/v_2 \sim (P_1/P_2)^m_{H_2}$

b) $\lg v = \lg K_p + n \lg P_{NO} + m \lg P_{H_2}$ (решаем систему уравнений)

b) $\begin{aligned} \lg v &= n \lg P_{NO} + \text{const} \quad \text{при } P_{H_2} = \text{const} \\ \lg v &= m \lg P_{H_2} + \text{const} \quad \text{при } P_{NO} = \text{const} \end{aligned} \} \quad (\text{графически по тангенсу угла наклона})$

Отсюда находим: $n = 2$, $m = 1$, $v = K_p P_{NO}^2 P_{H_2}$

$$\frac{k_1}{k_{-1}} = \frac{[NOH_2]}{[NO][H_2]}, \quad [NOH_2] = \frac{k_1}{k_{-1}} [NO][H_2]$$

$$\frac{d[NH_2]}{dt} = k_2 [NOH_2][H_2] - k_3 [NH_2][NO] = 0$$

$$[NH_2] = \frac{k_2 k_1}{k_3 k_{-1}} [H_2]^2$$

$$\frac{d[N_2]}{dt} = k_3 [NH_2][NO] = \frac{k_2 k_1}{k_{-1}} [NO][H_2]^2$$

$$v = k_p [NO][H_2]^2 \quad (\text{схема I не согласуется})$$

$$\frac{d[N_2]}{dt} = k_4 [NOH_2][NO] = \frac{k_1 k_4}{k_{-1}} [NO]^2 [H_2]$$

$$v = k_p [NO]^2 [H_2] \quad (\text{схема 2 согласуется}).$$

Подставив в кинетическое уравнение данные таблицы и усреднив, получим: $k_p = 1,91 \cdot 10^{-5} \text{ кПа}^{-2} \cdot \text{с}^{-2}$.

Максимальная начальная скорость при $P(\text{NO}) = 66 \text{ кПа}$ и $P(\text{H}_2) = 33 \text{ кПа}$ равна:

$$v = 1,91 \cdot 10^{-5} \cdot 66^2 \cdot 33 = 2,75 \text{ кПа} \cdot \text{с}^{-1}.$$

9-6. При окислении никеля количество атомов кислорода в решетке увеличивается, а количество атомов никеля остается неизменным. При этом возникают катионные вакансы и появляется электрическая проводимость дырочного (p)-типа.

Электрическая проводимость пропорциональна количеству вакансий, т.е. количеству ионов Ni^{3+} в решетке. Для данной в условиях реакции можно написать выражение для константы равновесия:

$$K = \frac{[\text{Ni}^{3+}]^4 [\text{O}^{2-}]^2}{[\text{Ni}^{2+}]^4 [\text{O}_2]} , \text{ где } \text{O}^{2-} = \frac{1}{2} [\text{Ni}^{3+}] .$$

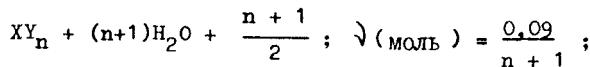
В этом выражении все концентрации, кроме концентраций Ni^{3+} и O^{2-} можно считать постоянными. Если меняется давление O_2 (или его концентрация), то для концентрации Ni^{3+} имеем:

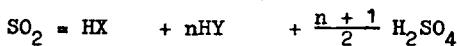
$$[\text{Ni}^{3+}] = \sqrt[6]{K \text{ const}} \text{ O}_2 \sim \sqrt[6]{P(\text{O}_2)} ,$$

т.е. концентрация вакансий и, следовательно, электрическая проводимость пропорциональна корню шестой степени от давления кислорода.

9-7. Состав исходного соединения можно представить в виде XY_n , где X и Y - галогены, n - число атомов галогена Y, которое зависит от степени окисления X. Оно может быть равно +1, +3, +5, +7.

При растворении XY_n в воде происходит его гидролиз, а при последующем пропускании SO_2 - его окисление одним из продуктов гидролиза. Суммарное уравнение имеет вид:





$$\frac{0,09}{n+1} \quad \frac{n \cdot 0,09}{n+1} \quad 0,045$$

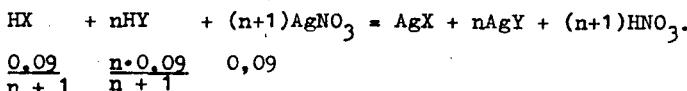
При добавлении нитрата бария выпадает осадок сульфата бария (сульфит бария в кислой среде не выпадает):



Число молей $BaSO_4$ и, соответственно, H_2SO_4 равно:
 $10,5 : 233 = 0,045$ (моль).

Это позволяет найти число молей всех веществ, участвующих в реакции (см. табл. выше).

При добавлении $AgNO_3$ протекает реакция:



По разности масс галогенидов серебра и исходного соединения найдем расход серебра: $15,0 \text{ г} - 5,2 \text{ г} = 9,8 \text{ г}$, или $\sim 0,09$ моль. Если бы галоген У был фтор, то серебра расходовалось бы меньше, чем 0,09 моль, так как AgF растворим. Следовательно, фтор в соединении отсутствует.

По навеске и числу молей XU_n найдем его молярную массу:

$$M = \frac{5,2(n+1)}{0,09} = 58(n+1).$$

Перебором значений n и молярных масс межгалогенных соединений найдем возможный состав XU_n :

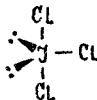
$n = 1$, $M(XU_1) = 116 \text{ г/моль}$; это значение в пределах точности эксперимента соответствует $M(BrCl) = 115,5 \text{ г/моль}$;

$n = 3$, $M(XU_3) = 232 \text{ г/моль}$; в пределах точности эксперимента соответствует $M(JCl_3) = 233,5 \text{ г/моль}$;

$n = 5$, $n = 7$ – межгалоидных соединений с соответствующими молярными массами не существует.

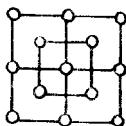
Строение молекулы $BrCl$ очевидно – это линейная молекула.

Строение молекулы ICl_3 :



9-8. Число атомов кислорода в ионе можно определить расчетом:

$$6 \cdot 6 - \frac{6 \cdot 4}{2} = 5 = 9 \text{ или используя рисунок, в частности}$$



(○ – атом кислорода)

Общая формула иона $[\text{Me}_6\text{O}_{19}]^{k-}$ или $[\text{V}_x\text{W}_{6-x}\text{O}_{19}]^{(2+x)-}$

Общая формула соли $[\text{Ho}(\text{OH})_y]_{2+x} [\text{V}_x\text{W}_{6-x}\text{O}_{19}]_{3-y} (\text{n} + 1)\text{H}_2\text{O}$.

При температуре 460°C может выделиться $\frac{2y+xy}{2}$ моль H_2O из катиона. Тогда

$$(y+0,5xy) : n : 1 = (16,22-15,20) : (15,20-11,15) : 11,15 = 1 : 4 : 11.$$

Состав соли:

$$[\text{Ho}(\text{OH})_y]_{2+x} [\text{V}_x\text{W}_{6-x}\text{O}_{19}]_{3-y} \cdot (4y+2xy)\text{H}_2\text{O} \cdot (11y+5,5xy)\text{H}_2\text{O}.$$

$M_{\text{соли}} = 4668 - 234x - 1142y + 285xy$. При 460°C теряется воды:

$$m = (y+0,5xy) \cdot 18 = 18y + 9xy, \text{ что составляет } (16,22-15,20) = 1,02\%.$$

$$\frac{18y + 9xy}{4668 - 234x - 1142y + 285xy} = \frac{1,02}{100},$$

$$x + 12,42y + 2,55xy = 19,95, \quad y = \frac{19,95 - x}{2,55x + 12,42}.$$

Составляем таблицу значений x и y:

x	1	2	3	4	5
y	1,27	1,02	0,84	0,72	0,59

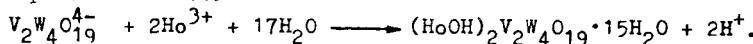
Находим $x = 2$, $y = 1$.

Состав иона: $[\text{V}_2\text{W}_4\text{O}_{19}]^{4-}$ уточним состав соли: $(\text{HoOH})_2 \text{V}_2\text{W}_4\text{O}_{19} \cdot 15\text{H}_2\text{O}$.

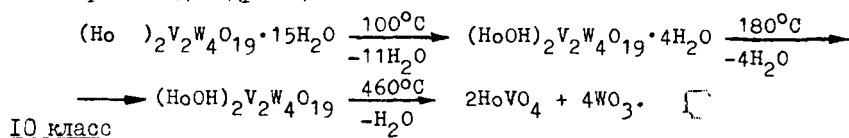
Образование иона:



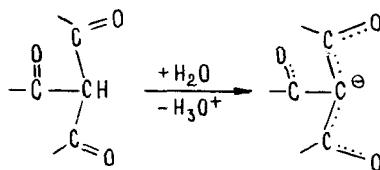
Образование соли:



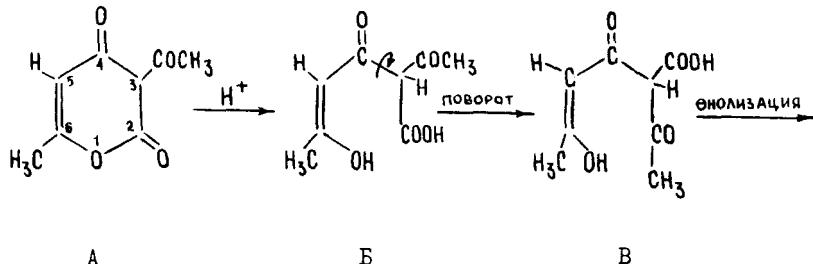
Процесс дегидратации:

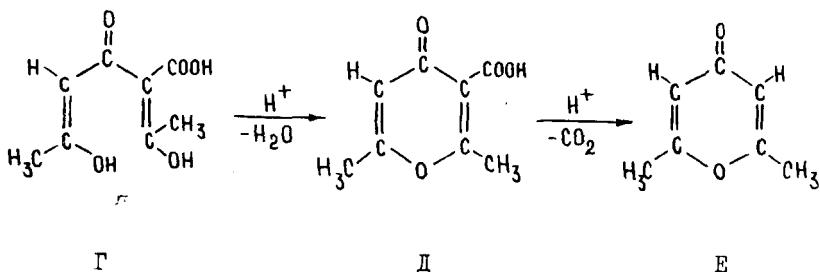


10-1. Раствор дегидроацетовой кислоты в воде имеет кислую реакцию. Это происходит потому, что водород при атоме углерода в положении 3 соседствует с тремя карбонильными группами, за счет их электроноакцепторных свойств становится кислым и диссоциирует:



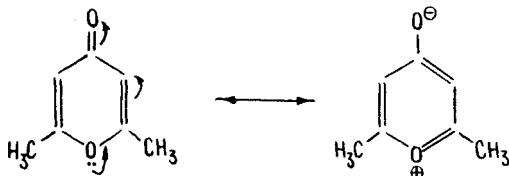
Учитывая, что при превращении этой кислоты в диметилпирон отщепляется только CO_2 , механизм протекающих процессов следует представить следующим образом:



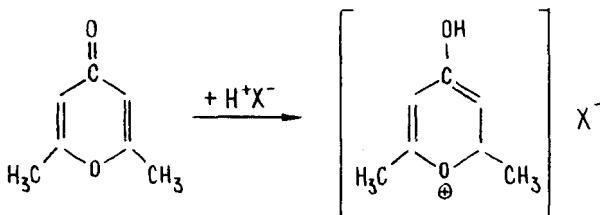


В кислой среде разрывается связь $O(1) - C(2)$ в соединении (А) с образованием продукта (Б). Затем в результате вращения вокруг связи $C(4) - C(3)$ образуется интермедиат (В), который превращается в енол (Г). Дегидратация (Г) приводит к образованию гетероциклического соединения (Д), способное декарбоксилироваться в кислой среде с образованием соединения (Е).

Диметилпирон описывается следующими предельными структурами:



Имеет частично ароматический характер, причем карбонильная группа, участвуя в ароматическом сопряжении, теряет способность вступать в реакции с нуклеофилами (гидразины). При взаимодействии диметилпирона с кислотами образуются соли диметилпироля, они устойчивы, имеют фиксированную ароматическую структуру



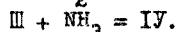
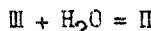
I0-2. Формула соединения III: C_xO_y , $50/I2,01:50/I6,00 = x:y$.

Простейшая формула $(C_4O_3)_n$, молекулярная масса $96n$.

Молекулярная масса вещества II равна:

$$M(II) = (96 + 96 \cdot O, I875)n = (96 + 18)n = II4n.$$

Соединение III получается из II путем присоединения воды.

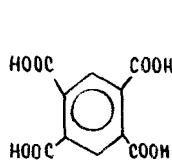


Поскольку III - ангидрид, то IV - имид. Разница в молекулярных массах 3, это возможно при замене трех атомов кислорода на три иминогруппы. Отсюда следует, что в реакцию с III вступает 3 моль NH_3 или 3 моль H_2O , т.е. $n = 3$. Тогда $M_{II} = 288$, формула $C_{12}O_9$.

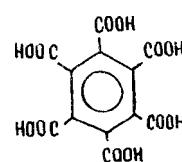
Для I:

$$C:H:O = 47,26/I2,01 : 2,38/I,01 : 0,36/I6,00.$$

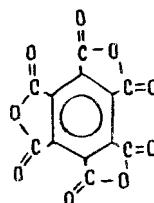
Простейшая формула $(C_{10}H_6O_8)_m$ Поскольку III - $C_{12}O_9$, то $m = I$.



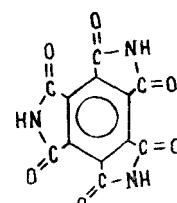
I
пиromеллитовая
кислота



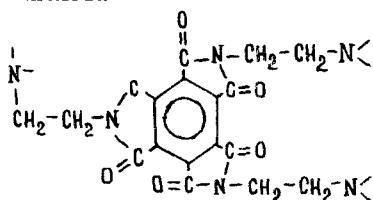
II
мelliитовая
кислота



III
ангидрид мelliитовой
кислоты



IV
имид мelliитовой кислоты



В реакции получается трехмерный полимер, который должен обладать высокой термостойкостью и механической прочностью.

Самый простой способ получения меллитовой кислоты - из угля электрохимическим окислением.

10-3. А - метилтрихлорсилан - CH_3SiCl_3 .

Б – карбид кремния SiC , относительная молекулярная масса $149,5-3 \cdot 36 = 40$. Это не кальций, так как металл не может образоваться с выделением хлороводорода, следовательно, Б не является простым веществом.

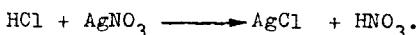
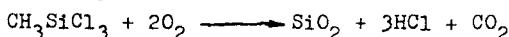
B – хлороводород (образуется 3 моль на 1 моль соединения A).

Г - хлорид серебра.

Д - оксид кремния, молекулярная масса: $I \cdot 19.5 \cdot 4 / 10 = 60$.

Разность относительных молекулярных масс Д и Б равна 20. Это свидетельствует, что Д не является двойным оксидом ($20/16 = 1,25$), таким образом, Д – оксид, не обладающий основными свойствами, 30_x . Единственное решение: Э = Si, $x = 2$.

Реакции: $\text{CH}_3\text{SiCl}_3 \longrightarrow \text{SiC} + 3\text{HCl}$



Формулы изомеров соединения A: CH_3SiCl_3 , CCl_3SiH_3 , $\text{CHCl}_2\text{SiH}_2\text{Cl}$, $\text{CH}_2\text{ClSiHCl}_2$.

10-4. Условию задачи удовлетворяет следующая схема электролиза:



(HX - растворитель)

I II III
катод анод

3·12 г углерода в C_3X_8 — 19,2%

8·A г X в C₃X₈ — 80,85%.

A = 19, X - фтор.

Образование гексана невозможно, так как объемное отношение CO_2 и газа II составляет 1:1. Получение 8 моль водорода возможно при удалении всех атомов водорода из масляной кислоты (4 моль) и образовании 4 моль водорода в результате электролиза растворителя. X не может быть сложной группой, так как C_{3}X_8 - газ.

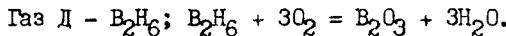
Возможные побочные продукты: гептафтормасляная кислота, ее фторангидрид и другие фторпропизводные масляной кислоты.

10-5. Формула оксида Ж: $X_{p}O_m$.

$$nM_x = m I6/0,6895 - m I6.$$

При $n = 2$, $m = 3$, $M_x = 10,81$. При других наборах решений нет, следовательно X – бор.

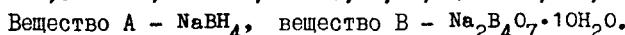
Образовалось $3,481/69,62 = 0,05$ моль оксида X (B_2O_3); выделилось $1,12/22,4 = 0,05$ моль газа D и $2,702/18,01 = 0,15$ моль воды.



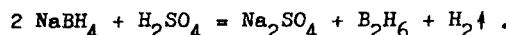
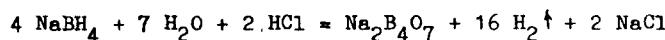
Вещество А содержит Na , B , H ; а соль В – Na , B , H , O ; Г – Na , B , O .

Формула Г: NaBO_2 , поскольку $34,94/22,99 : 16,43/10,81 :$
 $: 48,63/16,00 = 1,52 : 1,52 : 3,04$.

Масса А, содержащего 1 моль бора равна: $3,783/0,1 = 37,83$ (г).
Тогда $37,83 - 10,81 - 22,99 = 4,03$; $4,03/4 = 1,008$, это водород.



Уравнения реакций:



10-6. Исходя из относительных количеств А и H_2 , вступающих в реакцию, определим эквивалент А: 37,6. Это близко к эквиваленту хлора (валентность I) или никеля (валентность 2) в его соединении с кислородом. Возможный вариант также – оксид олова (IV). Очевидно, Б – углекислый газ, дающий с баритовой водой белый осадок карбоната бария.

Таким образом, летучая жидкость – углеродсодержащее соединение хлора, никеля или олова, обладающее высокой летучестью. Судя по методу его получения, оно может также включать в свой состав и кислород.

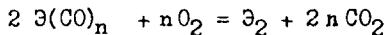
Возможная ошибка при решении задачи – неучет массы воздуха, т.е. архимедовой силы, действующей на ампулу с жидкостью при взвешивании.

Необходимо учесть эту силу, действующую на тело объемом 1,00 мл в воздухе с плотностью $29,273/(298 \cdot 22400) = 1,186$ мг/мл при 25°C и равную $1,63 + 1,186 = 2,816$ мг. О необходимости учета этой силы свидетельствует и отношение навесок жидкости (не равное 2), при сжигании которых образуются одни и те же продукты в соотношении 1:2.

Запишем формулу жидкости в виде $\mathcal{E}(\text{CO})_n$, где n – некоторое целое число. Если \mathcal{E} – хлор, выделившийся после сжигания навески

в виде газа, то n может быть равно и 0,5.

Уравнение реакции сжигания жидкости



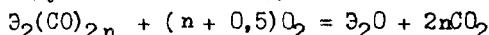
для этого случая приводит к следующим соотношениям:

$$x(\mathcal{E} + 28n) = 2,816 \quad \text{и} \quad (n + 1)x/2 = 0,604 \cdot 273/(298 \cdot 22,4);$$

здесь x – число миллиграмм-эквивалентов вещества \mathcal{E} .

Первый вариант, когда при окислении жидкости получается \mathcal{E}_2 – газ, соответствует одному из трех возможных \mathcal{E} – хлору. Подстановка $\mathcal{E} = 35,5$ в эти уравнения приводит к отрицательным n , что абсурдно.

Другой вариант соответствует твердому веществу A – оксиду. Тогда уравнения следует записать в виде:



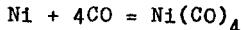
$$x(\mathcal{E} + 28n) = 2,816 \quad \text{и} \quad (n + 0,5) \cdot 0,5x = 0,604 \cdot 273/(298 \cdot 22,4).$$

Отсюда $\mathcal{E} + 28,5 = 29n$. Подставляя возможные значения \mathcal{E} , равные 29,5 (никель, A – оксид никеля NiO) и (олово, A – оксид олова SnO_2), получаем $n = 2$ и формулы для летучей жидкости: $\text{Ni}(\text{CO})_4$ и $\text{Sn}(\text{CO})_8$.

Октаакарбонила олова не существует, поэтому единственный вариант, отвечающий условиям задачи – тетракарбонил никеля. Смесь, из которой получается летучий тетракарбонил, должна содержать либо металлический никель в смеси с веществом – источником второго неконденсируемого летучего продукта, например CO_2 , либо один из оксидов никеля в смеси с инертным веществом. В этом случае газовая смесь также содержала бы смесь паров тетракарбонила никеля и CO_2 .

Итак, возможны 2 варианта исходной смеси: никель и некоторый оксид (металла) или оксид никеля с инертной примесью.

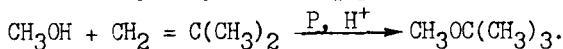
Уравнения реакций:



I0-7. C:H:O = 68, I8/I2 : I3,64/I : I8, I8/I6 = 5 : I2 : I; формула – $\text{C}_5\text{H}_{12}\text{O}$. Молекулярная масса добавки равна: $2 \cdot 44 = 88$.

Тот факт, что образуется только два хлорпроизводных при монохлорировании, указывает на наличие только двух типов групп со связью C–H. Это может быть метильный и трет-бутильный радикалы; до-

бавка – метил-трет-бутиловый эфир.



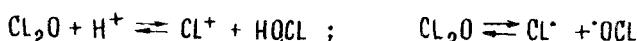
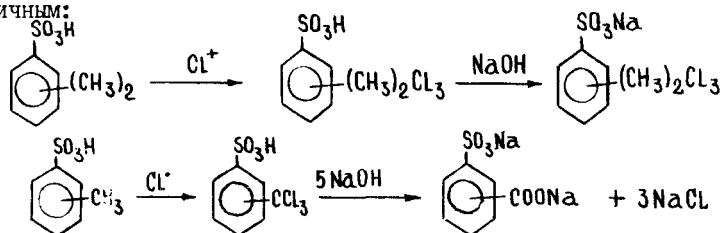
При детонации образуются свободные радикалы (R^\cdot), поскольку это цепной радикальный процесс. Антидетонационные добавки в жестких условиях работы двигателя также образуют свободные радикалы R^\cdot , которые прерывают цепь: $\text{R}^\cdot + \text{R}'^\cdot \longrightarrow \text{R} : \text{R}'$.

10-8. Судя по отношению А и Б к бромной воде и раствору KMnO_4 , они являются производными ароматического углеводорода. Способность к реакции с одним эквивалентом щелочи означает скорее всего наличие кислотной функции SO_3H , производных от этой функции или фенольной функции. Продукты В и Г, очевидно, хлорпроизводные от А и Б.

Чувствительность скорости реакции к свету и йоду – свидетельствует о радикальном характере реакции замещения. Радикальное замещение атомов водорода возможно для алкилпроизводных ароматических углеводородов. Замещаются лишь три атома водорода, следовательно, с ароматическим кольцом связана только одна метильная группа (вторая может входить в состав SO_3CH_3).

Другой способ замещения атомов водорода – электрофильтровое замещение, который должен идти при отсутствии радикалов, но в присутствии сильных электрофилов. Такие частицы могут получаться при протонировании Cl_2O сильной кислотой, например группой SO_3H . С этим согласуется и число атомов хлора, входящих в ядро – это возможно, когда группа SO_3H свободна, а в ядре присутствуют еще два заместителя CH_3 . Действительно, если Г – трихлорметильное производное, оно способно реагировать с 5 моль щелочи (гидролиз до карбонильной группы).

Относительное расположение заместителей в кольце может быть различным:



Глава 4. ЗАДАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ТУРА ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНОГО
ЭТАПА ХХII ВСЕСОЮЗНОЙ ХИМИЧЕСКОЙ ОЛИМПИАДЫ

8 класс

Дано 10 мл разбавленного раствора перекиси водорода (плотность ...) и диоксид марганца. Пользуясь пробиркой, пробкой, газоотводной трубкой, мерным цилиндром, лабораторным штативом, кристаллизатором, термометром и барометром определите массовую долю перекиси водорода в растворе.

Укажите другие методы, которыми можно количественно определить содержание пероксида водорода в водном растворе. Проверьте результат газоволюметрического метода по предложенной Вами методике.

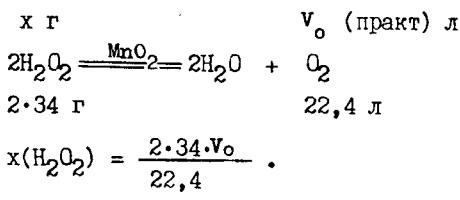
Р е ш е н и е

1. Сборка прибора и проверка герметичности.
2. Определение объема кислорода при полном разложении перекиси водорода в лабораторных условиях.
3. Вычисление объема кислорода при нормальных условиях с учетом давления паров воды и давления столбика жидкости:

$$V_o = \frac{V(p - p_1 - p_2) T_o}{p_o T}$$

p_1 – давление паров воды при комнатной температуре; p_2 – давление столбика воды; T – абсолютная температура.

4. Вычисление количества прореагировавшей перекиси водорода:



5. Масса исходного раствора пероксида водорода 10 мл:

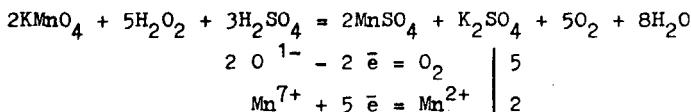
$$M(H_2O_2 \text{ раствор}) = V(H_2O_2) \rho(H_2O_2).$$

6. Массовая доля пероксида водорода в растворе

$$\omega(H_2O_2) = \frac{M(H_2O_2)}{V(H_2O_2) \rho(H_2O_2)} .$$

Проверка результатов газохроматического определения методом титрования

I. Определение эквивалента н(H_2O_2) в 1000 мл раствора перекиси водорода



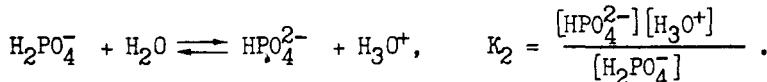
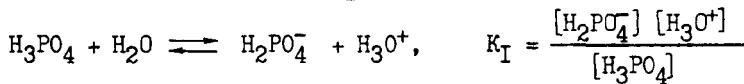
$$n(H_2O_2) = \frac{Mr(H_2O_2)}{2} .$$

2. Определение массовой доли перекиси водорода в растворе: в 1000 мл. $\rho(H_2O_2)$ раствора находится $n(H_2O_2) \cdot 17$ г (H_2O_2)

$$\omega(H_2O_2) = \frac{n(H_2O_2) \cdot 17 \text{ г}}{1000 \text{ мл. } \rho(H_2O_2 \text{ раств})}$$

9 класс

pH-Метрически оттитровать 0,1M раствор фосфорной кислоты 0,1M раствором NaOH. Построить кривую титрования, представляющую зависимость значения pH от объема добавленной щелочи. На основании полученных данных найти значения концентрационных констант диссоциации фосфорной кислоты K_1 и K_2 для следующих стадий:



Методика определения

I. Ознакомиться с инструкцией по использованию pH-метра.

2. Оттитровать 0,1M раствор фосфорной кислоты 0,1M раствором NaOH в интервале pH от 1,5 до 11,5, добавляя щелочь небольшими порциями, чтобы по результатам можно было построить качественную кривую титрования.

3. Полученные данные изобразить графически, в координатах pH -

объем добавленного раствора NaOH .

4. Определить значения констант K_1 и K_2 .

Величину pK_1 находят по уравнению

$$pK_1 = 2pH + pC_{\text{H}_3\text{PO}_4},$$

полученному из уравнения

$$K_1 = \frac{[\text{H}_2\text{PO}_4^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{H}_3\text{PO}_4]},$$

где pH – начальное значение; $C_{\text{H}_3\text{PO}_4}$ – начальная концентрация фосфорной кислоты в растворе. Величину pK_2 найти из кривой титрования: если pH_1 – значение первой точки эквивалентности, а pH_2 – второй,

$$pK_2 = \frac{-pH_1 + pH_2}{2}.$$

Учитывая, что $pK = -\lg K$, определяют K_1 и K_2 .

10 класс

Для анализа многих органических соединений применяются органические реагенты, образующие производные, по точкам плавления которых проводится идентификация их.

Соединения, содержащие карбонильную группу – альдегиды и кетоны, – легко принимают участие в реакциях присоединения с азотистыми основаниями, например, гидроксиламином NH_2OH , гидразином $\text{H}_2\text{N}-\text{NH}_2$ и различными замещенными фенилгидразинами, семикарбазидом $\text{H}_2\text{NCONHNH}_2$ и др. В большинстве своем – это хорошо кристаллизующиеся соединения, используемые для аналитических определений.

Напишите уравнение реакции между одним из перечисленных выше соединений, содержащих карбонильную группу, и одним из реагентов.

Синтезируйте 2,4-динитрофенилгидразон карбонильного соединения, выданного Вам, по приведенной методике. Установите чистоту полученного вещества методом тонкослойной хроматографии по описаннию.

Определите температуру плавления полученного производного и на ее основании идентифицируйте исходное карбонильное соединение. Предложите дополнительные качественные реакции для проверки

правильности определения исходного карбонильного соединения.

Методика работы

Реагенты: раствор 0,6 г карбонильного соединения в 25 мл этилового спирта; 0,4 г 2,4-динитрофенилгидразина; 60 мл 95%-ного этилового спирта; 2 мл конц. серной кислоты.

В отдельной конической колбе вместимостью 25 мл готовят раствор 2,4-динитрофенилгидразина (ОСТОРОЖНО). При попадании на кожу вещество может вызвать аллергию! растворением 0,4 г этого соединения в 2 мл конц. серной кислоты. После полного растворения добавляют по каплям при встряхивании колбы еще около 3 мл воды и к еще теплому раствору прибавляют 10 мл 95%-ного этилового спирта. Раствор 2,4-динитрофенилгидразина приливают к 20 мл раствора исходного вещества и реакционную смесь оставляют стоять при комнатной температуре. Обычно уже через 5-10 мин начинают выпадать кристаллы 2,4-динитрофенилгидразона.

Кристаллы отфильтровывают и проводят перекристаллизацию следующим образом: прибавляют к полученному динитрофенилгидразону 30 мл 95%-ного этилового спирта и нагревают на кипящей водяной бане. Если растворение произойдет сразу, то постепенно прибавляют воду, пока не появится муть или пока не будет добавлено 5 мл воды (не больше). Если кристаллы не растворяются, то к горячей смеси медленно добавляют этилацетат до полного растворения. Горячий раствор охлаждают до комнатной температуры и оставляют до полной кристаллизации вещества. Вещество, выделившиеся кристаллы, отфильтровывают и сушат в сушильном шкафу.

Определение чистоты полученного соединения методом тонкослойной хроматографии

Хроматографирование производится на пластинках с закрепленным слоем адсорбента размером 5x10 см. На пластинку при помощи капилляров наносят каплю раствора перекристаллизованного продукта реакции, а также растворы неочищенного соединения и 2,4-динитрофенилгидразина для сравнения. Растворы веществ готовят растворением нескольких кристаллов в 2-3 мл этилового спирта. Анализируемые вещества наносят на пластинку полосками на расстоянии не менее 1 см от нижнего края и боковых сторон пластиинки, а также друг от друга. Высушеннную пластинку проявляют в стакане с крышкой, в который налит элюент (смесь хлористого метилена и этил-

ацетата). Когда фронт элюента достигает от верхнего края пластинки ~ 1 см, ее вынимают, отмечают положение фронта растворителя и высушивают под тягой. После этого хроматограмму проявляют парами йода, помещая ее в сосуд с кристаллами йода. На хроматограмме появляются пятна, число которых соответствует числу веществ в анализируемой смеси.

Определение температуры плавления

Если по данным хроматографического анализа полученное производное является достаточно чистым, определяют его температуру плавления. С этой целью в запаянный с одного конца капилляр с веществом прикрепляют к шарику термометра и выставляют прибор для определения температуры плавления. Прибор нагревают вначале быстро (до температуры 110°C), а затем со скоростью $4\text{--}5^{\circ}$ в минуту. Полученную температуру плавления сравнивают с табличной и на основании этого идентифицируют исходное соединение.

Исходное карбонильное соединение	$T_{\text{пл}}$ 2,4-динитрофенилгидразона карбонильного соединения, $^{\circ}\text{C}$
Масляный альдегид	124–126
Ацетон	126
2-метилциклогексан	136–137
λ -этил- <i>n</i> -масляный альдегид	134
3-метилциклогексанон	155
Пропионовый альдегид	155–156

Опишите проведенную работу. Сделайте заключение о чистоте полученного производного карбонильного соединения и идентифицируйте его по температуре плавления. Напишите уравнение реакции.

Методика реакции на альдегидную группу с реагентом Толленса

Реактив приготавливают следующим образом: в чистую пробирку наливают 2 мл 5%-ного раствора нитрата серебра и добавляют каплю разбавленного (10%-ного) раствора гидроксида натрия. По каплям прибавляют разбавленный ($\sim 2\%$ -ный) раствор амиака при встряхивании и до полного растворения осадка оксида серебра. Чтобы реагент был более чувствителен, необходимо избегать большого избытка амиака. Реактив должен быть приготовлен непосредственно перед

употреблением.

К приготовленному реактиву прибавляют 1 мл раствора альдегида. В результате реакции на стеклах пробирки осаждается пленка металлического серебра, обладающая зеркальным блеском. Если реакция не идет на холodu, то раствор нагревают.

Глава 5. ХИМИЧЕСКИЕ ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ В МОСКВЕ И МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

В решениях исторического ХХУП съезда КПСС по реализации реформ средней общеобразовательной и профессиональной школы и высшей школы поставлена задача совершенствования обучения и воспитания подрастающего поколения на всех ступенях, во всех сферах деятельности учащихся. Подготовка молодежи к труду, к самостоятельной учебной, трудовой и общественной деятельности в условиях научно-технической революции имеет особенно важное значение в настоящее время в условиях перестройки народного образования.

При обучении химии важная роль в усвоении химических знаний и формировании практических навыков активного использования получаемых теоретических знаний отводится решению различного типа расчетных задач, которое ориентирует учащихся на более глубокое освоение учебного предмета, имеет существенное профориентационное значение.

Ранняя профессиональная ориентация учащихся, способных к естественнонаучным дисциплинам и активизация внеklassной работы со школьниками по развитию их интереса к избираемой специальности и трудовой деятельности – это задачи, решаемые в частности с помощью таких массовых мероприятий как химические олимпиады.

Кто принимает участие в подготовке и проведении Московских химических олимпиад? Прежде всего – это химический факультет МГУ им. М.В.Ломоносова совместно с МХТИ им. Д.И.Менделеева и МИТХТ им. М.В.Ломоносова. Кроме того, активно в этой работе участвуют химический факультет МПИ им. В.И.Ленина и МИХМ. Представители этих химических вузов столицы совместно с опытными учителями по химии средних школ Москвы и Московской области и методистами МГИИУ и МОИИУ участвуют в работе методической комиссии олимпиады.

Комсомольская организация химического факультета МГУ им. М.В.Ломоносова оказывает большую помощь в проведении районного тура олимпиады: в 14 районов г.Москвы направляются примерно 200 студентов I курса, в районные центры Московской области – 110 студентов II курса и аспирантов. Студенты, сотрудники и аспиранты химических вузов Москвы оказывают помощь районным методистам и учителям в организации проведения тура, в проверке работ школьников, проводят разбор решений задач для школьников и учителей во всех 33 районах г.Москвы и 56 районах Московской облас-

ти.

Методическая комиссия готовит комплекты заданий районного и городского (областного) этапов, разрабатывает критерии оценки всех заданий, контролирует уровень заданий школьного этапа, проводит обсуждение используемых на олимпиаде заданий и вырабатывает общие рекомендации.

Одной из отличительных особенностей методической работы в настоящее время является разработка различных типов расчетных и качественных задач для учащихся не только старших, 8,9 и 10-х классов, но и 7-х классов.

Другая тенденция, которая стала характерной для комплектов заданий, используемых на различных этапах химических олимпиад в последние несколько лет – это увеличение доли чисто качественных химических задач, построенных на теоретическом материале курса химии, по сравнению с расчетными. Учащиеся должны самостоятельно увидеть и сформулировать определенные закономерности и выявить специфические особенности отдельных химических процессов и преобразований веществ. Это возможно на базе тех знаний учащихся, которые они получают в школьном курсе и на факультативах. Указанные выше тенденции нашли свое отражение и в заданиях этого года.

Большое внимание методическая комиссия уделяет использованию в комплектах тестовых заданий. Обычно они предлагаются для семиклассников и восьмиклассников. Эти стандартизованные задания помогают достаточно надежно выявить наиболее подготовленных школьников.

После завершения химической олимпиады методическая комиссия проводит тщательный анализ предлагаемых школьникам на всех турах заданий с учетом пожеланий учителей средних школ, районных методистов и преподавателей базовых вузов. Это позволяет учитывать современные требования совершенствования школьного химического образования, запросы высшей школы и вести продуктивно целенаправленную работу по ориентации учащихся на освоение цикла естественнонаучных дисциплин.

Как проводятся Московская городская и областная химические олимпиады?

Традиционно химические олимпиады школьников г.Москвы и Московской области проходят в четыре этапа.

Школьный этап является самым массовым, в нем участвует, как

правило, более 100 000 школьников из г.Москвы и примерно столько же из Московской области. Задания для школьного этапа составляют и проверяют учителя средних школ. Основная задача сотрудников химического факультета МГУ им. М.В.Ломоносова и других химических вузов Москвы, участвующих в работе методической комиссии московской химической олимпиады – оказание помощи учителям и методистам в подготовке комплектов заданий для школьного тура.

В проведении районного этапа химической олимпиады участвует наибольшее количество как сотрудников вузов столицы, так и студентов. Помимо основной задачи – методической и организационной помощи учителям и методистам, – в районных центрах проводятся лекции и беседы о Московском университете, разбор заданий районного тура, раздача агитационных материалов. Количество участников районного этапа обычно составляет более 10 тысяч школьников по г.Москве и примерно 6 тысяч школьников по Московской области.

Городской (областной) этап химической олимпиады проходит также по единым заданиям для школьников г.Москвы и Московской области одновременно. Для школьников г.Москвы городской этап проводится на химическом факультете МГУ, в МИТХТ, МХТИ, МТИ, МИХМе, а для учащихся Московской области – в МГУ. Традиционно городской этап проходит в два тура: теоретический, а затем практический.

В проведении экспериментального тура на химическом факультете МГУ участвуют следующие кафедры: общей химии (зав.кафедрой профессор Е.М.Соколовская), неорганической химии (зав.кафедрой академик Ю.Д.Третьяков), аналитической химии (зав. кафедрой академик И.П.Алимарин), органической химии (зав. кафедрой академик О.А.Реутов), высокомолекулярных соединений (зав. кафедрой академик В.А.Кабанов), радиохимии и химической технологии (и.о.зав. кафедрой профессор В.М.Федосеев), химии природных соединений (зав. кафедрой чл.-корр. АН СССР А.А.Богданов), химии нефти и органического катализа (зав. кафедрой профессор Э.А.Каражанов), коллоидной химии (зав. кафедрой академик АН СССР Е.Д.Шукин), физической химии (зав. кафедрой профессор Ю.А.Пентин), химической кинетики (зам. зав. кафедрой доцент Б.М.Ужинов).

Так, например, в проведении практического тура XXXXIV Московской городской и ХХУШ областной химических олимпиад участники следующим образом распределились по кафедрам:

Что дает школьникам участие в Московской городской и областной химических олимпиадах? Прежде всего, возможность попробовать свои силы в этом химическом соревновании, оценить свои знания по химии и утвердиться в своих склонностях к химии. Кроме того, учащиеся получают возможность познакомиться с лучшими химическими учебными заведениями, встретиться с их преподавателями и сотрудниками.

Победители Московской городской химической олимпиады (от 8, 9 и 10 классов) получают возможность участвовать в заключительном этапе Всесоюзной химической олимпиады, а победители Московской областной химической олимпиады участвуют в республиканском этапе олимпиады.

Торжественное закрытие Московской городской и областной химических олимпиад проводится в Московском университете, ее итоги подводят жюри. Оно оценивает работы школьников по всем классам, отбирает лучших по итогам всех предыдущих этапов (школьного, районного, городского и областного), определяет число победителей, присуждает дипломы I и II степени, награждает грамотами участников, занявших третье место. Кроме того, жюри отмечает лучшую экспериментальную работу и реферат. Оно предлагает городскому отделу народного образования отметить учителей химии, подготовивших призеров олимпиады. Победители награждаются библиотечками химической литературы.

В 1987-1988 г. в районном туре химической олимпиады приняло участие 5241 школьник Московской области и 5264 школьника г.Москвы. Из них к участию в следующем этапе олимпиады - теоретическом туре - было допущено 551 учащийся Московской области и 582 учащихся г.Москвы.

Число участников теоретического тура городского (областного) этапов

Класс	г.Москва					Московская область
	МГУ	МХТИ	МИХМ	МИТХТ	МГШИ	
7	71	34	9	49	7	132
8	69	32	3	35	9	III
9	79	38	9	44	3	125
10	100	40	4	27	5	140

Число участников практического тура городского (областного)
этапов

Класс	г.Москва				Московская область
	МГУ	МХТИ	МИХМ	МИТХТ	
7	29	20	6	8	26
8	23	10	1	5	23
9	51	12	3	12	47
10	57	13	1	8	53
Итого	160	55	11	33	149

Оглавление

Предисловие	3
Глава I. Теоретические задания Московской городской и областной химических олимпиад 1987/88 учебного года с решениями	5
I.I. Задания районного этапа Московской и областной химических олимпиад	5
I.2. Решения заданий районного этапа	8
I.3. Задания теоретического тура Московской городской и областной химических олимпиад	13
I.4. Решения заданий теоретического тура	18
Глава 2. Экспериментальный тур Московской городской и областной химических олимпиад	28
Глава 3. Задания теоретического тура заключительного этапа XXII Всесоюзной химической олимпиады с решениями	33
3.I. Задания теоретического тура для 8, 9 и 10 классов	35
3.2. Решения заданий теоретического тура для 8, 9 и 10 классов	42
Глава 4. Задания экспериментального тура заключительного этапа XXII Всесоюзной химической олимпиады	61
Глава 5. Химические олимпиады школьников в Москве и Московской области	67

Учебное издание

СВОРНИК ЗАДАЧ МОСКОВСКОЙ ХИМИЧЕСКОЙ ОЛИМПИАДЫ 1988 ГОДА

Зав. редакцией Н.М.Глазкова. Редактор Л.И.Метлина.

Художественный редактор Н.Ю.Калмыкова. Технический редактор М.Б.Терентьева

Н/К

Подписано в печать 09.II.88. Формат 60x90 $\frac{1}{16}$.

Бумага офс. № 1. Общетная печать. Усл. печ. л. 4,5

Уч.-изд. л. 4,19. Тираж 1500 экз. Заказ № 1056

Изд. № 1040. Цена 25 коп. Заказное

Ордена "Знак Почета" издательство Московского университета.

103009, Москва, ул. Герцена, 5/7.

Типография ордена "Знак Почета" изд-ва МГУ.

119899, Москва, Ленинские горы

Цена 25 коп.