

**ОГАОУ ДПО «Белгородский институт повышения квалификации и профессиональной переподготовки специалистов»**

# **Покоряем Химический Олимп**

**(Особенности подготовки школьников к районным и областным олимпиадам по химии: задания, решения, методические рекомендации, программа по работе с одаренными детьми)**



**Белгород 2012**

Печатается по решению редакционно-издательского Совета ОГАОУ ДПО «Белгородский институт повышения квалификации и профессиональной переподготовки специалистов»

***Составитель:***

**Раевская М.В.** – старший методист кабинета естественно-математических дисциплин, старший преподаватель кафедры естественно-математического образования ОГАОУ ДПО БелИПКППС

**Контактные координаты:** [karpuhinamv@mail.ru](mailto:karpuhinamv@mail.ru)

***Рецензенты:***

**Глухарева Н.А.** – доцент кафедры органической химии БелГУ, к.х.н.

**Для некоммерческого распространения в целях популяризации химической науки и подготовки к Всероссийской олимпиаде школьников по химии.**

Сборник включает нестандартные олимпиадные задания, их решения, методические рекомендации для учителя и практические руководства по организации работы с одаренными детьми. Материал сборника способствует выработке у школьников химического мышления, устойчивого интереса к химии, умения работать с дополнительными источниками информации.

Данные материалы могут быть использованы преподавателями химии при организации подготовки учащихся к предметной олимпиаде, школьниками – при самостоятельной подготовке, а также студентами педагогических специальностей для самообразования.

## Содержание

<b>Введение. Одаренный ребенок в современной школе</b>	<b>6</b>
<b>Глава I. Задания и решения районных (городских) олимпиад по химии в Белгородской области (2004-2011 гг)</b>	
1.1. Задания для районной (городской) олимпиады школьников по химии в 2004-2005 учебном году (9 класс)	8
1.2. Задания для районной (городской) олимпиады школьников по химии в 2004-2005 учебном году (10 класс)	9
1.3. Задания для районной (городской) олимпиады школьников по химии в 2004-2005 учебном году (11 класс)	10
1.4. Решения и рекомендации к заданиям для районной (городской) олимпиады школьников по химии в 2004-2005 учебном году (9 класс)	11
1.5. Решения и рекомендации к заданиям для районной (городской) олимпиады школьников по химии в 2004-2005 учебном году (10 класс)	13
1.6. Решения и рекомендации к заданиям для районной (городской) олимпиады школьников по химии в 2004-2005 учебном году (11 класс)	15
1.7. Задания для районной (городской) олимпиады школьников по химии в 2005-2006 учебном году (9 класс)	17
1.8. Задания для районной (городской) олимпиады школьников по химии в 2005-2006 учебном году (10 класс)	18
1.9. Задания для районной (городской) олимпиады школьников по химии в 2005-2006 учебном году (11 класс)	19
1.10. Решения и рекомендации к заданиям для районной (городской) олимпиады школьников по химии в 2005-2006 учебном году (9 класс)	20
1.11. Решения и рекомендации к заданиям для районной (городской) олимпиады школьников по химии в 2005-2006 учебном году (9 класс)	21
1.12. Решения и рекомендации к заданиям для районной (городской) олимпиады школьников по химии в 2005-2006 учебном году (9 класс)	22
1.13. Задания для районной (городской) олимпиады школьников по химии в 2006-2007 учебном году (9 класс)	24
1.14. Задания для районной (городской) олимпиады школьников по химии в 2006-2007 учебном году (10 класс)	25
1.15. Задания для районной (городской) олимпиады школьников по химии в 2006-2007 учебном году (11 класс)	25
1.16. Решения и рекомендации к заданиям для районной (городской) олимпиады школьников по химии в 2006-2007 учебном году (9 класс)	26
1.17. Решения и рекомендации к заданиям для районной (городской) олимпиады школьников по химии в 2006-2007 учебном году (10 класс)	28
1.18. Решения и рекомендации к заданиям для районной (городской) олимпиады школьников по химии в 2006-2007 учебном году (11 класс)	30
1.19. Задания для районной (городской) олимпиады школьников по химии в 2007-2008 учебном году (9 класс)	32
1.20. Задания для районной (городской) олимпиады школьников по химии в 2007-2008 учебном году (10 класс)	33
1.21. Задания для районной (городской) олимпиады школьников по химии в 2007-2008 учебном году (11 класс)	35
1.22. Решения и рекомендации к заданиям для районной (городской) олимпиады школьников по химии в 2007-2008 учебном году (9 класс)	36
1.23. Решения и рекомендации к заданиям для районной (городской) олимпиады школьников по химии в 2007-2008 учебном году (10 класс)	38

1.24. Решения и рекомендации к заданиям для районной (городской) олимпиады школьников по химии в 2007-2008 учебном году (11 класс)	39
1.25. Задания для районной (городской) олимпиады школьников по химии в 2008-2009 учебном году (9 класс)	41
1.26. Задания для районной (городской) олимпиады школьников по химии в 2008-2009 учебном году (10 класс)	42
1.27. Задания для районной (городской) олимпиады школьников по химии в 2008-2009 учебном году (11 класс)	43
1.28. Решения и рекомендации к заданиям для районной (городской) олимпиады школьников по химии в 2008-2009 учебном году (9 класс)	44
1.29. Решения и рекомендации к заданиям для районной (городской) олимпиады школьников по химии в 2008-2009 учебном году (10 класс)	44
1.30. Решения и рекомендации к заданиям для районной (городской) олимпиады школьников по химии в 2008-2009 учебном году (11 класс)	45
1.31. Задания для районной (городской) олимпиады школьников по химии в 2009-2010 учебном году (9 класс)	46
1.32. Задания для районной (городской) олимпиады школьников по химии в 2009-2010 учебном году (10 класс)	47
1.33. Задания для районной (городской) олимпиады школьников по химии в 2009-2010 учебном году (11 класс)	48
1.34. Решения и рекомендации к заданиям для районной (городской) олимпиады школьников по химии в 2009-2010 учебном году (9 класс)	49
1.35. Решения и рекомендации к заданиям для районной (городской) олимпиады школьников по химии в 2009-2010 учебном году (10 класс)	50
1.36. Решения и рекомендации к заданиям для районной (городской) олимпиады школьников по химии в 2009-2010 учебном году (11 класс)	51
1.37. Задания для районной (городской) олимпиады школьников по химии в 2010-2011 учебном году (8 класс)	53
1.38. Задания для районной (городской) олимпиады школьников по химии в 2010-2011 учебном году (9 класс)	54
1.39. Задания для районной (городской) олимпиады школьников по химии в 2010-2011 учебном году (10 класс)	55
1.40. Задания для районной (городской) олимпиады школьников по химии в 2010-2011 учебном году (11 класс)	56
1.41. Решения и рекомендации к заданиям для районной (городской) олимпиады школьников по химии в 2010-2011 учебном году (8 класс)	57
1.42. Решения и рекомендации к заданиям для районной (городской) олимпиады школьников по химии в 2010-2011 учебном году (9 класс)	58
1.43. Решения и рекомендации к заданиям для районной (городской) олимпиады школьников по химии в 2010-2011 учебном году (10 класс)	59
1.44. Решения и рекомендации к заданиям для районной (городской) олимпиады школьников по химии в 2010-2011 учебном году (11 класс)	62
1.45. Анализ типичных ошибок, допускаемых школьниками на районных (городских) олимпиадах по химии	65

## **Глава II. Задания, решения и комментарии областных олимпиад по химии (2004-2011 гг)**

2.1. Классификация заданий областной олимпиады школьников по химии (с примерами)	68
2.2. Задания III этапа Всероссийской олимпиады школьников по химии. 2010-2011 учебный год. Теоретический тур (9 класс)	71
2.3. Задания III этапа Всероссийской олимпиады школьников по химии. 2010-2011 учебный год. Теоретический тур (10 класс)	75

2.4. Задания III этапа Всероссийской олимпиады школьников по химии. 2010-2011 учебный год. Теоретический тур (11 класс)	79
2.5. Решения III этапа Всероссийской олимпиады школьников по химии. 2010-2011 учебный год. Теоретический тур (9 класс)	83
2.6. Решения III этапа Всероссийской олимпиады школьников по химии. 2010-2011 учебный год. Теоретический тур (10 класс)	90
2.7. Решения III этапа Всероссийской олимпиады школьников по химии. 2010-2011 учебный год. Теоретический тур (11 класс)	97
2.8. Задания и решения III этапа Всероссийской олимпиады школьников по химии. 2010-2011 учебный год. Практический тур (9-11 кл).	105
<b>Глава III. Стратегии подготовки к районным (городским) и областным олимпиадам по химии</b>	
3.1. Технологический аспект подготовки к районной (городской) олимпиаде по химии	112
3.2. Содержательный аспект подготовки к районной (городской) олимпиаде по химии	113
3.3. Организационный аспект подготовки к районной (городской) олимпиаде по химии	116
3.4. Информационный аспект подготовки к районной (городской) олимпиаде по химии	117
<b>Глава IV. Тренировочные задания «Готовимся к районной олимпиаде»</b>	
4.1. Тренировочные задания по теме «Водород. Пероксид водорода. Вода» (IA)	120
4.2. Тренировочные задания по теме «Галогены» (VIIA)	121
4.3. Тренировочные задания по теме «Халькогены» (VIA)	123
4.4. Тренировочные задания по теме «Пниктогены» (VA)	124
4.5. Тренировочные задания по теме «Подгруппа углерода» (IVA)	125
4.6. Тренировочные задания по теме «Щелочные и щелочноземельные металлы» (IA, IIA)	126
4.7. Тренировочные задания по теме «Алюминий» (IIIA)	129
4.8. Тренировочные задания по теме «d-Элементы»	130
4.9. Тренировочные задания по теме: «Органическая химия»	133
<b>Библиографический список</b>	136

## Введение

### Одаренный ребенок в современной школе

В отечественной педагогике и психологии существует много определений «детской одаренности». Приведем классическое определение: *«Одаренный ребенок – это ребенок, который выделяется яркими, очевидными, иногда выдающимися достижениями (или имеет предпосылки для таких достижений) в том или ином виде деятельности (предметной сфере).*

Бытует мнение, что одаренность ребенка в школе должна обязательно проявляться в рамках какого-либо предмета, а если ученик «троечник», то на нем можно ставить «педагогический крест». Это далеко не так, потому что существует несколько видов (типов) детской одаренности:

- в *практической деятельности* – одаренность в ремеслах, спортивная и организационная;
- в *познавательной деятельности* – интеллектуальная одаренность различных видов;
- в *художественно-эстетической деятельности* – хореографическая, сценическая, художественный вкус и т.д.;
- в *коммуникативной деятельности* – лидерская и аттрактивная одаренности;
- одаренность в *духовно-оценочной деятельности* (один из наиболее сложно диагностируемых видов одаренности, связан с чувством справедливости, ответственности, высоких идеалов и т.д.).

Таким образом, успешность школьника по определенным предметам (опережение программы, победа в конкурсах и олимпиадах) можно отнести к интеллектуальной одаренности. Для любого вида детской одаренности один из принципиальных вопросов – это своевременное ее диагностирование и стимулирование.

Для образовательного учреждения можно предложить следующие этапы выявления и развития талантов ребят с учетом особенностей российской системы образования:

- 1-й этап - анамнестический - на первой ступени обучения, где при выявлении одаренных детей учитываются их успехи в какой-либо деятельности;
- 2-й этап - диагностический - на этом этапе (5-7 классы) проводится индивидуальная оценка творческих возможностей и способностей ребенка;
- 3-й этап (8-9 классы) - этап накопления достижений выпускника основной школы;
- 4-й этап – это этап формирования, углубления и развития неординарных способностей ребенка приходится на старшую школу.

В настоящее время существует целый комплекс внутришкольных, региональных и всероссийских мероприятий, направленных на развитие интеллектуального потенциала ребенка и его одаренности. Приведем лишь некоторых из них: работа школьного клуба «Интеллект»; межшкольные интеллектуальные конкурсы в рамках «Фестиваля наук», конкурс творческих проектов «Мои увлечения», работа научного общества учащихся (выход: научно-практическая конференция), школьные спецкурсы (например, «Интеллектуальные игры», «Тренажер мышления»), широкий выбор факультативных и элективных курсов, созданных по заявкам учащихся, создание профильных групп (консультации), малая академия наук (сотрудничество с вузами региона), конкурс «Ученик года», слёт хорошистов и отличников «Учиться – это весело!», участие в Интернет-конференциях, форумах, фестивалях, летние школы по предметам для одаренных детей, и наконец, *предметные олимпиады (очные и заочные).*

В данной книге мы будем рассматривать вопросы, связанные с интеллектуальной одаренностью школьников в естественнонаучной области знаний.

Проблема «Одаренный ребенок в современной школе» будет более детально рассматриваться в Главе III. «Стратегии подготовки к районным (городским) и областным олимпиадам по химии».

В Главах I и II на примере заданий районных и областных олимпиад по химии будут выявлены наиболее сложные теоретические аспекты изучения школьной химии. Акцент будет сделан на методику организации подготовки ребят к конкурсам по химии разных уровней.

В Главе IV «Тренировочные задания «Готовимся к районной олимпиаде» представлен блок тренировочных заданий, которые станут для педагога и школьника первой ступенькой к «Химическому Олимпу».

Желаем удачи в освоении тернистого пути победителя!

## Глава I.

### Задания и решения районных (городских) олимпиад по химии в Белгородской области (2004-2011 гг)

#### 1.1. Задания для районной (городской) олимпиады школьников по химии в 2004-2005 учебном году 9 класс

**Задание 9.1.** На пяти банках с белыми порошкообразными веществами стерлись первые части этикеток. Осталось только: «Оксид ка...», «Оксид ка...», «Оксид ма...», «Оксид ба...», «Оксид ци...». Определите химическим способом какие это вещества. Напишите уравнения химических реакций. Укажите сферы применения данных соединений.

**Задание 9.2.** Могут ли в растворе одновременно находиться следующие пары веществ:  $\text{NaOH} + \text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2$ ,  $\text{KOH} + \text{Ca}(\text{OH})_2$ ,  $\text{NaHSO}_4 + \text{BaCl}_2$ ,  $\text{HCl} + \text{Al}(\text{NO})_3$ . Подтвердите ваш ответ реакциями. Назовите продукты возможных реакций.

**Задание 9.3.** В раствор хлороводорода с массовой доле 15% поместили цинковый шарик массой 20 г. После уменьшения диаметра шарика в два раза массовая доля кислоты в полученном растворе стала равной 10%. Вычислите массу исходного раствора соляной  $\text{HCl}$ .

**Задание 9.4.** При разложении озона, находящегося в смеси с кислородом, объем смеси увеличился на 17,5% при неизменном давлении и температуре. Затем 300 мл такой смеси (н.у.) пропустили через 200 мл раствора иодида калия в соляной кислоте. Вещества прореагировали без остатка. Определите объемную долю озона в смеси, молярную концентрацию растворов иодида калия и массу выделившегося иода.

**Задание 9.5.** В 1885 г М. Бертло совместно с русским химиком Л.Н. Шишковым исследовали процессы горения дымного пороха и оптимизировали его состав. Ими было установлено, что если содержание калийной селитры в порохе в 4,64 раза превышает содержание серы и угля по массе, а содержание серы в 1,23 раза превышает содержание угля, то при сгорании 1 кг такого пороха выделяется 641 ккал теплоты и образуется 216 л (н.у.) газов.

- 1) Рассчитайте состав пороха, предложенного Бертло и Шишковым (масс. %)
- 2) Восстановите уравнение горения пороха по Бертло и Шишкову (учтите, что кислород воздуха в этом горении не принимает участие).
- 3) Опытные эксперты по запаху оружейного ствола (смотрите детективную литературу) могут определить, было ли использовано данное орудие для стрельбы (зарядами на основе дымного пороха) в недавнее время. Что в остатках дымного пороха (нагаре) придает специфический запах?

**Задание 9.6. (Практическое задание)** В пяти пробирках находятся следующие вещества: хлорид калия, гидроксид натрия, хлорид меди (II), хлорид алюминия и серная кислота. Предложите способ распознавания данных веществ. Составьте план проведения эксперимента и приведите уравнения химической реакции. Ответьте дополнительно на следующие вопросы:

- 1) Как можно, не пользуясь реактивами, различить хлорид калия и хлорид бария?
- 2) Как различить сульфат меди (II) и сульфат никеля органолептическим способом?
- 3) Как разделить смесь угля, железных и медных опилок?
- 4) Как в лаборатории доказать амфотерность оксида алюминия?
- 5) Как доказать, что в состав белой краски входят свинцовые белила?



**1.2. Задания для районной (городской) олимпиады школьников по химии  
в 2004-2005 учебном году  
10 класс**

**Задание 10.1.** В вашем распоряжении имеется железный порошок и раствор соляной кислоты, массовая доля HCl в котором неизвестна. Предложите способ приготовления 100 мл раствора хлорида железа (II), содержащего 0,01 моль/л соли. Концентрация HCl в приготовленном растворе произвольная. В ходе работы можно использовать мерную посуду и нельзя использовать весы и разновесы. 1) Реализуйте предложенный способ на опыте. 2) Можно ли приготовить раствор соляной кислоты с концентрацией 65%? 3) Можно ли приготовить хлорид железа (II), если в наличии имеются железные опилки, хлор в специальном сосуде, вода, оксид кальция?

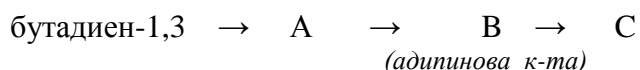
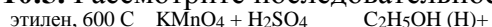
**Задание 10.2.** Мягкий, очень тяжелый металл (M) люди широко использовали еще до нашей эры. В средневековье самая известная тюрьма Венеции имела наверху под крышей камеры, сделанные из этого металла. Зимой в них было невыносимо холодно, и летом узники изнывали от жары. Темно-коричневый оксид данного металла, имеющий состав  $MO_2$ , при действии концентрированной соляной кислоты выделяет из нее хлор, а при растирании с серой вызывает ее воспламенение. Сильно охлажденная смесь  $MO_2$  и HCl превращается в тяжелую жидкость  $MC1_4$ , дымящую на воздухе. Добавление к этой жидкости нескольких капель воды вызывает выделение хлора. Оксид  $MO_2$  получается из оксида  $(M_2^{II}M^{IV})O_4$ , имеющего красный цвет, под действием концентрированной азотной кислоты. Назовите металл M. Напишите возможные уравнения химических реакций, о которых сказано в условии задачи.

**Задание 10.3.** Смесь двух предельных газообразных углеводородов (при 20°C), имеющая относительную плотность по водороду 15, реагирует с хлором на свету и образует смесь только двух монохлорпроизводных. Определите качественный состав смеси и объемные доли компонентов.

**Задание 10.4.** В 1845 году два химика независимо друг от друга – немец Роберт Бунзен и француз Анри Этьен Сент-Клер Девиля разработали первый промышленный метод получения данного металла X, основанного на восстановлении расплава  $Na[XC1_4]$  металлическим натрием. На всемирной Парижской выставке в 1855 г. демонстрировалось «серебро Девиля» - слиток данного металла массой 1 кг стоил 2400 марок (дороже, чем золото и серебро)!

- 1) Определите X и соединения, о которых говорится в условии задачи.
- 2) Рассчитайте массу металлического натрия, которая требуется для выделения 100 кг металла X по способу Девиля, если практический выход процесса 85%.
- 3) Предложите не менее 4-х химических реакций, с помощью которых можно охарактеризовать химические свойства вещества X.

**Задание 10.5.** Рассмотрите последовательность превращений:



Определите вещества A и C, напишите уравнения реакций. Какая масса  $\text{KMnO}_4$  будет израсходована для получения 7,3 г адипиновой кислоты в этом синтезе?

**Задание 10.6. (Практическое задание)** В шести пронумерованных пробирках содержатся водные растворы веществ:  $\text{FeSO}_4$ ,  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{NaOH}$ .

1) Определите содержимое каждой пробирки с помощью только растворов указанных реактивов, не пользуясь другими реактивами. 2) Предложите 4 реакции в каждой из которых участвуют одновременно три из указанных соединений.

**1.3. Задания для районной (городской) олимпиады школьников по химии  
в 2004-2005 учебном году  
11 класс**

**Задание 11.1.** Напишите уравнения химических реакций, которым могут соответствовать следующие превращения:



На примере любого алкена или арена объясните взаимное влияние атомов в молекуле органического вещества.

**Задание 11.2.** Химику-практику предложили разрешить следующие проблемы: 1) Как из смеси цинка и алюминия приготовить чистые оксиды ZnO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>? 2) Как химическим путем из смеси алюминия, кальция и серебра выделить металлы в индивидуальном виде? Химик быстро справился с задачами, предложите ваше решение, приведите уравнения реакций.

**Задание 11.3.** Через 35,00 мл 40%-ного гидроксида натрия ( $\rho = 1,43$  г/мл) пропустили 8,4 л углекислого газа (н.у.). Определите массовые доли веществ в полученном растворе. Приведите по 2 реакции получения каждого из конечных веществ.

**Задание 11.4.** Вещество А имеет приятный запах гиацинта и применяется в парфюмерных композициях. При сжигании его навески массой 1,706 г образовалось 1,022 г воды и 3,770 л углекислого газа (объем измерен при 150<sup>0</sup>С и 105,9 кПа). При взаимодействии такой же навески с реактивом Феллинга (раствор гидроксида меди (II) в щелочном растворе калия-натрия виннокислого) образовалось 2,032 г кирпично-красного осадка. Установите молекулярную формулу А. Приведите структурные формулы 4 изомеров, к каким классам веществ они относятся?

**Задание 11.5.** Глюкоза – легко усвояемое питательное вещество, незаменимое при сердечной слабости, шоке и т.д. Она содержится в виноградном соке, а также в соке других фруктов. Как экспериментально установить присутствие сахара вместо глюкозы в пищевых продуктах? Предложите вашу версию. Попробуйте самостоятельно спланировать ваше исследование.

**Задание 11.6. (Практическое задание)** Минерал с древних времен известный под названием «синяя охра» и использующийся уже давно как минерал-краситель, попал в научно-исследовательскую лабораторию. Младший научный сотрудник провел ряд опытов и зафиксировал их результаты:

*Опыт №1.* При действии 4 мл HNO<sub>3</sub> на 0,5 г образца получили 25 мл желтого раствора (1), причем образец полностью растворился с выделением бурого газа.

*Опыт №2.* Действие AgNO<sub>3</sub> на полученный раствор (1) не дает видимых результатов, но при нейтрализации этой смеси до pH 6-7 выпадает желтый осадок.

*Опыт №3.* При действии NaOH на 5 мл р-ра (1) образуется бурый осадок, нерастворимый в избытке щелочи и аммиака. Масса осадка (3) после прокаливания оставляет 0,048 г.

*Опыт №4.* Осадок растворим в кислотах, причем прозрачен раствор с pH менее 5.

*Опыт №5.* Раствор (4) дает с NH<sub>4</sub>SCN красное окрашивание.

*Опыт №6.* При прокаливании образец (1 г) теряет в массе 24% веса, причем выделяющийся газ поглощается безводным CuSO<sub>4</sub> и масса поглотительной трубки увеличивается на 0,287 г.

На основании проведенного эксперимента предложите состав минерала и его название. Напишите соответствующие уравнения химических реакций.

#### **1.4. Решения и рекомендации к заданиям для районной (городской) олимпиады школьников по химии в 2004-2005 учебном году** **9 класс**

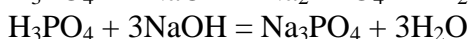
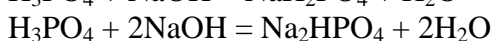
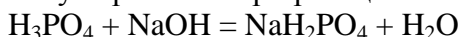
##### **Решение 9.1. (5 баллов)**

Бесцветными порошками могут быть оксид калия K<sub>2</sub>O, оксид кальция CaO, оксид магния MgO, оксид бария BaO, оксид цинка ZnO. При контакте с водой все эти оксиды (кроме оксида цинка) превращаются в гидроксиды, среда становится сильнощелочной для KOH, Ba(OH)<sub>2</sub>, Ca(OH)<sub>2</sub> и слабощелочной в случае малорастворимого Mg(OH)<sub>2</sub>. Гидроксид кальция при обработке разбавленной серной кислотой дает осадок сульфата кальция CaSO<sub>4</sub>. Идентификация оксидов может быть дополнена испытанием окраски пламени: при внесении в пламя соединений калия возникает фиолетовое окрашивание, кальция – кирпично-красное, бария – зеленоватое. Оксид цинка обладает амфотерными свойствами, растворяется в кислотах и щелочах, а также в растворе аммиака.

##### **Решение 9.2. (5 баллов)**

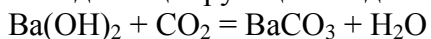
При рассмотрении растворов, приготовленных из двух и более индивидуальных веществ, нужно помнить, что взаимодействие между ними может происходить с образованием нерастворимых, малорастворимых или газообразных веществ. В таких случаях исходные вещества не могут одновременно находиться в растворе.

1) Оксид фосфора (V) реагирует с водой с образованием ортофосфорной кислоты: P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + H<sub>2</sub>O = 2H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, которая затем нейтрализуется щелочью. В зависимости от соотношений могут протекать три реакции:



Исходные вещества одновременно в растворе быть не могут.

2) При пропускании CO<sub>2</sub> через раствор Ba(OH)<sub>2</sub> выпадает осадок BaCO<sub>3</sub> и образуется малодиссоциирующее соединение H<sub>2</sub>O.

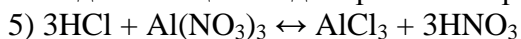


3) KOH и Ca(OH)<sub>2</sub> – сильные основания и диссоциируют в воде. Данные соединения в растворе могут существовать одновременно

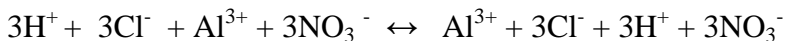
4) При диссоциации гидросульфата натрия в водном растворе образуются ионы Na<sup>+</sup>, HSO<sub>4</sub><sup>-</sup>. Серная кислота является сильной даже по второй ступени диссоциации, поэтому ионы HSO<sub>4</sub><sup>-</sup> частично диссоциируют на ионы H<sup>+</sup> и SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, которые немедленно реагируют с ионами Ba<sup>2+</sup> с образованием осадка:



Исходных веществ одновременно в растворе быть не может.



Исходные вещества и продукты реакции полностью диссоциируют в водном растворе. Уравнение реакции можно переписать в ионном виде:



Раствор содержит одновременно два вещества. (5 баллов – по 1 баллу за каждую пару веществ)

### Решение 9.3. (5 баллов)

Между массой шарика и его диаметром существует не линейная, а кубическая зависимость. Поэтому при уменьшении диаметра в 2 раза масса шарика уменьшается в 8 раз. При решении нужно учесть, что из системы удаляется водород, что уменьшает массу раствора.

Следовательно, найдем массу нерастворимого цинка:  $20 : 8 = 2,5$  г. Соответственно масса цинка перешедшего в раствор 17,5 г. Уравнение реакции:  $\text{Zn} + 2\text{HCl} = \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2$ . Масса хлороводорода, вступившего в реакцию с этим количеством цинка:  $(17,5 : 65) \cdot 2 \cdot 36,5 = 19,65$  г. Масса выделившегося водорода:  $(17,5 : 65) \cdot 2 = 0,54$  г.

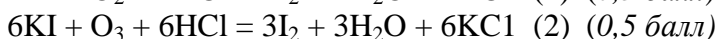
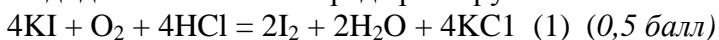
Обозначим искомую массу раствора кислоты за X, тогда масса HCl в исходном растворе составляет 0,15X г. Масса HCl в конечном растворе  $0,1 \cdot (X + 17,5 - 0,54) = 0,1 \cdot (X + 16,96)$ . Учитывая, что разность между массами HCl в исходном и конечном растворах равна массе HCl, вступившей в реакцию, имеем  $0,15X - 0,1(X + 16,96) = 19,65$ , отсюда  $X = 426,9$  г.

### Решение 9.4. (5 баллов)

Возьмем 100 мл смеси. Обозначим содержание в ней объема озона за X. В соответствии с уравнением  $2\text{O}_3 = 3\text{O}_2$  кислорода образовалось 1,5X. Изменение объема газовой смеси будет равно  $1,5X - X = 17,5$ , соответственно  $X = 35$ , таким образом в исходной смеси объемная доля озона 35%.

В 300 мл смеси содержится  $300 \cdot 0,35 = 105$  мл (0,0047 моль) озона и 195 мл (0,0087 моль) кислорода.

Иодид калия в кислой среде реагирует со смесью кислорода и озона:



Из уравнения (1) количество  $n(\text{KI}) = 4 \cdot 0,0087 = 0,035$  моль;  $m(\text{I}_2) = 0,0087 \cdot 254 \cdot 2 = 4,42$  г.

Из уравнения (2) количество  $n(\text{KI}) = 6 \cdot 0,0047 = 0,028$  моль;  $m(\text{I}_2) = 0,0047 \cdot 254 \cdot 3 = 3,57$  г.

Молярная концентрация раствора иодида калия равна  $(0,035 + 0,028) : 0,2 = 0,315$  моль/л

В результате реакций иода выделилось  $(4,42 + 3,57) = 7,99$  г. (4 балла за расчеты)

### Решение 9.5. (10 баллов)

1) Содержание калийной селитры (нитрата калия) в порохе составляет:  $4,64 : (4,64 + 1) = 0,823$ , или 82,3%

Содержание серы и угля, соответственно 17,7%

Содержание угля –  $17,7 : (1,23 + 1) = 7,94\%$

Содержание серы –  $17,7 - 7,94 = 9,76\%$  (3 балла)

2) Молярное соотношение селитры, серы и угля в порохе составляет:

$n(\text{KNO}_3) : n(\text{S}) : n(\text{C}) = 82,3 : 101 : 9,76 : 32 : 7,94 : 12 = 0,815 : 0,305 : 0,662 = 2,67 : 1 : 2,17 = 16,02 : 6 : 13,02$ . Округляя до целых, соотношение составит 16:6:13 – это соотношение можно считать левой частью уравнения горения (исходные вещества).

Можно определить сумму коэффициентов газообразных продуктов горения. Масса исходных веществ составляет  $16 \cdot 101 + 6 \cdot 32 + 13 \cdot 12 = 1964$  г.

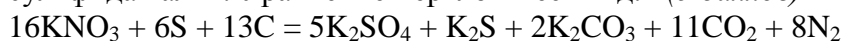
Объем газообразных продуктов в реакции  $216 \cdot 1964 : 1000 = 424$  л; количество газообразных продуктов реакции составляет  $424 : 22,4 = 18,9$  ( $\approx 19$ ) моль. Основным газообразным продуктом могут быть азот ( $16 : 2 = 8$  моль в уравнении реакции), оксид углерода (IV) (до 13 моль в уравнении реакции) и оксид серы (IV) (в избытке окислителя). По реакции образуется 19 моль газов, тогда 8 моль  $\text{N}_2$  и 11  $\text{CO}_2$  (остающиеся 2 моль будут связаны в твердом остатке –  $\text{K}_2\text{CO}_3$ ). В твердом остатке будет еще 12 моль калия, которые потребуются для связывания серы (в форме сульфата калия и сульфида калия).

При образовании азота мы должны затратить  $16 \cdot 5 = 80$  электронов:  $N^{+5} + 5e = N^0$

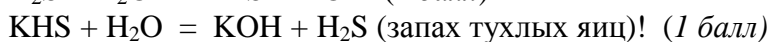
При окислении углерода можно освободить  $13 \cdot 4 = 52$  электрона:  $C^0 - 4e = C^{+4}$

Еще 8 электронов должно быть образовано в реакциях серы. При окислении всей серы до сульфата образовалось бы  $6 \cdot 6 = 36$  электронов, то есть, не вся сера образует сульфат, а только 5 моль и при этом образуется моль сульфида калия ( $6 \cdot 5 = 30$ ,  $30 - 2 = 28$ ), что соответствует электронному балансу).

К аналогичному выводу можно прийти, исходя из материального баланса кислорода. Из исходных 48 моль атомов кислорода нитрата калия в газовой фазе будет 22 моль атомов в  $CO_2$ , 6 моль атомов кислорода будет в твердом остатке в составе карбоната калия, тогда на образование сульфата остается  $48 - 22 - 6 + 20$ ;  $20 : 4 = 5$  моль сульфата калия образуется в реакции. По балансу калия и серы можно определить, что еще может образоваться 1 моль сульфида калия. Уравнение Берглю имеет вид: (5 баллов)



3) «Нагар» - твердые остатки продуктов реакции горения пороха. Заметным запахом обладает только сульфид калия. Чувствуется запах сероводорода, который образуется в результате гидролиза сульфида (или при взаимодействии с углекислым газом воздуха):



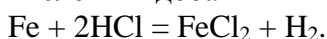
### Решение 9.6. (10 баллов)

- 1) Различная растворимость солей в воде (или окрашивание цвета пламени).
- 2) По цвету растворов солей ( $Cu^{2+}$  - голубое окрашивание,  $Ni^{2+}$  - зеленое окрашивание).
- 3) С помощью магнита и далее растворения смеси в воде.
- 4) Амфотерное соединение будет взаимодействовать с кислотой и основанием (например р-р  $HCl$  и р-р  $NaOH$ ).
- 5) Взаимодействие с сульфидом (черный осадок).

## 1.5. Решения и рекомендации к заданиям для районной (городской) олимпиады школьников по химии в 2004-2005 учебном году 10 класс

### Решение 10.1. (7 баллов)

1) В 100 мл раствора 0,01 М раствора содержится 0,001 моль соли. Если взять 100,0 мл кислоты и добавить в нее избыток железного порошка, то начнется химическая реакция:



Измерение объема выделяющегося водорода позволит установить момент, когда готовый раствор следует слить и прекратить реакцию ( $V = 22/4$  мл).

Растворение железа рекомендуется проводить в круглодонной колбе, снабженной газоотводной трубкой. Водород следует собирать над водой в цилиндре на 25 мл.

Если концентрация кислоты окажется меньше, чем 0,02 моль/л (4%), то в колбу добавляют дополнительное количество кислоты, а полученный раствор упаривают на водяной бане.

После упаривания раствор переливают в мерный цилиндр, в котором объем раствора доводится до 100 мл (эту операцию следует проводить в мерной колбе). (5 баллов)

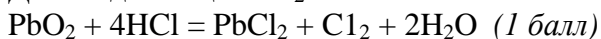
2) Максимальная концентрация раствора соляной кислоты не может превышать 36% (1 балл).

3) Хлор можно пропустить через воду, образуется соляная и хлорноватистая кислоты. Если раствор кислот постоит на свету, то хлорноватистая кислота превращается в соляную. Далее при растворении опилок в соляной кислоте образуется хлорид железа (II). (1 балл)

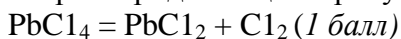
### Решение 10.2. (5 баллов)

Металл М – это свинец. (1 балл)

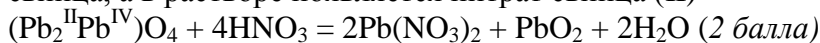
Диоксид свинца  $PbO_2$  – сильный окислитель, он реагирует с  $HCl$ :



Тетрахлорид свинца в присутствии воды разлагается, выделяя хлор:

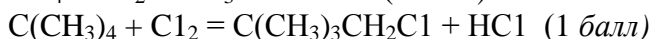
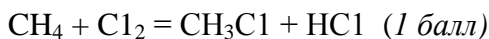


Свинцовый сурик ( $Pb^{II}Pb^{IV}O_4$ ) под действием азотной кислоты выделяет осадок диоксида свинца, а в растворе появляется нитрат свинца (II)



### Решение 10.3. (5 баллов)

Средняя молярная масса (М) смеси составляет  $15 \cdot 2 = 30$  г/моль. Каждый из присутствующих в смеси углеводородов способен образовать только одно монохлорпроизводное. Таких углеводородов существует три: метан (М = 16), этан (М = 30), неопентан (М = 72). Этан по условию задачи не подходит (молярная масса самого этана равна молярной массе смеси). Следовательно в смесь входят метан и неопентан. Примем объемную долю метана за X и получим уравнение:  $16X + 72(1 - X) = 30$ , откуда смесь содержит 25% метана и 75% неопентана. (3 балла – решение) Уравнения реакции соответственно:



### Решение 10.4. (5 баллов)

1) Алюминий. (2 балла)

2)  $m(Na) = 300,72$  кг. (1 балл)

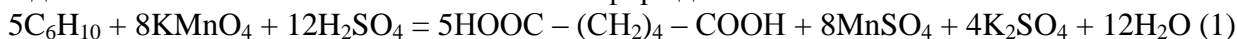
3) Химические свойства: как активный металл реагирует с неметаллами и водой (после удаления с поверхности оксидной пленки), как металл с амфотерными свойствами реагирует с кислотами и гидроксидами. (2 балла)

### Решение 10.5. (7 баллов)

A – циклогексен, C – этиловый эфир адипиновой кислоты (2 балла)

B –  $HOOC - (CH_2)_4 - COOH$ , C –  $(C_2H_5)OOC - (CH_2)_4 - COO(C_2H_5)$

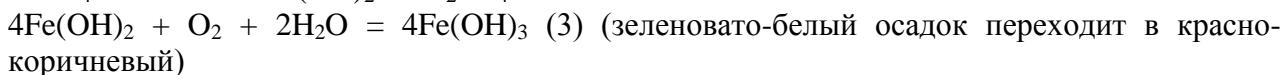
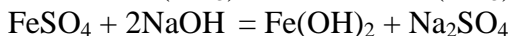
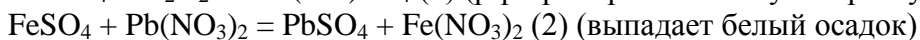
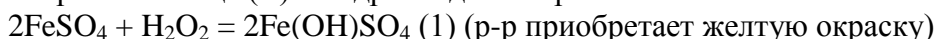
Адипиновая кислота                      Этиловый эфир адипиновой кислоты



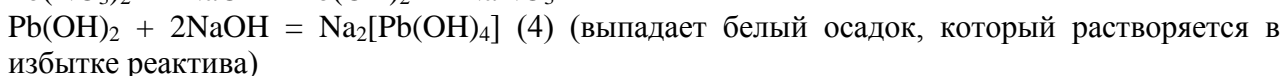
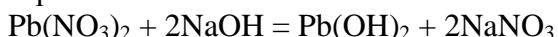
В соответствии с уравнением реакции (1) масса  $KMnO_4$  составит 12,64 г. (3 балла)

### Решение 10.6. (10 баллов)

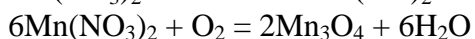
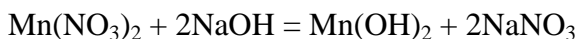
1) Сульфат железа (II) в водном растворе может реагировать с пероксидом водорода, нитратом свинца (II) и гидроксидом натрия.



Для нитрата свинца помимо реакции (2), характерны также реакции с гидроксидом натрия и серной кислотой



Нитрат марганца (II) будет реагировать только с гидроксидом натрия:

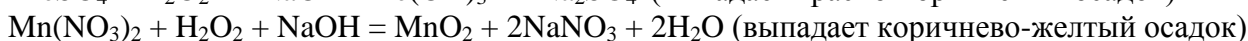
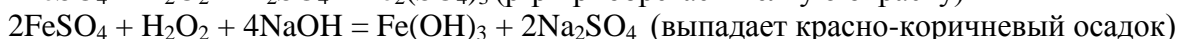
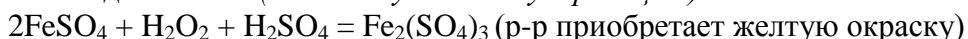


$2\text{Mn}(\text{NO}_3)_2 + \text{O}_2 = 2\text{MnO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$  (6) (выпадает белый осадок, который на воздухе постепенно приобретает темно-коричневую окраску, а становится черным)

Характерные реакции для  $\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{NaOH}$  уже обсуждены при рассмотрении превращений (1) – (6). В ходе эксперимента рекомендуем заполнять следующую таблицу: (6 баллов)

Вещество	$\text{FeSO}_4$	$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$	$\text{Mn}(\text{NO}_3)_2$	$\text{H}_2\text{O}_2$	$\text{H}_2\text{SO}_4$	$\text{NaOH}$
$\text{FeSO}_4$	---	↓ бел. (2)	---	Окраск. (1)	---	↓ бел. (3)
$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$	↓ бел. (2)	---	---	---	↓ бел. (5)	↓ бел. раст (4)
$\text{Mn}(\text{NO}_3)_2$	---	---	---	---	---	↓ бел. темн (6)
$\text{H}_2\text{O}_2$	Окраск. (1)	---	---	---	---	---
$\text{H}_2\text{SO}_4$	---	↓ бел. (5)	---	---	---	---
$\text{NaOH}$	↓ бел. (3)	↓ бел. раст (4)	↓ бел. темн (6)	---	---	---

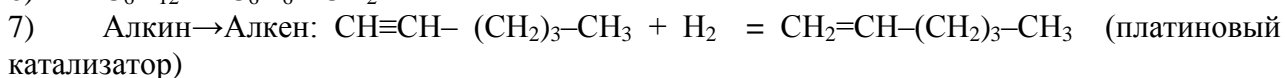
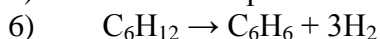
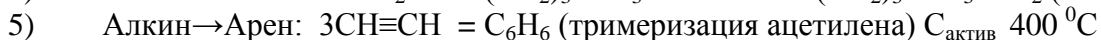
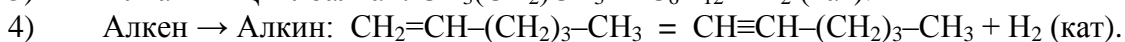
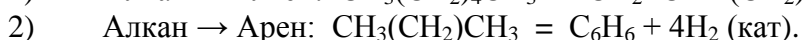
2) Между указанными в условии задачи веществами могут протекать следующие «тройные взаимодействия»: (по 1 баллу за каждую реакцию)



## 1.6. Решения и рекомендации к заданиям для районной (городской) олимпиады школьников по химии в 2004-2005 учебном году 11 класс

### Решение 11.1. (5 баллов)

1. (один из возможных вариантов)



(0,5 балла за каждую правильно приведенную реакцию)

2. Можно рассмотреть любой эффект (индуктивный или мезомерный) на примере любого алкена или арена (1 балл)

### Решение 11.2. (7 баллов)

1) Цинк и алюминий – активные металлы, но алюминий пассивируется холодными концентрированными растворами серной и азотной кислот. Рассмотрим варианты решения задачи, основанные на этом факте. Цинк реагирует с концентрированной азотной кислотой:  $\text{Zn} + 4\text{HNO}_3 = \text{Zn}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

Выпарим воду из раствора и прокалим нитрат цинка:  $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 = \text{ZnO} + 2\text{NO}_2 + \text{O}_2$

Таким образом можно получить чистый оксид цинка.

Алюминий, не прореагировавший с азотной кислотой, прокаливают на воздухе. В результате образуется чистое вещество:  $4Al + 3O_2 = 2Al_2O_3$  (3 балла)

2) Кальций – щелочноземельный металл, он реагирует с водой:  $Ca + 2H_2O = Ca(OH)_2 + H_2$ . Отделяем алюминий и серебро, которые не растворяются в воде. К фильтрату добавляем соляную кислоту:  $Ca(OH)_2 + 2HCl = CaCl_2 + 2H_2O$

Раствор выпариваем, расплав хлорида кальция подвергаем электролизу:  $CaCl_2 = Ca + Cl_2$

На смесь серебра и алюминия действуем концентрированной азотной кислотой, алюминий пассивируется, а серебро растворяется:  $Ag + 2HNO_3 = AgNO_3 + NO_2 + H_2O$  Из полученного раствора серебро можно выделить осаждением на пластине из более активного металла, например меди:  $2AgNO_3 + Cu = Cu(NO_3)_2 + 2Ag$  (4 балла)

### Решение 11.3. (7 баллов)

w (NaHCO<sub>3</sub>) = 31,6%

w (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) = 20% (5 баллов)

За каждое уравнение химической реакции по 0,5 баллов (всего 2 балла).

### Решение 11.4. (6 баллов)

При сжигании образовалось  $pV/RT = 105,9 \cdot (3,77 : 8,31) \cdot 423 = 0,1136$  (моль) CO<sub>2</sub> и  $1,022:18 = 0,0568$  (моль) H<sub>2</sub>O. В состав веществ входило  $(1,706 - 0,1136 + 12,01 - 0,0568 \cdot 2 \cdot 1,01) = 0,226$  (г), или  $0,227 : 16 = 0,0142$  (моль) атомов кислорода.

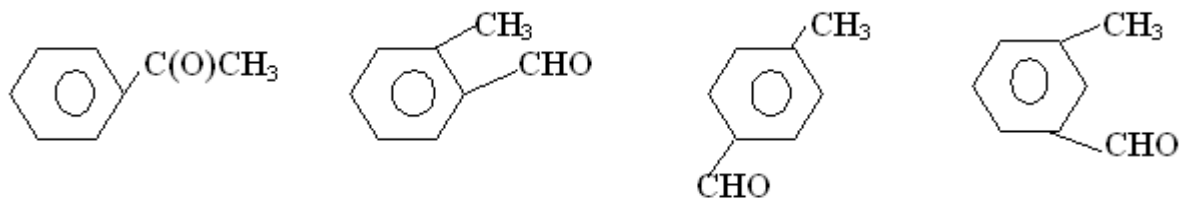
В состав навески вещества А входило 0,1136 моль атомов С,  $0,0568 \cdot 2 = 0,1136$  (моль) атомов Н и 0,0142 моль атомов О, соответственно n(C): n(H): n(O) = 8:8:1. Простейшая формула вещества C<sub>8</sub>H<sub>8</sub>O.

Кирпично-красный осадок – Cu<sub>2</sub>O. M(Cu<sub>2</sub>O) = 143,1 г/моль. Образовалось  $4,064/143,1 = 0,0284$  (моль) Cu<sub>2</sub>O

$R - CHO + 2Cu(OH)_2 = R - COOH + Cu_2O + 2H_2O$

Если в молекуле А была всего одна альдегидная группа, то в реакцию вступило  $0,0284:2 = 0,0142$  (моль) А. Тогда его молярная масса составляет  $1,706/0,0142 = 120,1$  (г/моль) и простейшая формула совпадает с истиной. (4 балла)

Возможные структурные формулы: (2 балла)



### Решение 11.5. (7 баллов)

В основе определения глюкозы в растворе лежит реакция ее окисления свежесожденным гидроксидом меди (II) – реакция на альдегидную группу:

$R - CHO + 2Cu(OH)_2 = R - COOH + Cu_2O + 2H_2O$  (1 балл)

(голубой раствор)

(красный осадок)

В результате взаимодействия сахара с водой (реакция гидролиза) также образуется глюкоза (и фруктоза):  $C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O = C_6H_{12}O_6 + C_6H_{12}O_6$  (1 балл)

глюкоза      фруктоза

Однако, в нейтральной среде эта реакция протекает очень медленно. Ускорить ее можно добавлением катализатора, например соляной кислоты; в щелочной среде сахар не гидролизуется. Следовательно, о соотношении глюкозы и сахарозы можно судить по количеству красного осадка в щелочном растворе. Можно предложить следующий опыт: в 4 пробирки налить по 5 мл дистиллированной воды. В пробирку №1 добавить 5 капель натурального меда (желательно из пчелиных сот), в пробирку №2 – 5 капель исследуемого меда, №3 – 0,2-0,5 г. сахара, а в №4 – останется вода. Затем в каждую пробирку добавить



щелочной взвеси гидроксида меди (II). Появление красного осадка свидетельствует о нахождении глюкозы в растворе (обращают внимание на интенсивность окрашивания!) (3 балла)

### Решение 11.6. (10 баллов)

Из опытов 3-5 очевидно, что бурый осадок – гидроксид железа (III):  $2\text{Fe}(\text{OH})_3 = \text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ ,  $M(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 160$  г/моль, в 0,048 г оксида содержится 0,0336 г железа.

Опыт №2. Осадок соли серебра желтого цвета растворим в кислотах – можно предположить, что это фосфат (а также бромид или иодид, если пренебречь растворимостью в кислоте).

Опыт №6. Очевидно, что привес поглотительной трубки с  $\text{CuSO}_4$  объясняется поглощением воды. Так как привес (28,7%) больше потери при прокаливании (34%), следовательно идет окислительно-восстановительная реакция.

Так как минерал растворяется в азотной кислоте с выделением оксида азота (IV), следовательно он содержит восстановитель (Опыт №1). Это либо железо (II), либо анион, являющийся слабым восстановителем (либо и то и другое). (За объяснение каждого опыта по 1 баллу)

Получаем: минерал содержит 33,5% железа, 28,7% воды; остаток  $100 - (33,5 + 28,7) = 37,8\%$

Далее рассматриваем два варианта:

а) минерал содержит железо (III), тогда его формула

$\text{FeX}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ , где  $\text{X}^-$ ,  $M(\text{X}) = 21$ , 1 моль и  $n = 2,67$ ;

$\text{Fe}_2\text{X}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ , где  $\text{X}^{2-}$ ,  $M(\text{X}) = 42$ , 1 моль и  $n = 5,37$ ;

$\text{FeX} \cdot n\text{H}_2\text{O}$ , где  $\text{X}^{3-}$ ,  $M(\text{X}) = 63,2$  моль и  $n = 2,67$ ;

б) минерал содержит железо (II), тогда его формула

$\text{FeX}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ , где  $\text{X}^-$ ,  $M(\text{X}) = 31,6$  моль и  $n = 2,67$ ;

$\text{FeX} \cdot n\text{H}_2\text{O}$ , где  $\text{X}^{2-}$ ,  $M(\text{X}) = 63,2$  моль и  $n = 5,3$ ;

$\text{Fe}_3\text{X}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ , где  $\text{X}^{3-}$ ,  $M(\text{X}) = 94,8$  моль и  $n = 8,0$ ;

Из расчетов видно, что ни иодид, ни бромид не подходят по молекулярной массе.

Единственный вариант – железо (II) и фосфат.

Следовательно минерал –  $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ . Он называется синяя охра или вивианит.

(за вывод формулы 4 балла)

## 1.7. Задания для районной (городской) олимпиады школьников по химии в 2005-2006 учебном году 9 класс

**Задание 9.1.** Даны электронные конфигурации внешних энергетических уровней атомов пяти элементов:

1)  $3s^1$ , 2)  $4s^2$ , 3)  $2s^2 2p^2$ , 4)  $3s^2 3p^4$ , 5)  $3s^2 3p^5$

Расположите данные элементы в порядке усиления их восстановительных свойств. Напишите все водородсодержащие и кислородсодержащие соединения этих элементов, дайте им название. Перечислите все возможные бинарные соединения вышеуказанных элементов друг с другом. Какое практическое значение для человека могут иметь данные соединения.

**Задание 9.2.** При сжигании красного фосфора в кислороде выделяется примерно в 1,7 раз больше энергии, чем при сгорании в хлоре. Но для того, чтобы фосфор горел в кислороде, его надо поджечь, а в хлоре он самовоспламеняется. Объясните различия в условиях протекания реакций.

1) Какие продукты будут образовываться в результате взаимодействия вышеуказанных бинарных соединений с водой?

2) Перечислите все возможные факторы, от которых может зависеть протекание химической реакции. Что такое энергия активации?

**Задание 9.3.** При сжигании 0,02 моль некоторого простого вещества образовалось 3,584 л (н.у.) газа, который в 2 раза тяжелее кислорода. Установите формулу сжигаемого вещества. Напишите три уравнения реакций, иллюстрирующих химические свойства данного вещества.

**Задание 9.4.** В вашем доме есть бутылка с жидким отбеливателем, но этикетка с инструкцией потерялась. Препарат имеет запах хлора. Вы решили обработать им белье без назревания. Какую посуду вы выберете, если у вас есть: новое ведро из оцинкованной жести, старый эмалированный бак с поврежденной эмалью, пластмассовый таз. Объясните свой ответ на основе ваших знаний о свойствах хлора. Проведите расчеты.

**Задание 9.5.** 81,95 г смеси хлорида калия, нитрата калия и бертолетовой соли прокалили до постоянной массы. При этом происходило выделение газа. После взаимодействия этого газа с водородом получилось 14,4 г вещества, которое является одним из самых распространенных на Земле. Продукт прокаливания растворили в воде, и раствор обработали нитратом серебра. В результате выпало 100,45 г осадка. Определите состав смеси в процентах по массе.

**Задание 9.6. (Практическое задание)** Вам предложили ряд растворов, в которых могут находиться следующие ионы:  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{OH}^-$ . Определите способ определения данных ионов при помощи характерных качественных реакций. Напишите уравнения химических реакций. Могут ли все эти ионы существовать в одном растворе? Ответ поясните с помощью химических реакций.

**1.8. Задания для районной (городской) олимпиады школьников по химии  
в 2005-2006 учебном году  
10 класс**

**Задание 10.1. (Металлические загадки)**

*Загадка №1.* Серебристо-белый металл отличается тугоплавкостью. Кислоты-окислители на холоду его пассивируют, а при нагревании переводят в раствор, например в виде нитрата  $\text{M}(\text{NO}_3)_3$ . С кислотами-неокислителями металл реагирует с выделением водорода с образованием гексааквакатионов  $[\text{M}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ , придающих раствору голубой цвет. На воздухе этот раствор быстро становится зеленым из-за окисления. Металл реагирует с расплавом  $\text{KOH}$  с образованием соединения желтого цвета  $\text{K}_2\text{MO}_4$ . Определите металл и напишите уравнения химических реакций, которые упомянуты в условии.

*Загадка №2.* Этот металл был известен давно. Он входил в состав латуни, производство которой в древнем мире было достаточно распространено. Металл, о котором идет речь, подробно в Европе описал в 1721 г. саксонский химик-металлург И. Генкель. Пары этого металла воспламеняются на воздухе с образованием густого белого дыма. Нагретый чуть выше  $100^\circ\text{C}$  металл становится очень ковким, а при более высокой температуре делается хрупким. Металл реагирует со всеми кислотами-неокислителями, щелочами в водном растворе аммиака выделяя водород. Определите металл и напишите уравнения реакций.

**Задание 10.2.** Один из способов получения предельных углеводородов – это электролиз водных растворов типа  $\text{RCOONa}$ . Так вот при электролизе водного раствора натриевой соли одноосновной карбоновой кислоты с неразветвленным скелетом на аноде образовались газ

и жидкость, содержащая 84,21% углерода по массе. Определите неизвестную соль, образующийся предельный углеводород и напишите уравнение реакции электролиза.

**Задание 10.3.** При стандартных условиях теплота полного сгорания белого фосфора равна 760,1 кДж/моль, а теплота полного сгорания черного фосфора равна 733,1 кДж/моль. Чему равна теплота превращения черного фосфора в белый фосфор при стандартных условиях?

**Задание 10.4.** Попробуйте разрешить агрохимические проблемы:

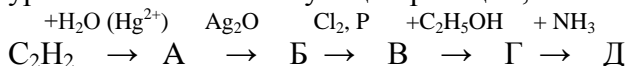
*Проблема №1.* Для борьбы с мучнистой росой крыжовника можно использовать водные растворы ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$  или  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ ), в которых действующим началом являются ионы натрия. Если используют кальцинированную соду, готовят раствор 0,5%-ной концентрации. Раствор какой концентрации надо приготовить из  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ , чтобы его активность соответствовала 0,5%-ному раствору  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ? *Проблема №2.* Вы обнаружили в хозяйстве пол мешка цемента, который хранится давно и уже не схватывается. Можно ли найти ему применение на вашем приусадебном участке?

**Задание 10.5.** Смесь двух предельных газообразных углеводородов (при  $20^\circ\text{C}$ ), имеющая относительную плотность по водороду 15, реагирует с хлором на свету и образует смесь двух моноклорпроизводных. Определите качественный состав смеси и объемные доли газов.

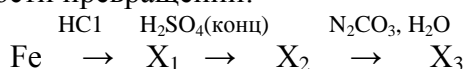
**Задание 10.6. (Практическое задание)** Лаборанту для анализа принесли сильноокислый раствор, в котором предположительно находятся ионы из следующего списка:  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Ba}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Cr}^{3+}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{S}^{2-}$ ,  $\text{F}^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Br}^-$ ,  $\text{I}^-$ ,  $\text{SO}_3^{2-}$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{SiO}_3^{2-}$ ,  $\text{ClO}_3^-$ . В ходе анализа в растворе были обнаружены в значительных количествах четыре аниона и семь катионов (не считая  $\text{H}^+$ ). Назовите их. Предложите мысленный эксперимент.

**1.9. Задания для районной (городской) олимпиады школьников по химии  
в 2005-2006 учебном году  
11 класс**

**Задание 11.1.** Определите зашифрованные в цепочках превращений вещества, запишите уравнения соответствующих реакций, назовите вещества по номенклатуре IUPAC



**Задание 11.2.** Напишите уравнения химических реакций, соответствующих последовательности превращений:



Напишите уравнения гидролиза расплава и раствора вещества  $\text{X}_1$

**Задание 11.3.** Российский химик Иван Каблуков славился своими чудачествами. Однажды студентам Московского университета он показывал удивительный опыт с четырьмя газометрами, наполненными ртутью, где хранились 4 разных газа – 2 бесцветных, а 2 других – красно-бурого цвета. И. Каблуков поочередно пропускал эти газы через трубки с раскаленной медной стружкой и показывал, что вне зависимости от состава исходного газа получаются одни и те же продукты: оксид меди (I) и азот. Студенты терялись в догадках, как такое возможно. Помогите найти объяснение. Напишите возможные уравнения химических реакций.

**Задание 11.4.** Вещество А способно образовывать сложные эфиры. Так из 11,6 г этого вещества образуют 16,0 г ацетата (практический выход составляет 80% от теоретически возможного). Установите природу вещества А, если известно, что оно присоединяет эквимольное количество брома и легко обесцвечивает водный раствор перманганата калия.

**Задание 11.5.** Определите структурную формулу соединения, если известно, что оно состоит из 37,7% С, 6,3% Н, 56,0% Cl (по массе). 6,35 г паров этого соединения занимает объем 1,12 л (н.у.). При гидролизе этого соединения образуется вещество, состоящее из С, Н, О, а при восстановлении последнего образуется вторичный спирт.

**Задание 11.6. (Практическое задание)** В десяти пробирках без надписей находятся образцы следующих веществ: 1) безводного сульфата меди, 2) аммиачной селитры, 3) глицерина, 4) 96%-ной серной кислоты, 5) поваренной соли, 6) карбоната кальция, 7) едкого кали, 8) бензола, 9) этилового спирта, 10) хлороформа. Как с помощью только одной воды распознать эти вещества?

**1.10. Решения и рекомендации к заданиям для районной (городской) олимпиады школьников по химии в 2005-2006 учебном году  
9 класс**

**Решение 9.1. (5 баллов)**

Усиления восстановительных свойств:  $Cl \rightarrow S \rightarrow C \rightarrow Ca \rightarrow Na$

Возможные бинарные соединения:  $NaH$ ,  $Na_2O$ ,  $(Na_2O_2)$ ,  $CaH_2$ ,  $CaO$  ( $CaO_2$ ),  $CO$ ,  $CO_2$ ,  $CH_4$ ,  $SO_2$ ,  $SO_3$ ,  $H_2S$ ,  $Cl_2O$ ,  $ClO$ ,  $Cl_2O_5$ ,  $Cl_2O_7$ ,  $HCl$ . Наибольшее практическое значение имеют следующие соединения:  $NaCl$ ,  $CaCl_2$ ,  $Na_2S$ ,  $CaS$ ,  $CaC_2$ ,  $SC_2$ .

**Решение 9.2. (5 баллов)**

Различия в условиях протекания реакций объясняются тем, что энергия разрыва связей в молекуле  $Cl_2$  меньше, чем в молекуле  $O_2$  (соответственно 243 и 498 кДж/моль). Меньший энергетический барьер (энергия активации) и приводит к самопроизвольной реакции фосфора с хлором. Для активации молекул кислорода требуется предварительное нагревание. Уравнения реакций:  $2P + 3Cl_2 = 2PCl_3$ ,  $2P + 5Cl_2 = 2PCl_5$ ,  $4P + 5O_2 = 2P_2O_5$  (точнее  $P_4O_{10}$ )

$PCl_3 + 3H_2O = H_3PO_3 + 3HCl$ ,  $PCl_5 + 4H_2O = H_3PO_4 + 5HCl$ ,  $P_2O_5 + 3H_2O = 2H_3PO_4$

**Решение 9.3. (5 баллов)**

Находим молярную массу выделившегося газа:  $M(\text{газ}) = 32 \cdot 2 = 64$  г/моль. Можем предположить, что этим газом является оксид серы (VI).

Находим количество выделившегося газа:  $n(\text{газ}) = 3,584/22,4 = 0,16$  моль.

Зная количество простого вещества из условия задачи (0,02 моль), находим формулу простого вещества  $0,16/0,02 = 8$ , (следовательно  $S_8$ )

**Решение 9.4. (5 баллов)**

В качестве хлорсодержащего отбеливающего средства чаще используют водные растворы гипохлоритов – солей  $HClO$ , которые получают пропусканием хлора через раствор щелочи:  $Cl_2 + 2NaOH = NaCl + NaClO + H_2O$  (на холоде). Отбеливание происходит за счет окисления загрязняющих веществ хлорноватистой кислотой, которая из растворов гипохлоритов вытесняется угольной и легко разлагается:  $NaClO + H_2O + CO_2 = NaHCO_3 + HClO$ ;  $HClO = HCl + [O]$ . Если налить такой раствор в ведро из оцинкованной жести, то присутствующие в нем кислоты сначала будут растворять оксидную пленку цинка, а затем взаимодействовать непосредственно с цинком. Если использовать емкость с поврежденной

эмалью, кислоты будут взаимодействовать с железом (т.к. эмалированную посуду изготавливают из сплавов железа). Выделяющийся атомарный кислород также будет взаимодействовать с металлами. Кроме того, отбеливающее средство может содержать небольшое количество хлора, который будет взаимодействовать:  $Zn + Cl_2 = ZnCl_2$ ,  $2Fe + Cl_2 = 2FeCl_3$ . Значит, для отбеливания белья следует выбрать пластмассовый таз.

### Решение 9.5. (5 баллов)

При прокаливании  $KCl$  не разлагается, остальные вещества разлагаются с выделением кислорода:  $2KNO_3 = 2KNO_2 + O_2$  (1),  $2KClO_3 = 2KCl + 3O_2$  (2). Определим количество выделенного кислорода, который соединяясь с водородом, дает воду:  $2H_2 + O_2 = 2H_2O$  (3), 0,4 моль  $O_2$  (8,96 л)

После прокаливания смеси исходных солей и выделения кислорода продукт реакции представляет собой смесь нитрита калия и хлорида калия. После растворения нитрита и хлорида калия в воде и обработки раствора нитратом серебра, образовался осадок хлорида серебра:  $KCl + AgNO_3 = AgCl + KNO_3$  (4), 0,7 моль  $KCl$  (52,15 г).

Следовательно в продукте прокаливания содержалось 0,7 моль  $KCl$ . предположи, что количество хлорида калия, полученного при прокаливании бертолетовой соли, было  $x$  моль, тогда количество хлорида калия в исходной смеси было  $(0,7 - x)$  или  $74,5 \cdot (0,7 - x)$  г. Согласно уравнению (2) в исходной смеси содержалось тоже  $x$  моль бертолетовой соли, т.е.  $122,5x$  и выделилось  $3/2$  моль кислорода. Тогда при разложении нитрата калия выделилось кислорода  $(0,4 - 3/2x)$  моль (1). Нитрата калия в смеси было  $2 \cdot (0,4 - 3/2x) = (0,8 - 3x)$  моль, или  $101 \cdot (0,8 - 3x)$  г.  $74,5 \cdot (0,7 - x) + 122,5x + 101 \cdot (0,8 - 3x) = 81,95$ . Откуда  $x = 0,2$  Тогда  $KClO_3$  в смеси было 0,2 моль (24,5 г),  $KCl$  было  $(0,7 - 0,2) = 0,5$  моль (37,25 г) и  $KNO_3$  было  $(0,8 - 3 \cdot 0,2) = 0,2$  моль (20,2 г)

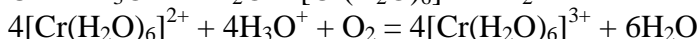
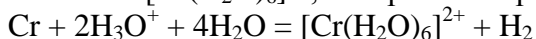
### Решение 9.6. (5 баллов)

$Ag^+$  при взаимодействии с анионом  $Cl^-$  дает белый творожистый осадок;  $Cu^{2+}$  при взаимодействии с  $OH^-$  осадок характерного цвета, который при избытке щелочи растворяется;  $NH_4^+$  - при добавлении щелочи образуется гидроксид аммония, который легко разрушается (характерный запах аммиака);  $Cl^-$  взаимодействие с веществом-восстановителем ( $Cl_2 \uparrow$ ),  $SO_4^{2-}$  при взаимодействии с катионом  $Ba^{2+}$  выпадает белый осадок,  $OH^-$  - при помощи индикатора фенолфталеина (лакмуса или метилоранжа).

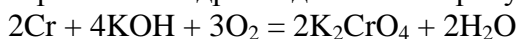
## 1.11. Решения и рекомендации к заданиям для районной (городской) олимпиады школьников по химии в 2005-2006 учебном году 10 класс

### Решение 10.1. (6 баллов)

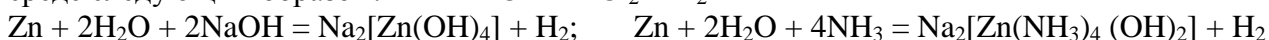
**Загадка №1.** Это хром, который реагирует с азотной кислотой и переходит в трехвалентный нитрат хрома. Разбавленные кислоты-неокислители переводят металл в комплекс  $[Cr(H_2O)_6]^{2+}$ , который быстро окисляется:



В расплаве гидроксида калия в присутствии окислителей идет реакция:



**Загадка №2.** Это цинк, который реагирует с кислотами, щелочами и аммиаком в водной среде следующим образом:  $Zn + 2HCl = ZnCl_2 + H_2$



### Решение 10.2. (5 баллов)

Катод:  $2H_2O + 2e = H_2 + 2OH^-$

Анод:  $2\text{RCOO}^- - 2e = 2\text{RCOO}\cdot = 2\text{R}\cdot + 2\text{CO}_2 = \text{R}_2 + \text{CO}_2$

R – предельный радикал, который можно описать формулой  $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}$ . Углеводород относится к классу алканов  $\text{C}_{2n}\text{H}_{4n+2}$ . Значение n можно определить из массовой доли углерода.

$w(\text{C}) = 24n/(28n + 2) = 0,8421$ , откуда  $n = 4$ ,  $\text{R}_2 = \text{C}_4\text{H}_{10}$ ,  $\text{R} = \text{C}_4\text{H}_9$

Электролизу подвергалась натриевая соль пентановой (валериановой) кислоты -  $\text{C}_4\text{H}_9\text{COONa}$

### Решение 10.3. (5 баллов)

Реакция сгорания моля черного фосфора имеет вид:

$\text{P}_{(ч)} + 5/4\text{O}_2 = 1/2 \text{P}_2\text{O}_5 + 722,1 \text{ кДж/моль}$ . Этот же процесс можно провести в две стадии: сначала превратить моль черного фосфора в моль белого –  $\text{P}_{(ч)} = \text{P}_{(б)} + \text{Q}$ , а затем – сжечь белый фосфор -  $\text{P}_{(б)} + 5/4\text{O}_2 = 1/2 \text{P}_2\text{O}_5 + 760,1 \text{ кДж/моль}$ .

По закону Гесса  $722,1 = \text{Q} + 760,1$ , откуда  $\text{Q} = - 38 \text{ кДж/моль}$

### Решение 10.4. (5 баллов)

1)  $M(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 106 \text{ г/моль}$ ,  $M(\text{Na}_2\text{HPO}_4) = 142 \text{ г/моль}$ . Массовая доля натрия в этих солях соответственно 43,4 и 32,4 %. Если из  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  надо приготовить 0,5 %-ный раствор, то из  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ :  $0,5 \cdot 43,4/32,4 = 0,73 \%$

2) В состав цемента входит следующий компонент –  $3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_3$ . С водой цемент взаимодействует по схеме:  $3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_3 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_3\cdot\text{H}_2\text{O} + \text{Ca}(\text{OH})_2$ . Таким образом, старый цемент можно вносить в кислую почву для нейтрализации избытка  $\text{H}^+$ .

### Решение 10.5. (5 баллов)

$M_{\text{средняя}}$  смеси составляет  $15 \cdot 2 = 30 \text{ г/моль}$ . Каждый из присутствующих в смеси углеводородов способен образовывать только одно моноклорпроизводное. Таких углеводородов существует 3 – метан ( $M = 16$ ), этан ( $M = 30$ ), неопентан ( $M = 72$ ). Этан по условию задачи не подходит, следовательно это метан и неопентан. Примем объемную долю метана за X, тогда  $16X + 72(1-X) = 30$ , откуда  $X = 0,25$ . Смесь содержит 25% метана и 75 % неопентана.

### Решение 10.6. (5 баллов)

Указание на сильноокислую среду сразу исключает из списка следующие анионы:  $\text{S}^{2-}$ ,  $\text{F}^-$ ,  $\text{SO}_3^{2-}$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{SiO}_3^{2-}$ . Исключим еще  $\text{ClO}_3^-$ , который в сильноокислой среде не может существовать вместе с иодид-, хлорид- и бромид-ионами. Осталось как раз 4 аниона -  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Br}^-$ ,  $\text{I}^-$ .

Придется исключить ионы бария и свинца, которые дают осадки с сульфат-ионами. Ионы железа (III) и меди (II) являются окислителями для иодид-ионов – их также исключаем из списка. Остается 7 катионов:  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ .

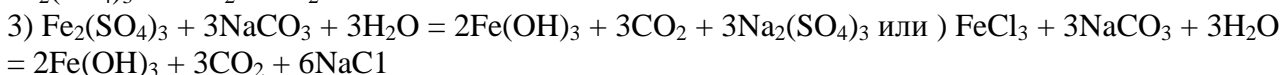
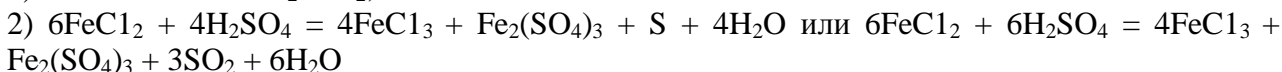
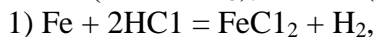
## 1.12. Решения и рекомендации к заданиям для районной (городской) олимпиады школьников по химии в 2005-2006 учебном году 11 класс

### Решение 11.1. (5 баллов)

1)  $\text{C}_2\text{H}_2 + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{Hg}^{2+}, \text{H}^+} \text{CH}_3\text{CH}(\text{O})$ , А – ацетальдегид (этаналь) 2)  $\text{CH}_3\text{CH}(\text{O}) + \text{Ag}_2\text{O} = 2\text{Ag} + \text{CH}_3\text{COOH}$ , Б – уксусная или этановая кислота 3)  $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{P}} \text{CH}_2(\text{Cl})\text{COOH} + \text{HCl}$ , В – хлорэтановая, хлоруксусная кислота 4)  $\text{CH}_2(\text{Cl})\text{COOH} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} = \text{CH}_2(\text{Cl})\text{COO C}_2\text{H}_5 + \text{H}_2\text{O}$ , Г – этиловый эфир хлоруксусной кислоты 5)  $\text{CH}_2(\text{Cl})\text{COO C}_2\text{H}_5 + 3\text{NH}_3 = \text{CH}_2(\text{NH}_2)\text{COO C}_2\text{H}_5 + \text{NH}_4\text{Cl}$ , Д – этиловый эфир аминоксусной кислоты

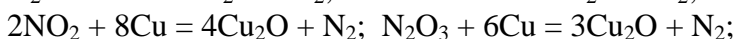
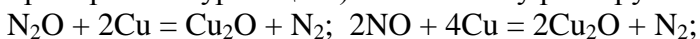
### Решение 11.2. (5 баллов)

При взаимодействии железа с соляной кислотой получается хлорид железа (II) – X1. Это объясняется тем, что водород в момент выделения не дает железу окислиться до степени окисления +3. Во второй реакции железо (II) окисляется до железа (III), а серная кислота может восстанавливаться до серы или оксида серы (IV). Далее идет совместный гидролиз двух солей, каждая из которых усиливает разложение другой. В результате гидролиз по катиону и аниону идет до конца (образуются  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ,  $\text{CO}_2$ ). Итак: X1 –  $\text{FeCl}_2$ , X2 –  $\text{FeSO}_4$  (или  $\text{FeCl}_3$ ), X3 –  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  или  $\text{CO}_2$ , или  $\text{NaCl}$ .



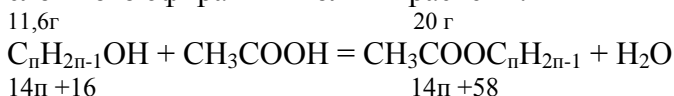
### Решение 11.3. (5 баллов)

Газометр был наполнен оксидами азота состава  $\text{N}_2\text{O}$  (бесцветный газ),  $\text{NO}$  (бесцветный газ),  $\text{NO}_2$  (бурый газ),  $\text{N}_2\text{O}_3$  (при комнатной температуре на 90% разлагается до  $\text{NO}$  и  $\text{NO}_2$  тоже приобретает бурый цвет). Все эти газы реагируют с медью, превращая ее в  $\text{Cu}_2\text{O}$ :



### Решение 11.4.

Из условия задачи следует, что вещество А – непредельный спирт с двойной связью в молекуле. Поэтому пишем его формулу  $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}$  или  $\text{C}_n\text{H}_{2n-1}\text{OH}$ . Рассчитаем теоретический выход сложного эфира:  $w + 16 \text{ г} \cdot 0,8 = 20 \text{ г}$ . Запишем уравнение реакции образования сложного эфира и выполним расчеты:



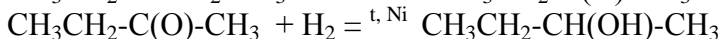
Отсюда:  $11,6/14n + 16 = 20/14n + 58$ ,  $n = 3$ . Следовательно искомого вещества пропен-2-ол-1, или аллиловый спирт,  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2\text{OH}$ .

### Решение 11.5. (5 баллов)

В объеме 1,12 л содержится  $1,12/22,4=0,05$  моль данного вещества. Его молярная масса равна  $6,35/0,05=127 \text{ г/моль}$ . В одном моле вещества содержится  $127 \cdot 0,56 = 71 \text{ г Cl}$  (2 моль),  $127 \cdot 0,377=48 \text{ г C}$  (4 моль) и  $127 \cdot 0,063 = 8 \text{ г H}$  (8 моль) Формула вещества  $\text{C}_4\text{H}_8\text{Cl}_2$ .

Вторичные спирты образуются при восстановлении кетонов, следовательно при гидролизе  $\text{C}_4\text{H}_8\text{Cl}_2$  образуется кетон. Это означает, что 2 атома хлора находятся при одном атоме углерода в середине цепи. Искомое вещество – 2,2-дихлорбутан.

Уравнения реакций:



### Решение 11.6. (5 баллов)

Поскольку даны индивидуальные вещества, их можно визуально поделить на 2 группы: твердые вещества и жидкие вещества. Распознавание твердых веществ: во все образцы добавляем воду. Там, где образовался раствор голубого цвета, был безводный сульфат меди. Если при растворении происходит выделение большого количества тепла (раствор стал горячим) – было едкое кали. Если при растворении происходит сильное охлаждение – была аммиачная селитра. Если же при растворении ничего не происходит – была поваренная соль. Карбонат кальция в воде не растворяется. Распознавание жидких веществ: жидкости можно поделить на две группы (*вязкие*) – глицерин, серная кислота и *подвижные* –

этиловый спирт, бензол, хлороформ. Из подвижных жидкостей одна растворится в воде – этиловый спирт; две другие не растворятся – образуется 2 слоя (водный и органический). Если органический слой будет сверху – это бензол, если внизу – это хлороформ.

**1.13. Задания для районной (городской) олимпиады школьников по химии  
в 2006-2007 учебном году  
9 класс**

**Задание 9.1.** Почему вода грозового дождя всегда содержит следы азотной кислоты? Проиллюстрируйте свой ответ уравнениями химических реакций. Назовите все вещества, к каким классам неорганических соединений они относятся?

**Задание 9.2.** Содержащийся в дымовых выбросах сернистый газ можно превратить в серную кислоту с помощью ряда реакций. Какие это реакции? Однако оксид серы (IV) в дыме электростанций и металлургических заводов сильно разбавлен, что вызывает большие технологические трудности при его окислении до оксида серы (VI). Поэтому для очистки дымовых газов от сернистого ангидрида обычно используют суспензию сульфита магния. Напишите уравнение реакции. Еще одним способом поглощения сернистого ангидрида является процесс пропускание дыма через водный раствор аммиака. Напишите уравнение реакции. А теперь подумайте, какой из двух способов, приведенных выше, вы предпочтете для дальнейшего превращения сернистого газа в серную кислоту?

**Задание 9.3.** Для выполнения этого задания необходимо вспомнить теорию электролитической диссоциации и ряд основных понятий, связанных с ТЭД, а также внимательно прочитать условия!

Иониты – это вещества или материалы, способные к обмену ионов при соприкосновении с растворами электролитов. Иониты состоят из каркаса-матрицы, несущего заряд (фиксированные ионы), и противоположно заряженных подвижных ионов (противоионов). В зависимости от природы матрицы различают органические и неорганические иониты, которые составляют следующие группы: 1) природные иониты – алюмосиликаты; 2) искусственные иониты, получаемые химической обработкой, например сульфированием углей, целлюлозы; 3) синтетические ионообменные полимеры. А теперь предположите области практического использования ионитов, аргументируйте свое мнение. *Каждая правдоподобная версия оценивается в 1 балл. Максимум за задачу 6 баллов.*

**Задание 9.4.** Растворимость хлорида аммония при 15°C равна 35 г на 100 г воды. Определите массовую долю хлорида аммония в насыщенном при 15°C растворе. Подумайте над вопросом: почему раствор хлорида аммония имеет запах аммиака? Применения хлорида аммония разнообразно, например его используют при пайке металлов для травления их поверхности. На чем основан этот процесс?

**Задание 9.5.** Масса сосуда, заполненного оксидом углерода (IV), равна 422 г. (н.у.). Этот же сосуд с аргоном имеет массу 420 г. Если сосуд наполнить смесью из аргона и неизвестного газа А (объемные доли газов – 50%), то масса его станет равна 417 г. Вычислите массу сосуда, объем сосуда, молекулярную массу газа А.

**Задание 9.6. (Практическое задание)** Если пропускать выдыхаемый человеком воздух через раствор  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , то образуется осадок, который при продолжении опыта исчезает. Объясните эти наблюдения. Как экспериментально можно определить ионы  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Ba}^{2+}$ . Предложите не менее 2-ух способов.



**1.14. Задания для районной (городской) олимпиады школьников по химии  
в 2006-2007 учебном году  
10 класс**

**Задание 10.1.** В наши дни ученым химикам приходится сталкиваться с большим числом экологических проблем, требующих немедленного решения. Предлагаем вам подумать над следующими вопросами: 1) как можно обнаружить свинец в предметах обихода? 2) физиологические действия на живые организмы Cr (VI) очень токсичны, к сожалению, подробно они еще мало изучены, предложите схему нейтрализации данного загрязнителя. Что может быть источником загрязнения этими ионами окружающей среды?

**Задание 10.2.** В лаборатории ученый-экспериментатор устанавливал состав соединения. Продукты сгорания углеводорода он последовательно пропускал через трубку с оксидом фосфора (V) и гидроксида калия. Масса трубок увеличилась соответственно на 1,8 и 3,25 г. Какое соединение изучал экспериментатор, имеет ли оно изомеры?

**Задание 10.3.** Соединение, образованное элементом-неметаллом второго периода и элементом-металлом третьего периода, подверглось полному разложению водой, а для солеобразования с продуктами гидролиза потребовалось 150 мл 4%-го раствора соляной кислоты плотностью 1,02 г/мл. Определите формулу соединения и его массу, если один из продуктов гидролиза представляет собой газ с резким запахом (дает посинение лакмусовой бумаги), а второму веществу в химической энциклопедии дана следующая характеристика. Это кристаллы, которые выше 480<sup>0</sup>С превращаются в оксид типа MeO (проявляет слабые основные свойства), в природе вещество встречается в виде минерала брусита, применяется для очистки сахара, является компонентом зубных паст.

**Задание 10.4.** Константа равновесия ( $K_{\text{равн.}}$ ) реакции  $3\text{H}_2 + \text{N}_2 \leftrightarrow 2\text{NH}_3$  при некоторой  $t^0$  С равна 2. Сколько моль азота следует ввести на 1 л газовой смеси, чтобы 75% водорода превратилось в аммиак, если исходная концентрация водорода была равна 10 моль/л?

**Задание 10.5.** При растворении смеси опилок меди, железа и золота в концентрированной азотной кислоте образовалось 13,44 л (н.у.) газа и 17,12 г нерастворимого остатка. При растворении такой же навески исходной смеси в соляной кислоте выделилось 6,72 л газа (н.у.). Определите массовые доли металлов в исходной смеси.

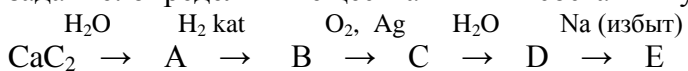
**Задание 10.6. (Практическое задание)** Вам выдан раствор, состоящий из 6 катионов из следующего набора:  $\text{Ba}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Cr}^{3+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ . Используя нижеуказанные реактивы, предложите схему определения состава представленного раствора. Напишите уравнения реакций, укажите окраски соединений.

Реактивы: HCl (1M), CH<sub>3</sub>COOH (1M), (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> (1M), NH<sub>3</sub>·H<sub>2</sub>O (25%), NaOH (1M), H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (8%).

Оборудование: штатив с пробирками, центрифуга, водяная баня.

**1.5. Задания для районной (городской) олимпиады школьников по химии  
в 2006-2007 учебном году  
11 класс**

**Задание 11.1.** Абитуриенту на вступительных экзаменах было предложено следующее задание: определить вещества А – Е и составить уравнения реакций по схеме



Абитуриент справился с заданием без ошибок, однако строгий преподаватель вуза озадачил молодого человека следующими вопросами: 1) как можно экспериментально подтвердить, что вещество **A** имеет кратную связь, 2) как используются вещества **B** и **D** в промышленности? Абитуриент призадумался, а сможете ли вы справиться с цепочкой превращений и всеми дополнительными вопросами?

**Задание 11.2.** Студенту первого курса химического факультета на экзамене было предложено задание написать уравнения реакций, соответствующих схеме превращений:  $P \rightarrow$  фосфид кальция  $\rightarrow$  фосфин  $\rightarrow$  ортофосфорная кислота  $\rightarrow$  ортофосфат калия  $\rightarrow$  дигидрофосфат калия.

Студент допустил несколько ошибок и коварный преподаватель начал задавать дополнительные вопросы: 1) как экспериментально можно установить в пробе наличие фосфат-иона, 2) где практически применяется дигидрофосфат калия. Попробуйте справиться со всеми заданиями.

**Задание 11.3.** Существует некий серебристо-белый металл, тугоплавкий, легкий, стойкий на воздухе и в морской воде. Его название связано с именем царицы эльфов из старинных германских сказок. Металл пластичен, хорошо подвергается ковке. Примеси кислорода, углерода и водорода делают металл хрупким. В чистом виде металл реагирует с фтороводородом и при нагревании с соляной кислотой, образуя фиолетовые растворы. Стружка металла способна загораться от спички, а порошок его вспыхивает от искры в пламени. В пылевидном состоянии металл на воздухе может даже взрываться и превращаться при этом в диоксид. В присутствии окислителей металл реагирует с расплавами щелочей. *Подсказка: данный металл находится в четвертом периоде, его соседи по периоду тоже металлы, существование одного из которых было предсказано еще Д.И. Менделеевым.* Определите металл, напишите уравнения реакций.

**Задание 11-4.** Альдегид **B** является гомологом, следующим за альдегидом **A** в гомологическом ряду альдегидов. В 100 г 23%-го водного раствора альдегида **A** добавили 19 г альдегида **B**, из полученного раствора обоих альдегидов отобрали порцию массой 2 г и ввели в нее в избытке водно-аммиачный раствор нитрата серебра. В результате реакции образовалось 4,35 г серебра. Определите расчетным путем о каких альдегидах идет речь.

**Задание 11.5.** Рассчитайте, как поднялась бы температура вашего тела после стакана сладкого чая, если бы весь сахар из чая сразу бы окислился в организме человека до  $CO_2$ . Считайте, что 1 чайная ложка сахара – 10 г. Теплоемкость тела примите равной теплоемкости воды (4,2 кДж/кг·К). При окислении 1 моль сахарозы выделяется 5650 кДж.

**Задание 11.6. (Практическое задание)**

В растворе находятся следующие анионы:  $Cl^-$ ,  $Br^-$ ,  $I^-$ ,  $S^{2-}$ . В вашем распоряжении любые реактивы. Предложите план эксперимента по определению данных анионов и возможные пути их разделения.

### 1.16. Решения и рекомендации к заданиям для районной (городской) олимпиады школьников по химии в 2006-2007 учебном году 9 класс

**Решение 9.1. (3 баллов)**

Образование азотной кислоты протекает как ряд последовательных реакций:

- 1) сначала в молнии (условия электрической дуги) -  $N_2 (г) + O_2 (г) = 2NO (г)$  - *Q (0,5 балла)*
- 2) затем в воздухе -  $2NO (г) + O_2 (г) = 2NO_2 (г)$  (*0,5 балла*)

3) далее в облаках -  $3\text{NO}_2 (\text{г}) + \text{H}_2\text{O} (\text{ж}) = 2\text{HNO}_3 (\text{ж}) + \text{NO} (\text{ж})$  (1 балл)

4) далее NO вновь реагирует с кислородом воздуха и постепенно весь образовавшийся оксид азота (II) превращается в азотную кислоту в результате многостадийного химического процесса (1 балл).

### **Решение 9.2. (5 баллов)**

1)  $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 = 2\text{SO}_3$  (0,5 балла),  $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4$  (0,5 балла);

2)  $\text{SO}_2 + \text{MgSO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{Mg}(\text{HSO}_3)_2$  (1 балл);

3)  $\text{SO}_2 + \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{NH}_4\text{HSO}_3$  (1 балл);

4) Поглощение сернистого газа – это только половина дела. Вторая половина технологической задачи состоит в том, чтобы выделить сернистый газ и пустить его в дальнейшую переработку (в основном в серную кислоту – «хлеб химической промышленности»). Оба гидросульфита при нагревании выделяют  $\text{SO}_2$ . Но в первом случае образуется средняя соль, которую можно немедленно пустить в дело, когда как во втором – необходимо разделять сернистый газ и аммиак, что связано с использованием дополнительной аппаратуры. (2 балла)

### **Решение 9.3. (6 баллов)**

Наиболее важными областями применения ионитов можно назвать следующие:

1) «Умягчение» воды. Природная вода всегда содержит примеси, в ней растворены различные соли. Когда вода содержит большое количество солей кальция и магния, она называется жесткой. В жесткой воде плохо мылится мыло, что мешает процессу стирки. Всем известно, что при нагревании жесткой воды образуется накипь. Это явление становится причиной быстрого износа нагревательных котлов и труб. Таким образом, иониты используют для умягчения воды; (1 балл)

2) Очистка сточных вод. Иониты особенно успешно используют при очистке сточных вод многих предприятий (в основном химической промышленности) от опасных веществ, таких как фенолы, соли тяжелых металлов, цианистые вещества и др.; (1 балл)

3) Пищевая промышленность. С помощью ионитов можно варьировать солевой состав и кислотность молока, а также других продуктов. Одна из важнейших полезных функций ионитов – очистка соков от ненужных примесей; (1 балл)

4) Применение ионитов для извлечения металлов (или в других технологических производствах). При переработке некоторых цветных металлов на определенных стадиях получают малоцентрированные растворы, из которых ионы металлов можно выделить эффективно только с помощью ионитов. Иониты некоторых марок способны извлекать только золото, других – серебро и т.д.; (1 балл)

5) Применение в медицине. Очистка многих лекарств и приготовление непосредственно медикаментов на основе ионитов. Селективное извлечение вредных веществ из крови человека; (1 балл)

6) Применение в сельском хозяйстве. Удобрения, которые вносятся в почву, далеко не полностью доходят до растений. Известно, что в процессе питания важное значение имеет обмен ионов, происходящий между растворами солей в почве и клетками растений. Иониты же могут содержать в своем составе все элементы, необходимые для питания растения и расходоваться по мере необходимости (минеральные удобрения подвержены вымыванию из почвы). (1 балл)

*Если ученик предложил другие интересные, правдоподобные и обоснованные версии, их следует оценить.*

### **Решение 9.4. (5 баллов)**

1)  $w(\text{NH}_4\text{Cl}) = 25,9\%$  (1 балл)

2) Хлорид аммония – это соль образованная слабым основанием и сильной кислотой, соответственно протекает ее гидролиз:  $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{H}_2\text{O} = \text{HCl} + \text{NH}_4\text{OH}$ ,  $\text{NH}_4\text{OH} = \text{NH}_3\uparrow + \text{H}_2\text{O}$  (!) – схема гидролиза. (1 балл)

3) Применение основано на том, что при повышенной температуре хлорид аммония подвергается разложению:  $\text{NH}_4\text{Cl} = \text{HCl}\uparrow + \text{NH}_3\uparrow$  (1 балл). Эти продукты реагируют с оксидами меди на горячей поверхности меди:  $3\text{CuO} + 2\text{NH}_3 = 3\text{Cu} + \text{N}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$  (1 балл),  $\text{CuO} + 2\text{HCl} = \text{CuCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$ .

В результате обнажается поверхность металла, которая приобретает способность смачиваться расплавленным оловом или оловянным припоем. (1 балл)

### Решение 9.5. (6 баллов)

Составим уравнения, обозначив за X массу сосуда:

$$X + v \cdot M(\text{CO}_2) = 422 \quad (1) \quad (1 \text{ балл})$$

$$X + v \cdot M(\text{Ar}) = 420 \quad (2) \quad (1 \text{ балл})$$

При вычитании формулы (2) из формулы (1) получаем  $v \cdot 44 - v \cdot 40 = 2$ , откуда  $v = 0,5$  моль (1 балл)

Следовательно,  $V = 11,2$  л,  $x + 0,5 \cdot 44 = 422$ , масса сосуда  $x = 400$  г (1 балл)

Составим алгебраическое выражение для смеси газов:

$$X + 0,5 \cdot v \cdot M(\text{Ar}) + 0,5 \cdot v \cdot M(\text{A}) = 417, \text{ откуда } M(\text{A}) = 28 \text{ г/моль} \quad (2 \text{ балла})$$

### Решение 9.6. (Практическое задание) (6 баллов)

1)  $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$  (осадок карбоната кальция) (1 балл)

2)  $\text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  (образование растворимого в воде гидрокарбоната кальция) (1 балл)

3) К отдельной порции анализируемого раствора прибавляют гипсовую воду. Образование осадка служит доказательством присутствия ионов  $\text{Ba}^{2+}$ . В этом случае к оставшемуся раствору по каплям добавляют раствор серной кислоты до прекращения выпадения сульфата бария, и раствор над осадком исследуют. Для этого каплю раствора наносят на предметное стекло, упаривают и исследуют под микроскопом. При наличии в пробе ионов  $\text{Ca}^{2+}$  обнаруживаются характерные по форме кристаллы  $\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ . (3 балла)

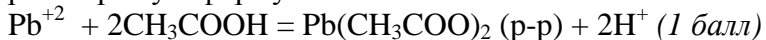
4) Обнаружение ионов по окрашиванию пламени. (1 балл)

## 1.17. Решения и рекомендации к заданиям для районной (городской) олимпиады школьников по химии в 2006-2007 учебном году

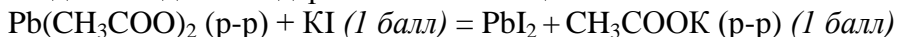
### 10 класс

#### Решение 10.1. (6 баллов)

1) Предлагаемый метод обнаружения свинца основан на цветной реакции, в результате которой образуется желтый осадок йодида свинца (II). Предварительно анализируемое изделие выдерживают в уксусной кислоте, чтобы перевести содержащийся свинец в растворимую форму:



Затем к полученному раствору добавляют йодид калия. Если при этом выпадает желтый осадок – изделие содержит ионы свинца:



Если осадок не выпадает – изделие не содержит ионы свинца в ощутимых количествах. Чувствительность метода – 0,1 мг в 5 мл раствора. Между первой и второй операцией необходимо полностью удалить остатки уксусной кислоты, так как она проявляет маскирующие действие.

2) Источниками шестивалентного хрома могут быть предприятия, на которых применяются гальванические процессы, стоянки водного охлаждения, некоторые бытовые химикаты. (1 балл). Схема очистки должна состоять из следующих этапов: перевод шестивалентного

хрома в трехвалентный – реакция окисления-восстановления (1 балл), далее перевод ионов  $\text{Cr}^{+3}$  в твердую форму и последующие отделение (1 балл).

### Решение 10.2. (5 баллов)

При сгорании углеводорода:  $\text{C}_x\text{H}_y + \text{O}_2 = x\text{CO}_2 + y/2 \text{H}_2\text{O}$  (1 балл)

При сгорании  $\text{C}_x\text{H}_y$  образовалось 0,1 моль воды - соответственно 0,2 моль атомов водорода, в 0,08 моль атомов углекислого газа содержится 0,08 моль атомов углерода. Таким образом,  $x/y = 8/20$ . (2 балла) Углевода с формулой  $\text{C}_8\text{H}_{20}$  не существует, значит искомое вещество имеет состав  $\text{C}_4\text{H}_{10}$  (1 балл). Это бутан и его изомер 2-метилпропан (изобутан). (1 балл)

### Решение 10.3. (5 баллов)

1) Следует определить продукты гидролиза. Это аммиак (1 балл) и гидроксид магния. (1 балл)

2) Искомое вещество  $\text{Mg}_3\text{N}_2$  – нитрид магния. (0,5 балла)

3) далее определяем массу нитрида магния: составим уравнение разложения нитрида  $\text{Mg}_3\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O} = 3\text{Mg}(\text{OH})_2 + 2\text{NH}_3$  (0,5 балла); составим уравнения реакции соляной кислоты с гидроксидом магния и аммиаком. (за каждую реакцию по 0,5 балла)

4) Определим массу и количество вещества соляной кислоты,  $m(\text{HCl}) = 6.12$  г,  $n(\text{HCl}) = 0.17$  моль (1 балл)

5) Определяем массу вещества  $\text{Mg}_3\text{N}_2$  :  $n(\text{NH}_3) = n(\text{HCl})/4 = 0,0425$  моль,  $n(\text{Mg}_3\text{N}_2) = n(\text{NH}_3)/2 = 0,02125$  моль.  $m(\text{Mg}_3\text{N}_2) = 2,13$  г. (1 балл)

### Решение 10.4. (6 баллов)

При равновесии  $[\text{H}_2] = 10,0 - 7,5$  (75%) = 2,5 моль/л (1 балл)

Так как по уравнению реакции  $n(\text{H}_2) : n(\text{NH}_3) = 3:2$ , то  $n(\text{NH}_3)$ , которое образовалось в 1 литре газовой смеси, равно:

$n(\text{NH}_3) = 2/3n(\text{H}_2) = 2/3 \cdot 7,5 = 2,5$  моль/л, где  $n(\text{H}_2)$  – это то количество водорода, вступившего в реакцию к моменту достижения равновесия. Таким образом, равновесная концентрация аммиака равна 5 моль/л. (2 балла)

Из выражения  $K_{\text{равн}}$  можно найти  $[\text{N}_2]$ :  $K_{\text{равн}} = [\text{NH}_3]^2 / [\text{H}_2]^3 \cdot [\text{N}_2]$ , откуда  $[\text{N}_2] = 52/2 \cdot (2,5)^3 = 0,8$  моль/л. (2 балла) Исходная концентрация азота складывается из равновесной и затраченной в реакции:  $2,5 + 0,8 = 3,3$  моль/л. (1 балл)

### Решение 10.5. (5 баллов)

52,9% Cu, 46,3% Fe, 0,8% Au.

### Задание 10.6. (Практическое задание)

#### Схема определения ионов (мысленный эксперимент):

Операция	Реактив	$\text{Ba}^{2+}, \text{Fe}^{3+}, \text{Mn}^{2+}, \text{Al}^{3+}, \text{Cr}^{3+}, \text{Cu}^{2+}, \text{Co}^{2+}, \text{Ni}^{2+}, \text{Zn}^{2+}, \text{Pb}^{2+}$	
Осаждение $\text{Pb}^{2+}$	HCl	Осадок 1 Хлорид свинца (II)	Раствор 1 Все катионы
Осаждение фосфатов	$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ + $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	Осадок 2 фосфаты бария, железа (III), марганца, алюминия, хрома (III)	Раствор 2 Аммиакаты меди (II), кобальта, никеля, цинка
Растворение фосфатов (осадок 2)	$\text{CH}_3\text{COOH}$ , нагревание	Осадок 3 Фосфаты алюминия, хрома (III), железа (III)	Раствор 3 $\text{Ba}^{2+}, \text{Mn}^{2+}$
Растворение фосфатов (осадок 3)	$\text{H}_2\text{SO}_4$	Раствор 4 $\text{Fe}^{3+}, \text{Al}^{3+}, \text{Cr}^{3+}$	

Разложение аммиакаатов (раствор 2)	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Раствор 5 Cu <sup>2+</sup> , Co <sup>2+</sup> , Ni <sup>2+</sup> , Zn <sup>2+</sup>
---------------------------------------	--------------------------------	--

**Идентификация:**

		Реагенты	
		NaOH	NaOH + H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>
Раствор 3	Ba <sup>2+</sup>	↓ медл.	
	Mn <sup>2+</sup>	↓ бурет на воздухе	↓ бурет
Раствор 4	Al <sup>3+</sup>	↓ белый студенистый, раств. в избытке	
	Cr <sup>3+</sup>	↓ зеленоватый, раств. в избытке	↓ желтый р-р (медленно)
	Fe <sup>3+</sup>	↓ красно-бурый	↓
Раствор 5	Cu <sup>2+</sup>	↓ сине-зеленый	↓
	Ni <sup>2+</sup>	↓ зеленый	↓ бурый
	Co <sup>2+</sup>	↓ синий (со временем розовеет)	↓
	Zn <sup>2+</sup>	↓ белый, студенистый	↓

\*\*\* Примечание: данное задание достаточно сложное, учащимся будет трудно предложить четкую схему разделения ионов, поэтому рекомендуем каждую верную характеристическую реакцию на конкретный ион оценивать в 0,5 балла.

**1.18. Решения и рекомендации к заданиям для районной (городской) олимпиады школьников по химии в 2006-2007 учебном году  
11 класс**

**Решение 11.1. (5 баллов)**

1) CaC<sub>2</sub> + 2H<sub>2</sub>O = Ca(OH)<sub>2</sub> + C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> (ацетилен) (0,5 балла)

2) C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> + H<sub>2</sub> = C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> (этилен) (0,5 балла)

3) C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> → C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>O (этиленоксид) Дана схема реакции! (0,5 балл)

4) C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>O + H<sub>2</sub>O = C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>(OH)<sub>2</sub> (этиленгликоль) (0,5 балла)

5) C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>(OH)<sub>2</sub> + 2Na = C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>(ONa)<sub>2</sub> + H<sub>2</sub> (гликолят натрия) (0,5 балла)

Двойную связь можно определить с помощью раствора перманганата калия (обесцвечивание)! (0,5 балла)

Из этилена получают полиэтилен, различные сополимеры, этанол, этилбензол и др. органические вещества; используют для ускорения созревания плодов и как дефолиант. (1 балл) Этиленгликоль применяют для синтеза некоторых полимеров (целлофан); входит в состав антифризов и тормозных жидкостей; в парфюмерии используется как фиксатор запаха. (1 балл)

**Решение 11.2. (5 баллов)**

1) 2P + 3Ca = Ca<sub>3</sub>P<sub>2</sub> (tCO) (0,5 балла)

2) Ca<sub>3</sub>P<sub>2</sub> + 6H<sub>2</sub>O = 3Ca(OH)<sub>2</sub> + 2PH<sub>3</sub>↑ (0,5 балла)

3) PH<sub>3</sub> + O<sub>2</sub> = H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> (1 балл)

4) H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> + 3KOH = K<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> + 3H<sub>2</sub>O (0,5 балла)

5) K<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> + 2H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> = 3KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> (0,5 балла)

Качественная реакция на фосфат-ион: Ag<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> (1 балл)

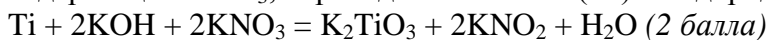
KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> (дигидрофосфат калия) активно используется во многих сферах человеческой деятельности: компонент удобрений, входит в состав пекарских дрожжей, моющих средств, применяется для умягчения воды и очистки нефтепродуктов. (1 балл)

**Решение 11.3. (6 баллов)**

Царицу эльфов звали Титания, отсюда вероятно и имя элемента – титан. (1 балл) Реагируя с фтороводородной кислотой, титан образует гексафторотитанат (III) водорода, а с соляной кислотой и другими окислителями – соли титана (III) и водород:



Сгорая на воздухе, титан превращается в диоксид титана  $\text{TiO}_2$  (1 балл), а расплаве щелочи, содержащем  $\text{KNO}_3$ , переходит в титанат (IV) и водород:



#### Решение 11.4. (5 баллов)

Альдегиды окисляются в водно-аммиачном растворе нитрата серебра согласно уравнению:



В соответствии с этим уравнением при окислении 1 моль альдегида образуется 2 моль серебра. По уравнению опыта полученное количество  $\text{Ag}$  и прореагировавшее количество  $\text{RCHO}$  составляют:

$$n(\text{Ag}) = m(\text{Ag})/A_r(\text{Ag}) = 4,35/108 = 0,04 \text{ моль (1 балл)}$$

$$n(\text{RCHO}) = 0,02 \text{ моль в 2 г раствора. (1 балл)}$$

Общая масса приготовленного раствора альдегидов А + Б (и суммарная масса, и количество в нем альдегидов А + Б соответственно равны):

$$m_p(\text{A} + \text{B}) = 100 + 19 = 119 \text{ г}$$

$$m(\text{A} + \text{B}) = w(\text{A}) + m_p(\text{B}) = 0,23 \cdot 100 + 19 = 42 \text{ г}$$

$$n(\text{A} + \text{B}) = (0,02 \cdot 119)/2 = 1,19 \text{ моль (1 балл)}$$

Отсюда находим среднюю молярную массу исследуемых альдегидов:

$$M_{\text{cp}}(\text{RCHO}) = m(\text{A} + \text{B})/n(\text{A} + \text{B}) = 42/1,19 = 35,5 \text{ г/моль (1 балла)}$$

Очевидно, что один из альдегидов должен иметь молярную массу, меньшую полученного среднего значения  $M_{\text{cp}}$ . Существует только один альдегид, молярная масса которого меньше 35 г/моль, а именно это формальдегид или муравьиный альдегид (1 балл) ( $M = 30$  г/моль). Поскольку по условию задачи второй альдегид является следующим членом того же гомологического ряда, то следовательно, в смеси находится также ацетальдегид, или уксусный альдегид (1 балл),  $\text{CH}_3\text{CHO}$  ( $M = 44$  г/моль).

#### Решение 11.5. (5 баллов)

Если положить в стакан с чаем 3 чайных ложки сахара (30 г), то в организм попадет  $30/342 = 0,088$  моль сахарозы, полное окисление которой сопровождается выделением  $5650 \text{ кДж/моль} \cdot 0,088 \text{ моль} = 497 \text{ кДж}$ . Если вся эта энергия немедленно пойдет на нагрев тела человека (примем его массу равной 60 кг а теплоемкость равной  $4,2 \text{ кДж/(кг} \cdot \text{K)}$ ), то оно нагреется на  $497/60 \cdot 4,2 \sim 2$  градуса, то есть с  $36,6$  до  $38,6$   $^{\circ}\text{C}$ . Реально мы перегревания после съеденной пищи не чувствуем, так как выделение тепловой энергии в организме идет медленно и компенсирует естественные затраты, в том числе и на поддержание постоянной температуры тела. Для решения задачи необходимо обратиться к справочникам.

#### Решение 11.6. (Практическая задача) (5 баллов)

Если при добавлении нитрата серебра выпадает черный осадок – в пробе присутствуют ионы  $\text{S}^{2-}$ . К отдельной порции анализируемого раствора прибавляют  $\text{HCl}$  и нагревают реакционную смесь до полного удаления ( $\text{H}_2\text{S}$  – запах тухлых яиц). Опыт проводят под тягой!

Отбирают пробы раствора и определяют ионы  $\text{I}^-$  и  $\text{Br}^-$  (добавляют четыреххлористый углерод и хлорную воду, образуются  $\text{I}_2$  и  $\text{Br}_2$ , следят за изменением окраски слоя).

Далее исследуют осадок, который содержит хлорид серебра, бромид серебра, иодид серебра и соответственно сульфид серебра. Обрабатывают осадок 12%-ным раствором  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ . В

растворе ионы  $\text{Cl}^-$  и  $\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+$ . Если раствор обработать 2М раствором азотной кислоты, то опять выпадет осадок хлорида серебра.

**1.19. Задания для районной (городской) олимпиады школьников по химии в 2007-2008 учебном году**  
**9 класс**

**Задание 9.1.** Немецкий алхимик Хеннелг Бранд, занимаясь поисками «философского камня» случайно открыл этот элемент. Как записано в его дневнике: «После ряда сложных манипуляций ... в приемнике реторты образовалось белое, светящееся вещество». Свой секрет алхимик продал за 200 талеров и стал заниматься медициной.

- 1) Что за элемент был открыт? Сколько аллотропных модификаций имеет данный элемент? Какая из модификаций была получена Х. Брандом?
- 2) Дайте характеристику простому веществу, которое образует данный элемент с точки зрения окислительно-восстановительных свойств. Приведите не менее 4-х реакций.
- 3) Приведите формулу не менее 4-х кислот, в состав которых входит данный элемент. Укажите его степень окисления и назовите вещества.
- 4) Каково биологическое значение данного элемента?
- 5) 6,2 г простого вещества, образованного элементом о котором идет речь выше, сожгли в избытке кислорода. Далее полученное сложное вещество растворили в 200 мл воды. Найдите массовую долю кислоты в растворе.

**Задание 9.2.** Первая химическая теория была предложена Георгом Шталем в конце 17 века. В своей книге «Основы химии» он утверждал, что особую роль в процессе горения играет «специальная субстанция», которая входит в состав металлов и других горючих веществ, к тому же эта субстанция обладает отрицательной массой. Уже в 18 веке А. Лавуазье оспорил теорию Г. Штала благодаря ряду экспериментов.

- 1) Как называлась теория Г. Штала, о какой «специальной субстанции» шла речь?
- 2) Как экспериментально А. Лавуазье мог опровергнуть теорию Г. Штала?
- 3) В чем же сущность процесса горения?
- 4) Какова роль «медленного окисления» для живых организмов?
- 5) При стандартных условиях теплота полного сгорания белого фосфора равна 760,1 кДж/моль, а теплота полного сгорания черного фосфора равна 722,1 кДж/моль. Чему равна теплота превращения черного фосфора в белый при стандартных условиях?

**Задание 9.3.** Этот химический элемент иногда называют «бездомным», так как в периодической таблице он занимает две клетки. Роль этого элемента, как в живой, так и в неживой природе очень велика. Простое вещество, образованное этим элементом, было открыто в 1766 году.

- 1) Что это за элемент?
- 2) Почему он в периодической таблице Д.И. Менделеева занимает две позиции?
- 3) Кто и как открыл простое вещество?
- 4) Напишите не менее 4-х реакций, в результате которых можно получить данное простое вещество?
- 5) Твердое кристаллическое соединение, образованное одновалентным металлом и элементом, о котором шла речь выше, энергично взаимодействует с водой и водными растворами кислот с выделением водорода. При взаимодействии с водой 2,4 г этого вещества выделился водород объемом 2630 мл (измерено при 37<sup>0</sup>С и 98 кПа). Определите состав вещества.



**Задание 9.4.** Голландский химик Ван Гельмонт в 1620 году получил бинарное вещество – газ, которое назвал «лесным духом». Выделение этого газа он наблюдал при процессе брожения и при действии кислот на известняк и поташ. Однако свойства этого вещества были им не полностью изучены. Только в 1754 году более подробно свойства «лесного духа» описал шотландский химик Д. Блэк и назвал его «связанным воздухом». А в 1906 году О. Дильс получил третье бинарное соединение, содержащее кислород и элемент, зашифрованный в условии задачи.

- 1) Какое вещество получил Ван Гельмонт, напишите не менее 4-х реакций, в результате которых можно получить данное вещество.
- 2) Почему Д. Блэк назвал это вещество «связанным воздухом»?)
- 3) Напишите формулы всех трех бинарных соединений, содержащих кислород и элемент, о котором говорится в условии задачи.
- 4) Через известковую воду пропущен 1 л (н.у.) смеси, содержащей газ, который получил Ван Гельмонт, и угарный газ. Выпавший при этом осадок был отфильтрован и высушен, масса его оказалась равной 2,45 г. Установите содержание газов в исходной смеси (в % по объему).

**Задание 9.5. (Практическая задача)** Лаборанту научно-исследовательского центра был задан ряд химических проблем, с которыми он успешно справился, причем, используя минимум оборудования. Составьте ваш план проведения всех экспериментов, решите необходимые задачи. *Задача №1.* Как экспериментально определить количественный состав смеси порошков: железа, меди, цинка, сажи и поваренной соли. Какой минимум оборудования необходим для этого? *Задача №2.* Как экспериментально определить, что в растворе содержатся карбонат-анионы, фосфат-анионы, ионы калия и натрия, а также очень малое количество сероводородной кислоты? *Задача №3.* Три сосуда одинакового объема при нормальных условиях заполнены тремя разными веществами: аммиаком, водой и сероводородом. Как расположить сосуды в порядке возрастания числа молекул в них. Ответ обоснуйте.

### 1.20. Задания для районной (городской) олимпиады школьников по химии в 2007-2008 учебном году 10 класс

**Задание 10.1.** Один шведский ученый действовал на «черную магнезию» «соляным спиртом» и получил новый «воздух». Изучая свойства этого вещества, он опубликовал следующие результаты: 1) пробки, закрывающие сосуд с газом, пожелтели как от «крепкой водки»; 2) синяя лакмусовая бумага при контакте с веществом стала почти белой; 3) железные опилки, которые были помещены в колбу с газом, растворенным в воде, исчезли, а после испарения раствора досуха и перегонки с купоросным маслом выделилась чистая соляная кислота, которая не растворяла золото. На основе химической теории того времени ученый предположил, что это «дефлогистированная» соляная кислота.

В настоящее время это вещество хорошо изучено, можно привести следующие *схемы* химических реакций, помогающих проиллюстрировать свойства вещества: 1) X + фосфор = да; 2) X + сера = да; 3) X + кислород = нет; 4) X + железо = да/нет.

- 1) Какое вещество открыл шведский химик и при помощи какой химической реакции?
- 2) Прокомментируйте свойства нового «воздуха», которые описал шведский ученый. Приведите уравнения химических реакций, если они возможны.
- 3) Расшифруйте схемы химических реакций, напишите уравнения химических реакций с коэффициентами и пояснениями (если нужно).
- 4) Приведите не менее 4-х формул кислот, в состав которых входит элемент, о котором говорится в условии задачи.

5) При пропускании избытка нового «воздуха» через бромид натрия образовалось 4 г брома. Вычислите массу бромида натрия в исходном растворе?

**Задание 10.2.** В 1811 году русский ученый Константин Сигизмундович Кирхгоф сделал важнейшее открытие. Представляя свои исследования в Петербургской академии наук, ученый сообщил: «Для процесса приготовления сахара из крахмала большое значение имеют степень очистки крахмала, концентрация серной кислоты и время протекания реакции». Это была первая, хорошо изученная, к...кая реакция.

1) Какое явление открыл ученый и какова роль серной кислоты для вышеуказанной химической реакции?

2) Приведите не менее 4-х уравнений химических реакций, относящихся к тому классу, которые изучал К.С. Кирхгоф.

3) Подумайте внимательно, как сместится равновесие в химической реакции:

$2\text{C}_2\text{H}_6(\text{г}) + 7\text{O}_2(\text{г}) \leftrightarrow 4\text{CO}_2(\text{г}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{г}) + Q$  а) при повышении температуры; б) при повышении давления; в) при увеличении концентрации кислорода; г) при добавлении ингибитора?

4) Произведите нужные расчеты, чтобы определить энергию активации некоторой химической реакции, если известно, что при увеличении температуры с 0 до 13<sup>0</sup>С скорость этой реакции возросла в 2,97 раза?

**Задание 10-3.** Один из первых универсальных методов химического анализа предложил немецкий ученый Генрих Розе в 1829 г. Метод основывался на использовании сероводорода, был доступен для каждого химика и позволял определять порядка 70% известных к тому времени химических элементов. Сероводород в 19 веке вызывал интерес не только химиков, но и медиков, и был одним из весьма популярных химических соединений.

1) Предложите плюсы и минусы сероводородных методов в аналитической химии.

2) Почему сероводород стал объектом интереса медицины?

3) Можно ли подобрать уравнения химических реакций, соответствующих следующей последовательности изменения степени окисления серы:  $\text{S}^{-2} \rightarrow \text{S}^0 \rightarrow \text{S}^{+4} \rightarrow \text{S}^0 \rightarrow \text{S}^{2-}$

4) Продукты полного сгорания 4,48 л сероводорода (н.у.) в избытке кислорода поглощены 53 мл 16%-ного раствора гидроксида натрия ( $\rho = 1,18$  г/мл). Вычислите массовые доли веществ в полученном растворе и массу осадка, который выделится при обработке этого раствора гидроксидом бария.

**Задание 10-4.** Даже самые легкие расчетные задачи школьного курса химии опираются на фундаментальные законы и теории, открытие которых было не простым делом для химиков 18-19 вв. Мы предлагаем Вам решить две задачи, а затем ответить на ряд вопросов.

*Задача №1.* В эвдиометре сожгли 100 мл смеси водорода, метана и кислорода. После конденсации водяного пара и приведения газа к начальным условиям объем образовавшейся смеси был равен 35 мл. После поглощения углекислого газа щелочью объем остатка стал равен 25 мл и в нем тлеющая лучинка загорается. Определите состав взятой смеси.

*Задача №2.* Углеводород имеет элементный состав: 82,76% углерода и 17,24% водорода (по массе). При радикальном хлорировании углеводород образует два изомерных монохлорида – первичный и третичный. Определите строение первичного углеводорода.

1) Этот фундаментальный закон был открыт и доказан русским и французским химиками с некоторым интервалом во времени. Назовите ученых и сформулируйте закон.

2) Этот итальянский ученый открыл закон, который позволил разобраться с «газовыми проблемами». Как называется закон, в чем его сущность?

3) Теория этого русского ученого положила конец всем ожесточенным спорам, которые были в среде химиков-органиков в начале 19 века. Назовите имя ученого.

**Задание 10-5. (Практическая задача)** Недобросовестный студент, регулярно прогуливающий занятия по химии, в своем лабораторном отчете сделал следующие записи: 1) чтобы в растворе качественно определить хлорид-анионы, ионы бария, стронция и меди (II) необходимо добавить к раствору гидроксид натрия и сульфид алюминия, далее разделить осадки и определить их цвет; 2) невозможно провести идентификацию этилена, ацетилен и метана, если они находятся в одной смеси; 3) с помощью электролиза водных растворов сульфата натрия можно получить элементарную серу, а электролизом водного раствора гидрохлорида меди получают хлор, водород и медь; 4) плавиковую кислоту нельзя хранить в стеклянной химической посуде. Какие ошибки допустил студент, а в чем он оказался прав? Составьте ваш план проведения всех экспериментов.

### 1.21. Задания для районной (городской) олимпиады школьников по химии в 2007-2008 учебном году 11 класс

**Задание 11.1.** Помогите разобраться школьнику с упражнениями по химии. В каких высказываниях допущены ошибки? Исправьте их. Напишите уравнения реакций всех возможных превращений.

- 1) Газообразный сероводород очень часто осушают, пропуская его через концентрированную серную кислоту.
- 2) Катализатор влияет на скорость химической реакции и смещает химическое равновесие.
- 3) Хлор реагирует с кислородом, натрием, железом, причем с железом реакция идет при любых условиях.
- 4) Цепочка превращения органических соединений  

$$\text{CH}_3\text{Cl} \xrightarrow{\text{KOH, спирт, p-p}} \text{CH}_3\text{OH} \xrightarrow{\text{уксусная кислота}} \text{простой эфир}$$
- 5) При взаимодействии 1,74 г алкана с бромом образуется 4,11 г монобромзамещенного. Молекулярная формула алкана –  $\text{C}_5\text{H}_{12}$
- 6) В результате реакции, термохимическое уравнение которой  $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 = 2\text{SO}_3 + 198 \text{ кДж}$ , выделилось теплоты 297 кДж. Значит, объем  $\text{SO}_2$  составляет 44,8 л.

**Задание 11.2.** Образец смеси газообразных алкана и алкена неизвестного состава объемом 11,2 л (н.у.) полностью обесцветил 1000 г бромной воды (массовая доля брома 3,2 %). При этом образовалось 21 мл тяжелой жидкости с плотностью 1,93 г/мл. Газ, не поглотившийся бромной водой, был сожжен в избытке кислорода. Образовавшийся при сжигании углекислый газ полностью прореагировал с 300 мл раствора гидроксида калия с концентрацией 3 моль/л, причем полученный в результате реакции раствор не способен больше химически связывать углекислый газ. Установите формулы исходных углеводородов и их объемные доли в смеси. Напишите 4 уравнения химических реакций, характеризующих свойства алкенов. 2) Как по реакции Кольбе можно получать алканы?

**Задание 11.3.** В начале 19 века один английский ученый заинтересовался странным явлением, происходящим со «светильным газом». Газ этот получали следующим способом: нагревали китовый и тресковый жир в железных сосудах до красного каления, а затем для транспортировки помещали в железные баллоны под давлением 30 атмосфер. Однако при длительном горении газ постепенно терял свои светильные свойства, а на дне баллона скапливалась легко воспламеняющаяся жидкость.

На основе химического анализа этому веществу приписали следующую формулу –  $\text{C}_2\text{H}$  (в то время атомный вес углерода равнялся 6). Некоторое время это вещество не привлекало к

себе особого внимания, но через несколько лет оно стало настоящим «яблоком раздора» для химического сообщества того времени. А в 1866 году это вещество впервые синтезировал М. Бертло, пропуская электрический разряд через вещество Y.

- 1) О каком веществе говорится в условии задачи и кто его открыл?
- 2) Напишите химическую реакцию, с помощью которой М. Бертло получил данное вещество.
- 3) Какой русский химик успешно синтезировал это вещество, обратившись к помощи активированного угля. Напишите уравнение химической реакции, укажите условия.
- 4) Вещество X, о котором идет речь в условии задачи, фигурирует в нижеуказанных цепочках превращений органических соединений. Напишите все реакции, укажите условия.



А) X → Z → фенол

Б) октан → X → n-фталевая кислота

- 5) Почему данное вещество стало «яблоком раздора» для химического сообщества в середине 19 века?

**Задание 11.4.** Минерал А растворили в кипящем концентрированном растворе гидроксида натрия. Полученный раствор разбавили водой и обработали избытком соляной кислоты. Выпал осадок, который отделили и прокалили. Полученное твердое вещество В имеет тот же состав, что и исходное вещество А. Осадок не выпадает если обрабатывать не соляной, а плавиковой кислотой. Вещество В (100 г) перемешивали несколько часов с 1 л раствора сульфата меди с концентрацией 0,02 моль/л, затем раствор отделили и прибавили к нему избыток раствора гидроксида калия. Полученный осадок отфильтровали и прокалили. Масса прокаленного осадка составила 0,8 г. Объясните полученные результаты. Что произошло бы при использовании в полученном опыте вещества А вместо вещества В? Напишите 3 уравнения химических реакций, характеризующих свойства А.

#### **Задание 11.5. (Практическая задача)**

- 1) Как из 1,1-дихлорбутана можно получить бутанол?
- 2) Теплотворная способность ацетилена меньше по сравнению с теплотворной способностью бутана. Почему, несмотря на это, температура кислородно-ацетиленового пламени выше, кислородно-бутанового пламени.
- 3) Глюкоза – легко усвояемое питательное вещество, незаменимое при сердечной слабости, шоке и т.д. Она содержится в виноградном соке, а также в соке других фруктов. Как экспериментально установить присутствие сахара вместо глюкозы в пищевых продуктах? Предложите вашу версию. Попробуйте самостоятельно спланировать ваше исследование.

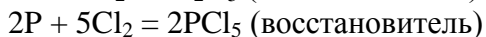
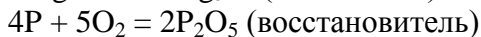
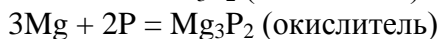
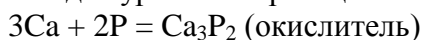
### **1.22. Решения и рекомендации к заданиям для районной (городской) олимпиады школьников по химии в 2007-2008 учебном году**

#### **9 класс**

#### **Решение 9-1. (10 баллов)**

1) Фосфор, 3 аллотропных модификации – белый, красный и черный (по 0,5 баллов), Х. Бранд получил в своих опытах белый фосфор (0,5 балла).

2) Фосфор – неметалл. Для него характерны неметаллические свойства (окислитель), но с более сильными окислителями он может проявлять и восстановительные свойства. Каждое уравнение реакции по 0,5 баллов.



- 3)  $\text{H}_3\text{PO}_4$  – ортофосфорная кислота,  $\text{HPO}_3$  – метафосфорная кислота,  $\text{H}_3\text{PO}_3$  – фосфористая кислота,  $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_5$  – пиррофосфорная (дифосфорная) кислота. Каждая формула по 0,5 баллов.
- 4) Фосфор входит в состав ДНК, АТФ, белков (фосфолипиды), обеспечивает функционирование любого организма (передача генетической информации, энергетический обмен, опорно-двигательная система, нервная система и т.д.) – 2 балла.
- 5)  $w(\text{H}_3\text{PO}_4) = 9\%$  (2 балла).

#### Решение 9-2. (10 баллов)

- 1) Теория флогистона; особая субстанция – флогистон. (2 балла)
- 2) Эксперимент с запаянными ретортами. При нагревании вещества его масса увеличивается, следовательно, какая-то субстанция присоединяется. А существование в природе «отрицательной массы» не доказано. (1 балл)
- 3) Горение – химическая реакция, протекающая в условиях нарастающего ускорения. Наиболее типичный пример – тепловое горение с участием кислорода воздуха. Горение – сильно экзотермическая окислительно-восстановительная реакция. В качестве окислителя чаще всего выступает кислород. Более сложные примеры не рассматриваем. (1 балл)
- 4) «Медленное окисление» в нашем организме обеспечивает все жизненно важные процессы накопления и расходования энергии с участием энергетических молекул (макроэргические связи). Практически все процессы обмена веществ в нашем организме – это «медленное окисление» с участием биологических катализаторов. (2 балла)
- 5) Горение черного фосфора:  $\text{P}(ч) + 5/4\text{O}_2 = 1/2 \text{P}_2\text{O}_5 + 722,1 \text{ кДж/моль}$  (1 балл)  
 Горение белого фосфора:  $\text{P}(б) + 5/4\text{O}_2 = 1/2 \text{P}_2\text{O}_5 + 760,1 \text{ кДж/моль}$  (1 балл)  
 По закону Гесса:  $\text{P}(ч) = \text{P}(б) + Q$  (1 балл)  
 Соответственно  $Q = 722,1 - 760,1 = -38 \text{ кДж/моль}$  (1 балл)

#### Решение 9-3. (10 баллов)

- 1) Водород. (1 балл)
- 2) По электронной формуле  $1s^2$  водород формально относится к s-элементам. Это обуславливает сходство оптических спектров водорода и щелочных металлов, проявляет степень окисления +1, типичный восстановитель. Однако в состоянии катиона  $\text{H}^+$  водород не имеет аналогов. С другой стороны у галогенов как и у водорода не хватает одного электрона до завершения внешнего слоя. Подобно галогенам водород может проявлять степень окисления –1 и окислительные свойства. Сходен водород с галогенами и по агрегатному состоянию и по составу молекул  $\text{Э}_2$ . (2 балла)
- 3) Генри Кавендиш открыл простое вещество водород ( $\text{H}_2$ ) в 1766 году в результате реакции взаимодействия цинка (железа или олова) с серной или соляной кислотой. (1 балл)
- 4) Каждое уравнение реакции по 0,5 баллов.
- 5)  $\text{NaH}$  – гидрид водорода. (4 балла)

#### Решение 9-4. (10 баллов)

- 1)  $\text{CO}_2$  – углекислый газ (1 балл), каждое уравнение реакции оценивается по 0,5 баллов.
- 2) Исходя из того факта, что оставленный на воздухе оксид кальция превращается в карбонат, Блэк сделал вывод, что в атмосфере должен находиться «связанный воздух», т.е. углекислый газ. Это, в свою очередь означало, что воздух – это смесь газов. (1 балл)
- 3)  $\text{CO}_2$  (0,2 балла),  $\text{CO}$  (0,2 балла),  $\text{C}_3\text{O}_2$  – его получил О. Дильс в особых условиях. (0,6 балла).
- 4)  $\text{CO}_2$  – 54,9%;  $\text{CO}$  – 45,1% (5 баллов)

#### Решение 9-5. (15 баллов)

Задача №1. Железо отделить от смеси магнитом и взвесить. Оставшуюся смесь поместить в воду – поваренная соль растворится, сажа останется на поверхности. Раствор

профильтровать, выпарить и взвесить хлорид натрия. В растворе остаются цинк, медь и мел. Обрабатываем раствор избытком соляной кислоты. По объемам выделившихся газов ( $H_2$  и  $CO_2$ ) вычисляем массы цинка и мела. Определяем массу меди, которая не реагирует с соляной кислотой. Приведем пример расчетов: по объему выделившихся газов найдем их количество  $n = V/22,4$  моль; обозначим массовую долю цинка в смеси за  $X$ , тогда массовая доля мела  $1 - X$ . Уравнение:  $n = m(\text{смеси}) \cdot X/65 + m(\text{смеси}) \cdot (1-X)/100$

Из этого уравнения находим  $X$ , затем массы цинка и меди. *Максимальный балл – 5.*

**Примечание:** если ученик не указал пример расчетом, не объяснил, как определить количественно цинк и мел, то он не может получить максимальный балл за задачу!

*Задача №2. (каждое правильное определение – 1 балл)*

Что определяем	$CO_3^{2-}$	$PO_4^{3-}$	$K^+$	$Na^+$	$H_2S (HS^-) (S^{2-})$
Как определяем	HCl p-p	$Ba^{2+}, Ca^{2+}$	Пламя	Пламя	$Mn^{2+}, Cu^{2+}$
Что наблюдаем	Выделение газа $CO_2$	Выпадает осадок	Фиолетовое окрашивание	Желтое окрашивание	Выпадает осадок

*Задача №3.* При нормальных условия аммиак и сероводород газы, а вода - жидкость. Следовательно,  $n(\text{аммиак}) = n(\text{сероводород}) \ll n(\text{вода})$ . (5 балла).

### 1.23. Решения и рекомендации к заданиям для районной (городской) олимпиады школьников по химии в 2007-2008 учебном году 10 класс

#### Решение 10-1. (10 баллов)

1) Впервые хлор был получен в 1772 г. Шееле по реакции:



2) Свойства хлора: 1) сильный окислитель; 2) способен обесцвечивать вещества; 3) железо взаимодействует с хлором с образованием хлорида железа (III),  $2FeCl_3 + 3H_2SO_4 = Fe_2(SO_4)_3 + 6HCl$  (3 балла)

3) Уравнения химических реакций:  $5Cl_2 + 2P \rightarrow 2PCl_5$ ;  $2S + Cl_2 \rightarrow S_2Cl_2$ ; с кислородом хлор не взаимодействует;  $3Cl_2 + 2Fe \rightarrow 2FeCl_3$  – с железом реакция идет **ТОЛЬКО** в присутствии влаги (по 0,5 баллов).

4) HCl, HClO, HClO<sub>3</sub>, HClO<sub>4</sub> (каждая правильная формула с названием оценивается в 0,5 баллов).

5) 5,15 г (2 балла)

#### Решение 10-2. (10 баллов)

1) К.С. Кирхгоф открыл явление катализа, и серная кислота соответственно является катализатором данного процесса. (2 балла)

2) Можно привести любые каталитические реакции их органической или неорганической химии, каждое уравнение реакции оценивается в 0,5 баллов.

3) а) при повышении температуры – вправо; б) при повышении давления – влево; в) при увеличении концентрации кислорода – вправо; г) при добавлении ингибитора равновесие не сместится, замедляется скорость реакции (каждый правильный ответ по 0,5 баллов).

4) Энергия активации - 54,3 кДж/моль (4 балла).

#### Решение 10-3. (10 баллов)

1) сероводородный метод очень чувствительный – это плюс, а недостаток – токсичность сероводорода и неприятный запах (2 балла).

2) Сероводородные источники используются для лечения ряда заболеваний (по рекомендациям врачей).

3) По 0,5 балла за каждую правильную реакцию (всего 2 балла)

4) 19,8% NaHSO<sub>3</sub> 8% Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> 43,4 г BaSO<sub>3</sub>(5 баллов)

#### **Решение 10-4. (10 баллов)**

1) Задача №1. 10% метана, 30% водорода, 60% кислорода. (4 балла)

2) Задача №2. 2-метилпропан (4 балла)

3) Ломоносов М.В. А. Лавуазье «Закон сохранения массы вещества» (1 балл)

4) Закон Авогадро: *один моль любого газа при одинаковых условиях занимает одинаковый объём (0,5 баллов).*

5) А.М. Бутлеров: теория химического строения органических соединений (0,5 баллов).

#### **Решение 10-5. (10 баллов)**

1) Чтобы определить ионы хлора можно добавить нитрат серебра - выпадет белый творожистый осадок. Определить ионы бария и стронция можно по изменению цвета пламени, при внесении в него пробы и добавив карбонат натрия – выпадает осадок. Гидроксид стронция по сравнению с гидроксидом бария менее растворим. Ионы меди можно определить визуально – голубоватый цвет раствора, можно добавить гидроксид натрия – появляется характерный осадок. (4 балла)

2) Идентификацию можно провести, пропустив смесь газов через раствор перманганата калия (или бромной воды), а также через аммиачный раствор оксида серебра. (2 балла)

3) При электролизе сульфата натрия происходит электролиз воды, соответственно выделяются водород и кислород (1 балл); во-первых гидрохлорид меди не существует (1 балл) (кислота одноосновная) а при электролизе расплава хлорида меди выделяются хлор и медь (1 балл)

4) Правильно, плавиковую кислоту нельзя хранить в стеклянном сосуде, так как идет реакция  $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{CaO} \cdot 6\text{SiO}_2 + 28\text{HF} \rightarrow \text{Na}_2\text{SiF}_6 + \text{CaSiF}_6 + 4\text{SiF}_4\uparrow + 14\text{H}_2\text{O}$  (можно записать и более упрощенный вариант реакции:  $\text{SiO}_2 + 4\text{HF} \rightarrow 2\text{SiF}_4\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ ) (2 балла)

### **1.24. Решения и рекомендации к заданиям для районной (городской) олимпиады школьников по химии в 2007-2008 учебном году 11 класс**

#### **Решение 11-1. (10 баллов)**

1) Сероводород взаимодействует с серной кислотой. Значит таким способом нельзя очищать газ. (1 балл)

2) Катализатор не влияет на смещение химического равновесия. (1 балл)

3) Хлор не взаимодействует прямым путем с кислородом, а с железом взаимодействует в присутствии влаги. (2 балла)

4) При действии спиртового раствора щелочи на галогензамещенные алканы, образуются алкены. При взаимодействии спирта и карбоновой кислоты образуется сложный эфир. (2 балла)

5) C<sub>4</sub>H<sub>10</sub> – бутан. (2 балла)

6) 67,2 л (2 балла)

#### **Решение 11-2. (10 баллов)**

Запишите уравнение реакций в общем виде. По массе образовавшегося дибромалкана вычислите молярную массу алкена.

Пропен (40%), пропан (60%).(5 баллов)

Уравнения химических реакций, иллюстрирующие свойства алканов и алкенов оцениваются в 0,5 баллов.

$2\text{CH}_3\text{COO}^- - 2e \rightarrow 2[\text{CH}_3\text{COO}\cdot] \rightarrow 2\text{CH}_3\cdot \rightarrow \text{C}_2\text{H}_6$  – процесс на аноде (по реакции Кольбе получение алканов)

$2\text{C}_3\text{H}_7\text{COOK} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \{\text{электролиз}\} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{14} + 2\text{H}_2 + 2\text{KHCO}_3$  (1 балл)

Иногда записывают уравнение таким образом:  $2\text{C}_3\text{H}_7\text{COOK} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{14} + 2\text{H}_2 + 2\text{KOH} + 2\text{CO}_2$

### Решение 11-3. (10 баллов)

1) Бензол (1 балл) был открыт при изучении светильного газа М. Фарадеем (1 балл).

2) М. Бертелло пропускал электрический ток через ацетилен, в результате реакции тримеризации образовался бензол (1 балл).

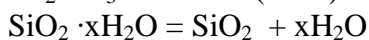
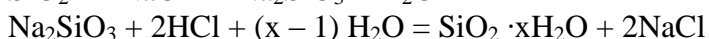
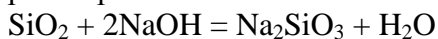
3) Н.Д. Зелинский получил бензол из ацетилена применяя активированный уголь (1 балл)  
 $3\text{C}_2\text{H}_2 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_6$  (активированный уголь)

4) Химические превращения: X – бензол, Z – хлорбензол, D – водный раствор щелочи, каждое правильное уравнение реакции оценивается в 1 балл.

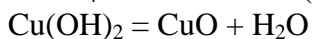
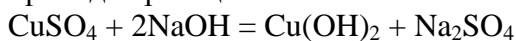
5) Очень долгое время не могли предложить структурную формулу бензола. Так как бензол не взаимодействовал с бромной водой и раствором перманганата калия, то химики не могли допустить мысль о том, что вещество имеет двойные связи, соответственно возникали противоречия. И только представление о бензольном кольце и его строении разрешили проблему. (2 балла)

### Решение 11-4. (10 баллов)

Реакции указывают на то, что А – кислота или кислотный оксид. Присутствие А в природе и растворимость в плавиковой кислоте указывают, что А – диоксид кремния.



Вещество В – это пористый диоксид кремния (силикагель). Диоксид кремния не реагирует с сульфатом меди. При обработке фильтрата щелочью с последующим прокаливанием проходит реакция:

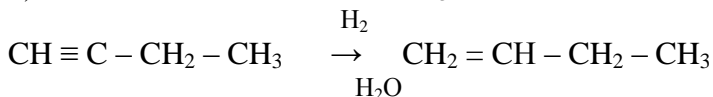
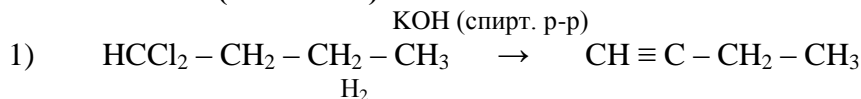


Количество оксида в осадке  $0,8/80 = 0,01$  моль. В исходном растворе содержалось 0,02 моль ионов меди. Это обусловлено адсорбцией поверхности силикагеля.

Если силикагель заменить на исходный оксид кремния, заметного уменьшения концентрации ионов меди не будет. (7 баллов)

Реакции, подтверждающие кислотные свойства оксида кремния. (3 балла)

### Решение 11-5. (10 баллов)



(каждое уравнение реакции оценивается в 1 балл)

2) Температура пламени зависит от теплотворной способности газа и скорости химической реакции. Ацетилен сгорает быстрее, чем бутан. При сгорании 1 моль  $\text{C}_2\text{H}_2$  выделяется меньшее количество воды. Соответственно, меньше выделившийся теплоты затрачивается на нагревание продуктов. (2 балла).

3) В основе определения глюкозы в растворе лежит реакция ее окисления свежесажженным гидроксидом меди (II) – реакция на альдегидную группу:





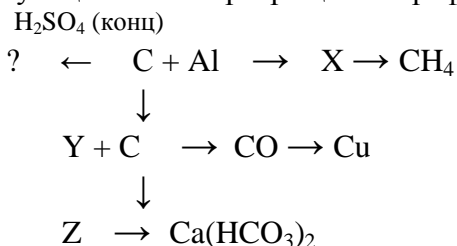
(голубой раствор) (красный осадок)

В результате взаимодействия сахара с водой (реакция гидролиза) также образуется глюкоза (и фруктоза):  $C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O = C_6H_{12}O_6 + C_6H_{12}O_6$  (1 балл)  
 глюкоза фруктоза

Однако в нейтральной среде эта реакция протекает очень медленно. Ускорить ее можно добавлением катализатора, например соляной кислоты; в щелочной среде сахар не гидролизуется. Следовательно, о соотношении глюкозы и сахарозы можно судить по количеству красного осадка в щелочном растворе. Можно предложить следующий опыт: в 4 пробирки налить по 5 мл дистиллированной воды. В пробирку №1 добавить 5 капель натурального меда (желательно их пчелиных сот), в пробирку №2 – 5 капель исследуемого меда, №3 – 0,2-0,5 г. сахара, а в №4 – останется вода. Затем в каждую пробирку добавить щелочной взвеси гидроксида меди (II). Появление красного осадка свидетельствует о нахождении глюкозы в растворе (обращают внимание на интенсивность окрашивания!) (3 балла)

**1.25. Задания для районной (городской) олимпиады школьников по химии в 2008-2009 учебном году**  
**9 класс**

**Задание 9.1.** При обычной температуре графит, алмаз, уголь химически инертны, но при высоких температурах активность их увеличивается. Графит является более реакционноспособным чем алмаз и с некоторыми веществами может образовывать такие продукты, которые не образует алмаз. Объясните это? Напишите уравнения химических реакций, соответствующих схеме превращений графита, определите вещества X, Y и Z.



**Задание 9.2.** Вычислите, какой объем аммиака (н.у.) необходимо пропустить через 200 г 9,8%-го раствора серной кислоты, чтобы образовалась кислая соль. Вычислите, сколько граммов водорода потребуется для получения такого объема аммиака (н.у.), если выход продукта составит 60%.

**Задание 9.3.** При растворении образца неизвестного металла Me образовалось 20,46 г хлорида металла Me и выделилось 3,36 л газа (н.у.). Определите неизвестный металл. Будет ли данный металл взаимодействовать с а) концентрированной азотной кислотой, б) гидроксидом натрия? Если реакции возможны, приведите уравнения химических реакций.

**Задание 9.4.** Найдите массовую долю оксида алюминия и оксида железа (III) в смеси, если при обработке некоторого количества смеси щелочью ее масса уменьшилась на 2,0 г, а при восстановлении такого же ее количества водородом образовалось 2,7 г воды.

**Задание 9.5. (Практическое задание)** После летних каникул в кабинете химии были обнаружены четыре банки с реактивами, этикетки на них были перепутаны: “KOH 1M”, “K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 1M”, “Al(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub> 1M”, “CaCl<sub>2</sub> 1M”. Юный химик Арсений вызвался помочь учителю. Он провел попарное сливание растворов из банок, установил их содержание. Полученные результаты представлены в таблице:

Реактивы	I	II	III	IV
I		↓	—	↓↑
II	↓		↓	—

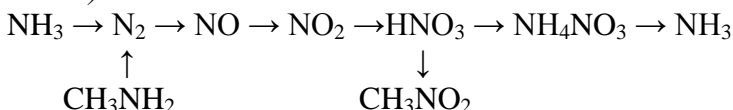
III	—	↓	.....	↓p
IV	↓↑	—	↓	.....

Обозначения: ↓ - выпадение осадка, ↑ - газовыделение, ↓p – растворение образовавшегося осадка.

Определите содержание банок, напишите уравнения реакций происходящих процессов.

### 1.26. Задания для районной (городской) олимпиады школьников по химии в 2008-2009 учебном году 10 класс

**Задание 10.1.** а) Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения (*Каждое правильно написанное уравнение реакции оценивается в 1 балл*):



б) Газообразный аммиак объемом 2,24 л (н.у.) поглощен 20 г раствора фосфорной кислоты с массовой долей 49%. Какая соль образовалась, вычислите ее массу. Какова массовая доля азота в этом соединении?

**Задание 10.2.** При сгорании 4,5 г органического вещества было получено 5,04 л углекислого газа (н.у.) и 5,4 г воды. Относительная плотность паров данного вещества по воздуху 2,069. Установите формулу вещества. С какими из перечисленных веществ будет взаимодействовать искомое органическое вещество, напишите уравнения реакций: металлический натрий, гидроксид натрия, сульфат кальция, уксусная кислота, этан.

**Задание 10.3.** При действия избытка соляной кислоты на 8,03 г смеси карбонатов бария и натрия выделилось 1,12 л газа (н.у.). Найдите массу осадка, который образуется после добавления к полученному раствору избытка сульфата калия.

**Задание 10.4.** В книге «Химические реактивы, их приготовление, свойства, испытание и употребление» (составитель А.И. Коренблит, Москва, 1992) описано лабораторное получение вещества X: «Для лабораторного приготовления нужно брать для сухой перегонки не слишком большое количество уксуснокальциевой соли, предварительно хорошо высушенной, после непродолжительного прокаливания начинает гнаться X, собирать его следует в хорошо охлажденный льдом приемник. Реакции получения X протекают довольно правильно по уравнению  $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ca} = \text{X} + \text{Y}$

Первоначальная очистка полученного таким образом X должна заключаться в перегонке его с содой для нейтрализации ... кислоты (1). Дальнейшая очистка производится перегонкой X с небольшим количеством двуххромокальциевой соли (2) для окисления некоторых побочных продуктов. Если необходимо получить более чистый препарат, то пользуются способностью X давать с серноокислым натрием (3) или калием кристаллическое соединение.

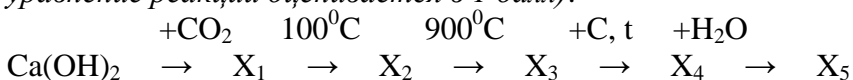
**Свойства.** Бесцветная, легкоподвижная жидкость нейтральной реакции, своеобразного приятного эфирного запаха, жгучая на вкус, гори святящимся пламенем. Растворяется в спирте, эфире, хлороформе и воде, отличный растворитель для многих органических соединений.  $T_{\text{кип.}} = 56,3^{\circ}\text{C}$  1) Установите формулы X и Y, если известно, что Y – твердое вещество, встречающееся в природе в виде минерала, при действии на который соляной кислотой выделяется газ без цвета и запаха. 2) Какое название X. Напишите формулы веществ 1, 2 и 3. 3) Напишите уравнения X с серноокислым калием.

**Задание 10.5. (Практическое задание)** Как при наличии необходимого оборудования и катализаторов из натрия, цинка, серы и воды получить: а) основание, кислоту и амфотерный оксид; б) три соли – в одной цинк в составе катиона, в двух других – в составе аниона?

**1.27. Задания для районной (городской) олимпиады школьников по химии  
в 2008-2009 учебном году  
11 класс**

**Задание 11.1.** При сгорании органического вещества массой 280 мг образовался углекислый газ объемом 448 мл (н.у.) и вода массой 360 мг. Пары этого органического вещества в 1,75 раза тяжелее кислорода. Выделите молекулярную формулу органического вещества. Составьте молекулярную формулу органического вещества. Составьте формулу двух изомеров, соответствующих условию задачи. Сравните условия реакций гидрирования циклопропана и циклопентана. В чем причина отличий?

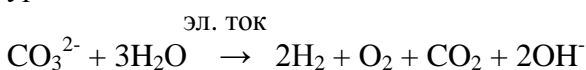
**Задание 11.2.** В цепочке превращений соединений кальция (*Каждое правильно написанное уравнение реакции оценивается в 1 балл*):



а) Определите все вещества  $\text{X}_1 - \text{X}_5$ , напишите уравнения реакций;

б) В каких сферах человеческой деятельности и как (на основе химических и физических свойств) могут использоваться вещества  $\text{X}_1 - \text{X}_4$ ?

в) Процесс электролиза какого вещества может быть описан следующим ионным уравнением:



какие процессы будут протекать на катоде и аноде?

**Задание 11.3.** При действии на 5,0 л воды раствором, содержащим 10,6 г соды, образовалось 9,04 г карбонатов кальция и магния. Определите жесткость воды и состав осадка карбонатов. Предложите несколько способов устранения жесткости воды.

**Задание 11.4.** При полном сгорании раствора нитробензола и анилина в этиловом спирте с массовой долей нитробензола 37,16 выделилось 2,24 л азота (н.у.). Тепловой эффект реакции составил 991,2 кДж. Определите массовые доли анилина и спирта, если известно, что теплоты сгорания нитробензола, анилина и этанола соответственно равны 3095, 3392 и 1370 кДж/моль. Какой объем 25 %-ного раствора гидроксида натрия ( $\rho=1,28$  г/мл) необходимо для полного поглощения выделившегося оксида углерода (IV).

**Задание 11.5. (Практическое задание)** В трех пронумерованных пробирках находятся неизвестные кристаллические вещества, среди которых могут оказаться: щавелевая кислота, винная кислота, глюкоза, салициловая кислота, трихлоруксусная кислота, фенол, глицин, ацетат натрия, бензойная кислота. Используя предложенное оборудование и реактивы, определите, в какой из пробирок находится каждое из веществ. Напишите уравнения реакций.

*Реагенты:* индикаторы, вода, растворы гидроксида натрия, серной кислоты, карбоната натрия, гидрокарбоната натрия, хлорида железа (III), медного купороса, бромной воды, медная проволока. Возможно, вам и не понадобятся некоторые из реагентов. Предложите план проведения эксперимента. Напишите необходимые уравнения реакций.

**1.28. Решения и рекомендации к заданиям для районной (городской) олимпиады школьников по химии в 2008-2009 учебном году**  
**9 класс**

*Приведены указания к решению только наиболее сложных задач, предлагается список методической литературы.*

**Решение 9.1. (5 баллов)**

X – карбид алюминия, Y – оксид углерода (IV), Z – карбонат кальция



**Решение 9.2. (5 баллов)**

$V(NH_3) = 4,48$  л;  $V(H_2) = 11,2$  л,  $m(H_2) = 1$  г

**Решение 9.3. (5 баллов)**

Me = Zn

**Решение 9.4. (5 баллов)**

20% оксида алюминия и 80% оксида железа (III).

**Решение 9.5. (5 баллов)**

См. Задачи всероссийской олимпиады по химии/ Под общей ред. академика РАН, профессора В.В. Лунина – М.: Издательство «Экзамен», 2003.

**I** –  $K_2CO_3$ , **II** –  $CaCl_2$ , **III** –  $KOH$ , **VI** –  $Al(NO_3)_3$

**1.29. Решения и рекомендации к заданиям для районной (городской) олимпиады школьников по химии в 2008-2009 учебном году**  
**10 класс**

*Приведены указания к решению только наиболее сложных задач, предлагается список методической литературы.*

**Решение 10.3. (5 баллов)**

6,99 г масса осадка

**Решение 10.4. (5 баллов)**

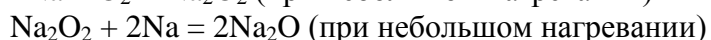
См. Задачи всероссийской олимпиады по химии/ Под общей ред. академика РАН, профессора В.В. Лунина – М.: Издательство «Экзамен», 2003.

Кузьменко Н.Е., Еремин В.В., Попков В.А. Начала химии. Современный курс для поступающих в вузы. – М.: Экзамен, 2005.

Кузьменко Н.Е., Еремин В.В., Попков В.А. Сборник конкурсных задач по химии для школьников и абитуриентов. – М.: Экзамен, Издательский дом «ОНИКС 21 век», 2002.

**Решение 10.5. (5 баллов)**

**Получаем оксиды:**



Написание уравнений получения  $SO_2$ ,  $ZnO$ ,  $Al_2O_3$  не составит труда.

**Используя полученные вещества можно перейти к гидроксидам и солям:**

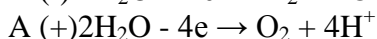
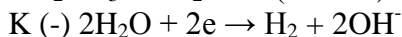
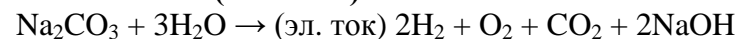
$NaOH$  (основание),  $H_2SO_4$  (кислота);

$Zn + H_2SO_4 = ZnSO_4 + H_2$  (соль, в которой цинк в составе катиона);  
 $ZnO + Na_2O = Na_2ZnO_2$  (соль, в которой цинк в составе аниона);  
 $Zn(OH)_2 + 2NaOH = Na_2[Zn(OH)_4]$  (комплексная соль, в которой цинк в составе аниона).

**1.30. Решения и рекомендации к заданиям для районной (городской) олимпиады школьников по химии в 2008-2009 учебном году**  
**11 класс**

*Приведены указания к решению только наиболее сложных задач, предлагается список методической литературы.*

**Решение 11.2. (5 баллов)**



Наличие в продуктах электролиза щелочи и угольной кислоты свидетельствует о том, что электролиз проводится с мембраной, препятствующей взаимодействию щелочи и кислоты, образующихся соответственно в катодном и анодном пространстве.

**Решение 11.3. (5 баллов)**

Для осаждения карбонатов кальция и магния (они составляют временную жесткость воды) было использовано  $n(Na_2CO_3) = 10,6 \text{ г} : 106,0 \text{ г/моль} = 0,1 \text{ моль}$ , что составляет 0,2 моль эквивалентов или 200 ммоль эквивалентов. Следовательно, жесткость воды составляет 200 ммоль·экв/5 л = 40,0 ммоль экв/ л.

Для определения состава осадка карбонатов обозначим число молей карбоната кальция через X, а число молей карбоната магния через Y. Тогда, учитывая, что найденная величина  $n(Na_2CO_3) = 0,1 \text{ моль}$  равна суммарному числу молей осажденных карбонатов, можно составить следующую систему уравнений:

$$X + Y = 0,1$$

$$100X + 84Y = 9,04$$

Откуда X = 0,04 и Y = 0,06, соответственно  $m(CaCO_3) = 4,0 \text{ г}$  и  $m(MgCO_3) = 5,04 \text{ г}$ .

**Решение 11.4. (5 баллов)**

$$w(C_6H_5NH_2) = 28,10\%$$

$$w(C_2H_5OH) = 34,47\%$$

$$V \text{ р-р } (NaOH) = 425 \text{ мл}$$

**Решение 11.5. (5 баллов)**

См. Задачи всероссийской олимпиады по химии/ Под общей ред. академика РАН, профессора В.В. Лунина – М.: Издательство «Экзамен», 2003.

Кузьменко Н.Е., Еремин В.В., Попков В.А. Начала химии. Современный курс для поступающих в вузы. – М.: Экзамен, 2005.

Кузьменко Н.Е., Еремин В.В., Попков В.А. Сборник конкурсных задач по химии для школьников и абитуриентов. – М.: Экзамен, Издательский дом «ОНИКС 21 век», 2002.

**1.31. Задания для районной (городской) олимпиады школьников по химии  
в 2009-2010 учебном году  
9 класс**

**Задание 9.1.** Напишите формулы четырех газов с резким запахом и двух, имеющих цвет. Предположите, какие химические реакции могут протекать между предложенными вами веществами. Напишите 3 уравнения возможных реакций, укажите условия их протекания.

**Задание 9.2.** Решите три химических проблемы:

1) Желая получить как можно более концентрированную серную кислоту, студент стал добавлять к ней порциями твердый триоксид серы и обнаружил, что с каждой порцией  $\text{SO}_3$  смесь становилась все более вязкой, а потом даже задымилась. Интересно, получилась ли в итоге концентрированная серная кислота? Напишите возможные уравнения химических реакций.

2) Со времен Гомера знали этот оксид. Хитроумный Одиссей окуривал им помещение, в котором сражался. Когда «газ Одиссея» смешивают с сероводородом, то выделяется простое вещество желтой окраски, а пероксид водорода в водном растворе превращает его в сильную кислоту. Что это за газ? Напишите уравнения химических реакций, о которых упоминается в задаче.

3) Газ, о котором говорится в задании (2) растворили в воде. К полученному раствору прилили бромную воду до начала исчезновения окраски брома, а затем избыток раствора хлорида бария. Отфильтрованный и высушенный осадок имеет массу 1,165 г. Какой объем газа растворили в воде?

**Задание 9.3.** В 1807 году в Лондоне на собрании Королевского общества Г. Дэви сообщил о том, что ему удалось «разложить» действием электрического тока вещества  $\text{XOH}$  и  $\text{YOH}$  и выделить неизвестные металлы  $\text{X}$  и  $\text{Y}$ . Эти металлы быстро окислялись на воздухе и плавилась на поверхности воды с выделением газа, который легче воздуха. Необходимо отметить, что соединение  $\text{YCl}$  необходимо для организма человека и играет очень важную роль во многих физиологических процессах. В год мы употребляем до 4 кг этого вещества.

1) Определите все вещества, о которых упоминается в условиях задачи, напишите уравнения соответствующих химических реакций.

2) Сколько граммов металла  $\text{Y}$  необходимо взять, чтобы при реакции с избытком хлора образовалось 5,85 г  $\text{YCl}$ ? Реакция идет количественно.

**Задание 9.4.** Через герметическую «бомбу», полностью заполненную подкисленной водой, пропущен постоянный ток. Какое давление развилось бы в «бомбе», если бы вода была совершенно несжимаемой, стенки сосуда не расширялись бы от давления, а закон Авогадро строго выполнялся (температуру принять равной  $0^\circ \text{C}$ )? 1) Что такое водородная связь? Характерна ли она для воды и как может влиять на ее физические свойства? 2) В чем заключается сущность процесса электролиза? 3) С каким из предложенных соединений будет взаимодействовать вода? Напишите возможное (ые) уравнение (я) химических реакций:  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Cu}$ ,  $\text{Hg}$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{P}_4\text{O}_{10}$ ,  $\text{CsCl}$ .

**Задание 9.5. (Практическое задание)** В девяти пронумерованных пробирках находятся разбавленные растворы следующих веществ: *соляная кислота, хлорид калия, сульфат натрия, гидроксид натрия, азотная кислота (разбавленный раствор), сульфид лития, ортофосфат калия, карбонат натрия, гидроксид аммония*. С помощью каких химических реагентов можно распознать вещества?

**1.32. Задания для районной (городской) олимпиады школьников по химии  
в 2009-2010 учебном году  
10 класс**

**Задание 10.1.** Напишите уравнения химических реакций для нижеприведенных цепочек превращений, укажите условия протекания реакций:

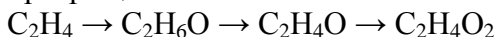
1) оксид кремния  $\rightarrow$  А  $\rightarrow$  кремниевая кислота  $\rightarrow$  силикат натрия  $\rightarrow$  оксид кремния  $\rightarrow$  кремний;

2) пропан  $\rightarrow$  Б  $\rightarrow$  гексан  $\rightarrow$  бензол  $\leftarrow$  ацетилен  $\leftarrow$  карбид кальция

Определите вещества А и Б, назовите их.

**Задание 10.2.** Образец органического вещества массой 8,7 г сожгли в избытке кислорода. Продуктами реакции являются оксид углерода (IV) объемом 10,08 л (н.у.) и вода массой 8,1 г. Плотность паров исходного вещества по гелию равно 14,5. Определите формулу вещества **X**, если известно, что анализируемое вещество не обесцвечивает раствор брома в четыреххлористом углероде и не взаимодействует с аммиачным раствором оксида серебра.

1) Предложите способ получения вещества **X** в одну стадию. 2) Приведите изомер **X** и назовите его. 3) С помощью каких химических реакций можно осуществить следующие превращения:



**Задание 10.3.** Химическое равновесие реакции  $\text{CO}_2 + \text{H}_2 = \text{CO} + \text{H}_2\text{O}$  установилось при следующих концентрациях реагирующих веществ (моль/л):  $[\text{CO}_2] = 2$ ,  $[\text{CO}] = 4$ ,  $[\text{H}_2] = 3$ ,  $[\text{H}_2\text{O}] = 6$ . Равновесие системы было нарушено из-за уменьшения концентрации  $\text{CO}$  до 2 моль/л. Вычислите, какими стали новые равновесные концентрации реагирующих веществ после сдвига равновесия? 1) Предложите 2 примера необратимых реакций. 2) Приведите формулировку закона действующих масс. 3) В реакции синтеза аммиака из азота и водорода повышение давления способствует ..., а понижение температуры ... (*Вспомните принцип Ле Шателье*).

**Задание 10.4.** Газ, полученный при прокаливании 4,9 г бертолетовой соли, смешали в сосуде вместимостью 4 л с газом, полученном при взаимодействии 6,0 г кальция с водой. Определите состав (в % по объему) и давление газовой смеси в сосуде (температуру считать равной  $0^\circ\text{C}$ , давлением водяных паров пренебречь). Плотность некоторого газа по ацетилену равна 2,23. 1) Чему равна плотность этого газа по водороду? 2) Напишите возможную реакцию получения бертолетовой соли. 3) Как можно получить водород из гидрида лития? 4) Как можно получить атомарный водород, в чем особенность его химических свойств?

**Задача 10.5.** Лаборант химического факультета получал хлорид магния. Для этого он залил 40 г оксида магния рассчитанным количеством 38 %-ной соляной кислотой (плотность 1,19 г/мл). Поскольку растворение оксида шло медленно, стакан с реактивом был оставлен до следующего дня. На следующий день студент обнаружил, что стакан заполнен белой твердой массой. С трудом отделив немного твердого вещества (1/100 часть), он растворил его в азотной кислоте и добавил раствор нитрата серебра. Масса выпавшего при этом осадка после высушивания составила 0,957 г. 1) Какой состав имеет твердое вещество в стакане? 2) Какова возможная структура этого вещества? 3) Какую ошибку в расчетах допустил невнимательный лаборант? 4) Какой объем соляной кислоты был использован? 5) Горькую воду из одного английского источника исследовал врач Н. Гру в 1618 году. Он выделил из нее соль, которую назвал английской. При осаждении ее раствора содой  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  был получен белый порошок. В 1808 г. Г. Дэви смешал этот увлажненный белый порошок с

окисью ртути и пропустил через смесь электрический ток. На катоде выделилась амальгама нового металла. При нагревании металл реагировал с серой, углеродом и азотом. Назовите все вещества, упомянутые в условии задачи.

**1.33. Задания для районной (городской) олимпиады школьников по химии  
в 2009-2010 учебном году  
11 класс**

**Задание 11.1.** Нециклическое органическое соединение **X** имеет формулу  $C_4H_{10}O$ . Укажите 7 структурных изомеров **X** и назовите их по систематической номенклатуре ИЮПАК.

- 1) Укажите какой (или какие) изомеры при взаимодействии с натрием образуют водород.
- 2) Укажите какой (или какие) изомеры образуют при окислении кетон, имеющий такое же число атомов углерода, как исходное соединение.
- 3) Укажите какой (или какие) изомеры при дегидратации образуют смесь двух алкенов. Выберите одно из соединений, названных вами при ответе на вопрос 1 и укажите, как его можно получить из какого-либо другого соединения, которое содержит четыре атома углерода.

**Задание 11.2.** Цинковая пластинка массой 8,0 г помещена в раствор сульфата меди (II). После окончания реакции промытая и высушенная пластинка имеет массу 7,94 г. Объясните наблюдаемые изменения массы пластинки. Определите массу сульфата меди (II), которая находилась в растворе до начала реакции. Для решения задачи используйте величины  $M(Cu) = 63,54$  г/моль и  $M(Zn) = 65,38$  г/моль.

- 1) Каким образом электрохимический ряд напряжения металлов характеризует химические свойства металлов?
- 2) Цинк и медь взаимодействуют как с концентрированной, так и с разбавленной азотной кислотой. Напишите возможные уравнения реакций. Расставьте коэффициенты методом электронного баланса. Приведите не менее 4 уравнений.
- 3) Какой из металлов (медь или цинк) будет в большей степени склонен к комплексообразованию? Ответ обоснуйте.

**Задание 11.3.** Некоторый углеводород **X** при действии избытка бромной воды образует тетрабромпроизводное, содержащее 75,8% брома по массе, а при кипячении с раствором перманганата калия в присутствии серной кислоты образует только одну одноосновную карбоновую кислоту. Установите молекулярную и структурную формулу углеводорода **X**. Напишите уравнения проведенных реакций.

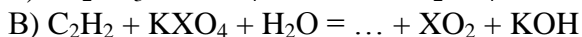
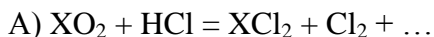
- 1) С помощью каких химических превращений можно получить вещество **X**?
- 2) Объясните, почему алкины обладают «кислотными свойствами»?
- 3) Как можно выделить алкины из смесей с другими углеводородами?
- 4) Напишите реакции для следующих химических превращений:  $C_2H_2 \rightarrow C_6H_6 \rightarrow C_6H_5-CH_3 \rightarrow C_6H_5-COOH$  (Укажите условия их протекания).

**Задание 11.4.** Через 100 мл 12,33%-ного раствора хлорида железа (II) (плотностью 1,03 г/мл) пропускали хлор до тех пор, пока концентрация хлорида железа (III) в растворе не стала равна концентрации хлорида железа (II). Определите объем поглощенного хлора (при н.у.).

- 1) Как качественно можно определить  $Fe^{2+}$  и  $Fe^{3+}$ ?
- 2) Напишите реакцию растворения хлорида меди (I) в концентрированном растворе аммиака. Назовите соединение.



3) Напишите полные уравнения химических реакций для следующих схем превращений, определите элемент X и расставьте коэффициенты методом электронного баланса:



**Задание 11.5. (Практическое задание)** В восьми пронумерованных пробирках находятся водные растворы  $\text{HCl}$ ,  $\text{NaOH}$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ,  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{BaCl}_2$ ,  $\text{AgNO}_3$ . Используя индикаторную бумагу и проводя любые реакции между растворами, находящимися в пробирках, установите, какое вещество содержится в каждом из них. Опишите кратко ход работы. Напишите соответствующие химические реакции.

**Реагенты:** 0,1 М раствор  $\text{HCl}$ ,  $\text{NaOH}$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ,  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{BaCl}_2$ ,  $\text{AgNO}_3$ , универсальная индикаторная бумага.

**Оборудование:** штатив с пробирками, пипетка, водяная баня.

### 1.34. Решения и рекомендации к заданиям для районной (городской) олимпиады школьников по химии в 2009-2010 учебном году

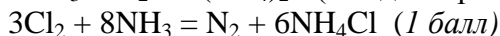
#### 9 класс

#### Решение 9.1. (9 баллов)

1) газы имеющие запах –  $\text{NH}_3$ ,  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{HCl}$  (возможны и другие варианты, например  $\text{O}_3$ ,  $\text{PH}_3$  и др.) (4 балла)

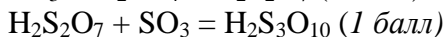
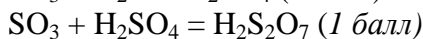
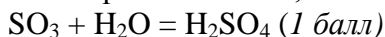
2)  $\text{NO}_2$ ,  $\text{Cl}_2$  (возможны и другие варианты, например  $\text{F}_2$  и др.) (2 балла)

3) Для предложенного выше перечня веществ возможны следующие варианты реакций:

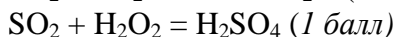
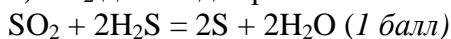


#### Решение 9.2. (9 баллов)

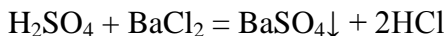
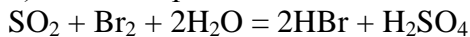
1) Вначале была получена 100%-ная серная кислота, затем дисерная, трисерная и другие полисерные кислоты, смесь которых – так называемый «олеум».



2)  $\text{SO}_2$  диоксид серы



3) В основе решения задачи лежат следующие уравнения химических реакций:



$V(\text{SO}_2) = 0,112 \text{ л}$  4 балла за решение задачи

#### Решение 9.3. (9 баллов)

1)  $\text{XOH}$  –  $\text{KOH}$  и  $\text{YOH}$  –  $\text{NaOH}$ , соответственно металлы калий и натрий и соль – хлорид натрия. (1 балл)

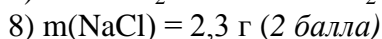
2)  $\text{KOH} \rightarrow$  электролиз расплава (1 балл)

3)  $\text{NaOH} \rightarrow$  электролиз расплава (1 балл)

4)  $4\text{Na} + \text{O}_2 = 2\text{Na}_2\text{O}$  (в очень небольшом количестве!), в основном идет реакция  $2\text{Na} + \text{O}_2 = \text{Na}_2\text{O}_2$  (1 балл)

5)  $2\text{K} + \text{O}_2 = \text{K}_2\text{O}_2$  (1 балл)

6)  $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{NaOH} + \text{H}_2$  (1 балл)



#### Решение 9.4. (9 баллов)

Для расчета берем 1 моль воды, что составляет 18 г по массе и 18 мл по объему. Значит бомба имеет объем 18 мл и содержит 18 г воды. При пропускании тока происходит электролиз:  $2H_2O \rightarrow 2H_2\uparrow + O_2\uparrow$ .

Следовательно, находим объем газов: 1 моль воды образует 1,5 моль газов, что составляет 33,6 л, или 33600 мл (н.у.).

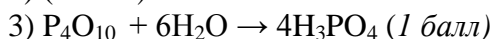
При  $T = \text{const}$   $P_1V_1 = P_2V_2$

18 мл/33600 мл = 1 атм/х атм, откуда  $x = 1,87 \cdot 10^3$  атм. (5 баллов)

	Универсальный индикатор	AgNO <sub>3</sub>	BaCl <sub>2</sub>	HCl	Взаимод. с металлами	CuCl <sub>2</sub>	По внешним признакам
HCl	Кисл.	↓	-	-	↑, газ H <sub>2</sub>	-	-
KCl	Нейтр.	↓	-	-	-	-	-
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Нейтр.	-	↓	-	-	-	-
NaOH	Щелочн.	↓	-	-	-	↓Cu(OH) <sub>2</sub>	-
HNO <sub>3</sub> разбав.	Кисл.	-	-	-	↑, газ NO (возможно NH <sub>3</sub> с активными Me)	-	-
Li <sub>2</sub> S	Щелочн.	↓	-	↑ газ с характер. запахом H <sub>2</sub> S	-	↓ характерн. осадок	-
K <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	Нейтр.	↓	↓	-	-	-	-
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	Щелочн.	-	↓	↑ газ, CO <sub>2</sub>	-	-	-
NH <sub>4</sub> OH NH <sub>3</sub> *H <sub>2</sub> O	Щелочн.	-	-	-	-	↓ Cu(OH) <sub>2</sub>	Характер. запах, газ - NH <sub>3</sub>

1) 2 балла за правильный ответ

2) (1 балл)



#### Решение 9-5. (9 баллов)

1) Предложенная задача не является сложной, так как обучающиеся могут в рамках мысленного эксперимента использовать все необходимые реактивы. Можно облегчить задачу определения веществ, узнав pH растворов.

### 1.35. Решения и рекомендации к заданиям для районной (городской) олимпиады школьников по химии в 2009-2010 учебном году 10 класс

#### Решение 10.1. (10 баллов)

Каждое правильно написанное уравнение химической реакции с указанием условий протекания оценивается в 1 балл.

#### Решение 10.2. (10 баллов)

Из расчетов по приведенным условиям видно, что  $n(C):n(H):n(O) = 0,45:0,9:0,15 = 3:6:1$   
C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>O – ацетон. **Решение задачи оценивается в 5 баллов.**

1) Ацетон можно получить в результате реакции окисления из пропанола-2. Возможны и другие варианты. (1 балл)

2) Пропаналь. (1 балл)

3) Этилен → этанол → этаналь → этановая кислота. Каждое правильно написанное уравнение химической реакции с указанием условий протекания оценивается в 1 балл.

**Решение 10.3. (10 баллов)**

$[CO_2] = 1,55$ ;  $[CO] = 2,45$ ;  $[H_2] = 2,55$ ;  $[H_2O] = 6,45$ . Решение задачи оценивается в 5 баллов.

1) Каждый пример по 1 баллу.

2) (1 балл)

3) (2 балла)

**Решение 10.4. (10 баллов)**

28,5 %  $O_2$ , 71,5%  $H_2$ ;  $p = 120$  кПа. Решение задачи оценивается в 5 баллов.

1) 29 (1 балл)

2)  $3Cl_2 + 6KOH = 5KCl + KClO_3 + 3H_2O$  (при нагревании) (1 балл)

3)  $2Li + 2H_2O = 2LiOH + H_2$  (1 балл)

4) (2 балла)

**Решение 10.5. (10 баллов)**

1) По условию количество вступившего в реакцию оксида магния 1 моль, а количество выпавшего в осадок в конце опыта хлорида серебра 0,00667 моль (0,957:143,5). Значит, на 1 моль магния в твердом веществе приходится 2/3 моль (0,667) атомов хлора. Белая твердая масса представляет собой гидратированный магнезиальный цемент, или «цемент Сореля», составом  $MgCl_2 \cdot 2MgO \cdot xH_2O$ . (2 балла) 2) Структура – полимерные цепочки оксихлорида магния

$Cl - Mg - O - Mg - O - Mg - Cl$  (1 балл) 3) Вместо мольного соотношения  $MgO:HCl = 1:2$  реагенты смешаны в соотношении 3 : 2. (1 балл) 4) На 1 моль магния пошло 2/3 моль  $HCl$ , или 24,33 г. Масса кислоты составит 64,03 г (24,33:0,38), а объем – 53,8 мл (64,03:1,19). (2 балла). 5) Магний. (4 балла)

**1.36. Решения и рекомендации к заданиям для районной (городской) олимпиады школьников по химии в 2009-2010 учебном году  
11 класс**

**Решение 11.1. (11 баллов)**

Изомерные спирты: бутанол-1 (**а**); 2-метилпропанол-1 (изобутиловый спирт) (**б**); 2-метилпропанол-2 (третбутиловый спирт) (**в**); бутанол-2 (вторбутиловый спирт) (**г**).

Изомерные простые эфиры: диэтиловый эфир (**д**); метилпропиловый эфир (**е**); этилизопропиловый эфир (**ж**). Каждый правильно указанный и названный изомер оценивается в 1 балл.

1) Изомеры **а-г** при взаимодействии с натрием образуют водород.

2) Изомер **г** образует кетон, имеющий такое же число атомов углерода, как исходное соединение.

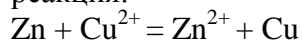
3) Изомер **г** при дегидратации образует смесь двух алкенов (бутен-2 и бутен-1). Причем в соответствии с правилом Зайцева бутен-2 должен преобладать.

4) Например, бутанол-1 можно получить из 1-хлорбутана при действии на него водным раствором щелочи. (Возможны и другие ответы).

Каждый правильный ответ на вопросы 1-4 оценивается в 1 балл.

**Решение 11.2. (11 баллов)**

Поскольку цинк расположен в ряду напряжений левее меди, то в системе протекает реакция:



Если бы в реакции участвовало по 1 молю веществ (Zn и  $\text{Cu}^{2+}$ ), то масса пластины уменьшилась бы на  $65,38 - 63,54 = 1,84$  (г). Но по условию задачи масса уменьшилась на 0,06 (г). Следовательно в реакции участвовало по 0,0326 моль обоих веществ. Тогда масса сульфата меди (II), которая находилась в растворе до начала реакции равна  $159,54 \cdot 0,0326 = 5,20$  (г). *Решение задачи оценивается в 4 балла.*

1) Ряд напряжений характеризует химические свойства металлов: а) восстановительная способность металла тем выше, чем более отрицательной величиной характеризуется его электродный потенциал (чем левее металл в ряду); б) каждый металл способен вытеснять из растворов солей те металлы, которые стоят в электрохимическом ряду напряжений металлов после него; в) все металлы, находящиеся в электрохимическом ряду напряжений металлов до водорода, способны вытеснять его из растворов солей. *Правильный и полный ответ оценивается в 1 балл.*

2) *Каждое правильно написанное уравнение реакции оценивается в 1 балл:*

3) К комплексообразованию будет больше склонна медь из-за особенностей строения атома (радиус, заполнение электронных оболочек, возбужденное состояние).

### Решение 11.3. (11 баллов)

$\text{C}_6\text{H}_5 - \text{C} \equiv \text{CH}$ . *Решение задачи на установление формулы X оценивается в 5 баллов*

1) С помощью реакции алкилирования Фриделя-Крафтса. (1 балл)

2) Особенностью алкинов, имеющих концевую тройную связь, является их способность отщеплять протон под действием сильных оснований, т.е. проявлять слабые кислотные свойства. Причиной поляризации является высокая электроотрицательность атома углерода в состоянии sp-гибридизации. (1 балл)

3) Используя реакции образования и разложения ацетиленидов, можно выделить алкины из смесей с другими углеводородами. (1 балл)

4) *Каждое правильно написанное уравнение реакции оценивается в 1 балл.*

### Решение 11.4. (11 баллов)

0,5 л  $\text{Cl}_2$  *Решение задачи оценивается в 5 баллов.*

1)  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  – гексацианоферрат (II) калия (желтая кровяная соль);  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  – гексацианоферрат (III) калия (красная кровяная соль) (2 балла)

2)  $\text{CuCl} + 2\text{NH}_3 = [\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$  (1 балл)

3) Элемент марганец. *Каждое правильно написанное уравнение реакции оценивается в 1 балл.*

### Решение 11.5. (11 баллов)

Возможен следующий логический ход решения задачи:

1) Исследуем кислотность растворов: а) кислая среда -  $\text{HCl}$ ,  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ,  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ; б) нейтральная среда  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{BaCl}_2$ ,  $\text{AgNO}_3$ ; в) щелочная среда -  $\text{NaOH}$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .

2) Попарное сливание каждого из растворов в) с а) и б) позволяет обнаружить по выделению газов следующие пары:  $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{HCl} = 2\text{NaCl} + \underline{\text{CO}_2\uparrow} + \text{H}_2\text{O}$ ;  $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{HCl} = \underline{\text{NH}_3\uparrow} + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$

3) Далее с помощью хлорид-ионов обнаруживают  $\text{AgNO}_3$  и  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ , а наличие  $\text{BaCl}_2$  устанавливается с помощью  $\text{AgNO}_3$  и  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ , а  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  определяется с помощью  $\text{BaCl}_2$ .

	HCl	NaOH	$\text{Na}_2\text{SO}_4$	$\text{Na}_2\text{CO}_3$	$\text{NH}_4\text{Cl}$	$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$	$\text{BaCl}_2$	$\text{AgNO}_3$
HCl	-	-	-	↑	-	↓ р-ся при t	-	↓
NaOH	-	-	-	-	↑	↓ р-ся в избытке	↓	↓
$\text{Na}_2\text{SO}_4$	-	-	-	-	-	↓ р-ся в NaOH	↓	↓

$\text{Na}_2\text{CO}_3$	-	-	-	-	-	↓ р-ся в NaOH	↓	↓
$\text{NH}_4\text{Cl}$	-	-	-	-	-	↓ р-ся при t	-	↓
$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$	↓ р-ся при t	↓ р-ся в избытке	↓ р-ся в NaOH	↓ р-ся в NaOH	↓ р-ся при t	-	↓	-
$\text{BaCl}_2$	-	↓	↓	↓	-		-	↓
$\text{AgNO}_3$	↓	↓	↓	↓	↓	-	↓	-

**1.37. Задания для районной (городской) олимпиады школьников по химии  
в 2010-2011 учебном году  
8 класс**

**Задание 8.1.** Небольшой кусочек свечи закрепили на конце изогнутой проволоки, вставленной в пробку. Таким образом горящую свечу опустили в колбу, которая с помощью пробки герметично была закрыта. Через некоторое время свеча погасла, но на стенках колбы можно было увидеть капли воды. Пробку открыли и в колбу быстро налили раствор известковой воды, затем закрыли пробку и встряхнули колбу. 1) Почему погасла свеча? 2) Откуда взялась вода на стенках пробирки? 3) Что произошло с известковой водой после того, как ее прилили в колбу? 4) Напишите уравнения химических реакций, о которых говорится в задаче.

**Задание 8.2.** Какие из предложенных высказываний верны о кислороде как о простом веществе, поясните ваш ответ уравнениями химических реакций, если это необходимо: 1) кислород входит в состав атмосферы Земли, 2) кислород реагирует с водородом со взрывом, 3) кислород входит в состав молекулы воды, 3) кислород взаимодействует с углеродом с образованием нескольких оксидов, 4) кислород – газ, без запаха, без цвета, с малой реакционной способностью, 5) кислород в лаборатории можно получить с помощью разложения некоторых простых веществ.

**Задание 8.3.** Выведите простейшую формулу минералов, зная массовые доли компонентов, входящие в их состав:

а) натрий – 37,9%, алюминий – 12,9%, фтор – 54,2%

б) меди – 34,63%, железа – 30,46%, серы – 34,91%

1) Подумайте, какое значение для человека могут представлять данные минералы.

2) Какой металл будет тяжелее – медь или железо?

3) Какой из приведенных выше металлов стал знаком человеку раньше всех: медь, железо или алюминий? Почему?

**Задание 8.4.** Алхимики считали, что существует только 7 металлов, причем с помощью «философского камня» любой «неблагородный» металл можно превратить в «благородный», *то есть в золото*.

1) Какие это семь металлов?

2) Почему алхимики не хотели верить в то, что число металлов может быть и больше?

3) Можно ли на самом деле «неблагородны» металлы превращать в «благородные»?

4) Чем же металлы отличаются от неметаллов?

5) Какой металл, на Ваш взгляд, является самым важным для человека? Почему?

**Задание 8.5. (Практическое задание)** Вам необходимо проанализировать правильность ряда суждений, которые касаются вопросов практической химии: а) по запаху можно распознать раствор питьевой соды, известковую воду, раствор аммиака; б) токсичными металлами при обычных условиях являются цинк, ртуть и олово; в) жесткость воды

обуславливают содержащиеся в ней ионы натрия, кальция и сульфид-ионы; г) углекислый газ в лаборатории можно получить, используя мрамор и соляную кислоту; д) горение в кислороде происходит с меньшей скоростью. Чем в атмосфере. Приведите возможные уравнения химических реакций, о которых упоминается в условии задачи.

**1.38. Задания для районной (городской) олимпиады школьников по химии  
в 2010-2011 учебном году  
9 класс**

**Задание 9.1.** Небольшой кусочек свечи закрепили на конце изогнутой проволоки, вставленной в пробку. Таким образом горящую свечу опустили в колбу, которая с помощью пробки герметично была закрыта. Через некоторое время свеча погасла, но на стенках колбы можно было увидеть капли воды. Пробку открыли и в колбу быстро налили раствор известковой воды, затем закрыли пробку и встряхнули колбу.

- 1) Откуда взялась вода на стенках пробирки?
- 2) Что произошло с известковой водой после того, как ее прилили в колбу?
- 3) Почему известковая вода так называется?
- 4) Сколько литров кислорода потребуется для того, чтобы полностью окислить 1,2 г углерода?
- 5) Напишите уравнения химических реакций, соответствующих цепочке превращений, определите вещество X:  $Fe \rightarrow X \rightarrow Fe(OH)_2 \rightarrow FeCl_2 \rightarrow FeCl_3$

**Задание 9.2.** Даны вещества: соляная кислота, оксид алюминия, гидроксид натрия, оксид углерода. Напишите 3 уравнения возможных реакций между этими веществами. Сколько килограммов алюминия можно получить из 300 кг оксида алюминия, если он содержит 20% примесей. Подумайте, почему алюминий называют «летающим» металлом? С помощью какого оборудования и каких реактивов можно доказать, что в трех пробирках находятся растворы соляной кислоты, гидроксида натрия и хлорида натрия. Как их распознать?

**Задание 9.3.** Сколько  $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$  необходимо добавить к 159,0 мл 10%-ного раствора хлорида кальция ( $\rho = 1,05$  г/мл), чтобы получить 1) раствор с массовым содержанием хлорида кальция 5%, 2) раствор с массовым содержанием хлорида натрия 5%, 3) раствор с массовым содержанием карбоната натрия 5%? Напишите химические формулы следующих веществ: мел, пирит, цинковая обманка, каменная соль.

**Задание 9.4.** Крупнейшие запасы этого минерала находятся в заливе Каспийского моря Кара-Богаз-Гол (об этом интересном месте рассказывается в повести К. Паустовского «Кара-Бугаз»).

- 1) Что это за минерал? Приведите два его исторических названия. Как появились эти названия?
- 2) Какая соль является основой этого минерала, как она называется по систематической номенклатуре? Напишите не менее 3-х реакций, с помощью которых можно получить это соединение.
- 3) Где и как применяется эта соль? Приведите примеры.

**Задание 9.5. (Практическое задание)** Для определения содержания  $P_2O_5$  в удобрении, представляющих собой смесь нитрата и кислых фосфатов аммония, 20,0 г удобрения растворили в 480,0 г воды, а затем из полученного раствора взяли пробу для анализа массой 10,0 г. После добавления к пробе аммиака до нейтральной реакции в нее добавили раствор ацетата кальция (соль уксусной кислоты), в результате чего образовалось 0,372 г осадка.

Вычислите массовую долю  $P_2O_5$  в удобрении. С помощью каких реактивов можно определить в растворе анионы:  $NO_3^-$ ,  $PO_4^{3-}$ ,  $CO_3^{2-}$ ?

**1.39. Задания для районной (городской) олимпиады школьников по химии  
в 2010-2011 учебном году  
10 класс**

**Задание 10.1.** Вычислите массу железа и массу воды, которые потребуются для получения 179,2 л (н.у.) водорода по методу Лавуазье. Рассчитайте массу железной окалины, которая образуется в ходе реакции.

1) С какими из приведенных веществ будет взаимодействовать железо, приведите уравнения химических реакций: сера, хлор, соляная кислота, конц. серная кислота, р-р сульфата меди, р-р хлорида магния. 2) Какова биологическая роль элемента железа? 3) С помощью каких реактивов можно определить нахождение в растворе ионов  $Fe^{2+}$  и  $Fe^{3+}$ ?

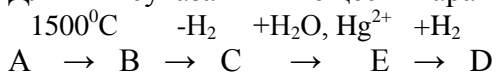
**Задание 10-2.** Образец органического соединения **X** массой 2,15 г сожгли в избытке кислорода. В результате реакции образуются оксид углерода (IV) объемом 3,36 л (н.у.) и вода массой 3,15 г. Плотность паров исходного вещества по водороду равна 43. 1) Определите формулу вещества **X**. 2) Напишите два изомера данного вещества. 3) К какому классу органических веществ относится данное вещество и какие реакции для него характерны? (напишите не менее 4-х уравнений). 4) Как можно осуществить следующие химические превращения:  $X \rightarrow$  пропен  $\rightarrow$  пропанол.

**Задание 10.3.** Немецкий химик Ян Каммерер работал учителем химии. В 1820 г. он показал своим ученикам рискованный опыт. Ученый смешал под водой воскообразное белое вещество (**X**), бесцветные кристаллы соли (**Y**), полученной впервые французским химиком Бертолле, и клей; потом погрузил в образовавшиеся тесто пучок осиновых палочек. Затем палочки были извлечены из смеси и высушены. Каммерер раздал палочки ученикам и попросил провести ими по поверхности стола. Палочки воспламенились, дети были в восторге: ведь они держали в руках первые ...

- 1) Какие вещества использовал Ян Каммерер, приведите формулы **X** и **Y**.
- 2) Что же впервые держали в руках немецкие школьники?
- 3) Почему происходило воспламенение? Приведите уравнения химических реакций.
- 4) Напишите уравнения химических реакций, с помощью которых можно провести превращения:  $X \rightarrow H_3XO_4 \rightarrow HXO_3 \rightarrow MeXO_3$
- 5) Определите объем 10%-ного раствора нитрата серебра ( $\rho = 1,12$  г/мл) который может полностью прореагировать с одним из продуктов разложения 20 г. соли **Y**? Все реакции проходят количественно.

**Задание 10.4.** Установите формулы органических веществ **A**, **B**, **C**, **D**, **E**, если известно, что: а) вещества **A**, **B**, **C** содержат только углерод и водород, а вещества **D**, **E** еще и кислород; б) вещество **A** не обесцвечивает бромную воду, но активно вступает в реакции радикального замещения при освещении; в) вещества **B** и **C** обесцвечивают раствор перманганата калия, для них характерны реакции присоединения; г) молекулы вещества **D** способны образовывать водородные связи, это обуславливает особенности физических свойств данного вещества; е) с веществом **A** мы сталкиваемся каждый день в быту, оно является важным сырьем для химической промышленности, в лабораторных условиях это вещество можно получить сплавлением твердого ацетата натрия и гидроксида натрия.

Для вышеуказанных веществ характерна следующая цепочка превращений:



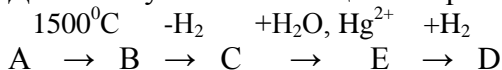
Укажите все вещества, назовите их по систематической номенклатуре и напишите уравнения вышеуказанных химических реакций. Сколько литров **В** можно получить из 10 л **А** по химической реакции, которая зашифрована в цепочке превращений?

**Задание 10.5. (Практическое задание)** Помогите лаборанту разрешить следующие вопросы: а) как различить в растворе ионы калия, натрия, фосфат-ионы и силикат-ионы? б) в трех пробирках без этикеток находятся этиловый спирт, глицерин и гексан – как распознать вещества на основе их физических и химических свойств?

**1.40. Задания для районной (городской) олимпиады школьников по химии  
в 2010-2011 учебном году  
11 класс**

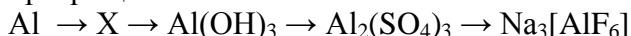
**Задание 11.1.** Установите формулы органических веществ **А, В, С, D, Е**, если известно, что: а) вещества **А, В, С** содержат только углерод и водород, а вещества **D, Е** еще и кислород; б) вещество **А** не обесцвечивает бромную воду, но активно вступает в реакции радикального замещения при освещении; в) вещества **В** и **С** обесцвечивают раствор перманганата калия, для них характерны реакции присоединения; г) молекулы вещества **D** способны образовывать водородные связи, это обуславливает особенности физических свойств данного вещества; е) с веществом **А** мы сталкиваемся каждый день в быту, оно является важным сырьем для химической промышленности, в лабораторных условиях это вещество можно получить сплавлением твердого ацетата натрия и гидроксида натрия.

Для вышеуказанных веществ характерна следующая цепочка превращений:

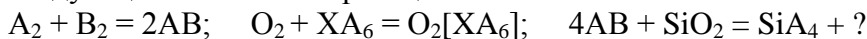


Укажите все вещества, назовите их по систематической номенклатуре и напишите уравнения вышеуказанных химических реакций. Сколько литров **В** можно получить из 10 л **А** по химической реакции, которая зашифрована в цепочке превращений?

**Задание 11.2.** К раствору, содержащему 64 г хлорида алюминия, прилили раствор, содержащий 66 г сульфида калия. Какой осадок образуется? Определите его массу. Напишите уравнения химических реакций, соответствующие следующей цепочке превращений:



**Задание 11.3.** Это простое вещество очень ядовито, но его соединения являются жизненно важными. Простое вещество было получено в 1886 году в результате электролиза одного сложного вещества. Ученый, который получил это простое вещество, был удостоен Нобелевской премии. Для простого соединения ( $A_2$ ) и его сложных соединений характерны следующие химические реакции:



1) Что это за простое вещества и кто его открыл? 2) В результате какой химической реакции можно получить это вещество? 3) Напишите уравнения химических реакций, зашифрованные схемы которых представлены в задаче. 4) Чем уникально простое вещество и соответственно элемент, который его образует? 5) Почему соединения этого элемента являются важными для живых организмов (в том числе и для человека)?

**Задание 11.4.** На нейтрализацию смеси, состоящий из бензола, фенола и анилина потребовалось 49,7 мл 17%-ной соляной кислоты ( $\rho = 1,08$  г/мл). При взаимодействии того же количества смеси с избытком бромной воды образовался осадок массой 99,1 г. Рассчитайте массовые доли веществ в исходной смеси.



**Задание 11.5. (Практическое задание)** В шести пронумерованных пробирках без этикеток находятся: пропиловый спирт, р-р глюкозы, пентаналь, глицерин, фенол и р-р уксусной кислоты. Как экспериментальным путем распознать указанные вещества. Какие из приведенных веществ можно определить по физическим свойствам?

**1.41. Решения и рекомендации к заданиям для районной (городской) олимпиады школьников по химии в 2010-2011 учебном году**  
**8 класс**

**Решение 8.1. (10 баллов)**

- 1) Был израсходован весь кислород в результате горения. (1 балл)
- 2) Так как свеча состоит из веществ, содержащих элементы углерод и водород, то в результате реакции горения выделяются  $H_2O$  и  $CO_2$  (1 балл)
- 3) Известковая вода помутнеет, так как произойдет реакция:  $CO_2 + Ca(OH)_2 = CaCO_3 + H_2O$  (1 балл)
- 4) Необходимо написать возможные уравнения горения, но они засчитываются только в том случае, если не содержат ошибок, в том числе коэффициенты расставлены правильно. Каждое правильное уравнение оценивается в 1 балл. (4 балла)
- 5) Каковы массовые доли кислорода в оксидах а) натрия, б) кальция, в) кремния? – Ответ можно округлить до целого числа: а) 26% б) 29% в) 53% По 1 баллу за каждый правильный ответ. (3 балла)

**Решение 8.2. (10 баллов)**

- 1) кислород входит в состав атмосферы Земли, – **Правильно.** (1 балл)
- 2) кислород реагирует с водородом со взрывом, – **Правильно.**  $O_2 + 2H_2 = 2H_2O$  (1 балл)
- 3) кислород входит в состав молекулы воды, – **Правильно.** (1 балл)
- 4) кислород взаимодействует с углеродом с образованием нескольких оксидов, – **Правильно.**  $CO$  и  $CO_2$  (1 балл)
- 5) кислород – газ, без запаха, без цвета, с малой реакционной способностью, – **Неправильно. Очень реакционноспособное вещество.** (1 балл)
- 6) кислород в лаборатории можно получить с помощью разложения некоторых простых веществ. **Неправильно. Только разложением сложных веществ.** Например  $2H_2O_2 = 2H_2O + O_2$  (1 балл)
- 7) Ребятам необходимо дать определение воздуха как смеси газов, привести ее процентный состав (2 балла). Перечислите 2-3 причины загрязнения воздуха в больших городах (транспорт, заводы) (1 балл) и перечислите 2-3 способа, предотвращающих загрязнение воздуха (фильтры на предприятиях, уменьшение числа автомобилей или очистка выхлопных газов и пр.) (1 балл)

**Решение 8.3. (10 баллов)**

- а) натрий – 37,9%, алюминий – 12,9%, фтор – 54,2% –  $Na_3[AlF_6]$  (3 балла)
- б) меди – 34,63%, железа – 30,46%, серы – 34,91% –  $FeCuS_2$  (3 балла)
- 1) Из данных материалов (и с их помощью) в промышленных масштабах получают такие важные для человека металлы, как медь, железо и алюминий. (1 балл) Можно указать и некоторые дополнительные области применения этих минералов. (1 балл)
- 2) Тяжелее медь, ответ обосновать на основе материала периодической системы химических элементов (1 балл)
- 3) Судя по тому, что бронзовый век был раньше железного, скорее всего это медь. Медь можно встретить в природе в виде самородков по причине ее малой химической активности. Возможно, наши предки были знакомы и с железом (но первоначально метеоритного происхождения). (1 балл)

#### Решение 8.4. (10 баллов)

- 1) Это серебро, золото, железо, медь, олово, свинец, ртуть. Если ребенок назвал 7 данных металлов, он зарабатывает 3 балла, если 5 – 2 балла, если 4 – 1 балл. (3 балла)
- 2) Так как, каждый металл соответствовал определенному небесному телу (солнцу, луне, планетам), и на тот период новые планеты еще не были открыты, то алхимики были убеждены в своей правоте. (1 балл)
- 3) С одной стороны, это было заблуждением алхимиков, так как в результате химических реакций, невозможно превратить атомы серы (или ртути) в атомы золота. (1 балла) Однако в результате ядерных реакций, которые появились в нашей жизни в начале XX века – это возможно. (1 балла)
- 4) Особенности строения атомов, природа соединений элементов (кислотные или основные оксиды образуют), физические свойства простых веществ. (2 балла)
- 5) Ребята предлагают любой свой вариант, только необходимо логично его обосновать. Если в ответе существуют «химические ошибки», то он не оценивается. (2 балла)

#### Решение 8.5. (10 баллов)

- а) По запаху можно распознать раствор питьевой соды, известковую воду, раствор аммиака – раствор питьевой соды и известковая вода без запаха (их по этому показателю не распознать), а вот раствор аммиака можно распознать по специфическому запаху. (2 балла)
- б) Токсичными металлами при обычных условиях являются цинк, ртуть и олово – при обычных условиях цинк и олово не являются токсичными металлами (мы используем в быту оцинкованные ведра, предметы из олова), а вот ртуть – очень опасный жидкий металл (даже небольшое его содержание в комнате в виде «паров» может вызвать тяжелейшее отравление). (2 балла)
- в) Смесь серы и железа можно разделить с помощью магнита – да, это возможно, так как железо может намагничиваться. (2 балла)
- г) Углекислый газ в лаборатории можно получить используя мрамор и соляную кислоту – да, химизм процесса следующий:  $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} = \text{CaCl}_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ . (2 балла)
- д) Горение в кислороде происходит с меньшей скоростью, чем в атмосфере – нет, в чистом кислороде горение идет намного интенсивнее. В воздухе содержание кислорода всего 21%. (2 балла)

### 1.42. Решения и рекомендации к заданиям для районной (городской) олимпиады школьников по химии в 2010-2011 учебном году 9 класс

#### Решение 9.1. (10 баллов)

- 1) Так как свеча состоит из веществ, содержащих элементы углерод и водород, то в результате реакции горения выделяются  $\text{H}_2\text{O}$  и  $\text{CO}_2$  (1 балл)
- 2) Известковая вода помутнеет, так как произойдет реакция:  $\text{CO}_2 + \text{Ca(OH)}_2 = \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$  (1 балл)
- 3) Известняками называли карбонаты. Продукт их обжига – известь ( $\text{CaO}$ ),  $\text{Ca(OH)}_2$  соответственно гашеная известь. (1 балл)
- 4) 2,24 л (2 балл)
- 5) Напишите уравнения химических реакций, соответствующих цепочке превращений, определите вещество X:  $\text{Fe} \rightarrow \text{X} \rightarrow \text{Fe(OH)}_2 \rightarrow \text{FeCl}_2 \rightarrow \text{FeCl}_3 \rightarrow \text{AgCl}$   
 $\text{Fe} + 2\text{HCl} = \text{FeCl}_2 + \text{H}_2$ ,  $\text{FeCl}_2$  – вещество X,  $\text{FeCl}_2 + 2\text{NaOH} = \text{Fe(OH)}_2 + 2\text{NaCl}$ ,  $\text{Fe(OH)}_2 + 2\text{HCl} = \text{FeCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $2\text{FeCl}_2 + \text{Cl}_2 = 2\text{FeCl}_3$ ,  $\text{FeCl}_3 + 3\text{AgNO}_3 = 3\text{AgCl} + \text{Fe(NO}_3)_3$  – возможны и другие уравнения реакций. Каждое правильное уравнение реакции оценивается в 1 балл. (5 балла)

**Решение 9.2. (10 баллов)**

1) Напишите 3 уравнения возможных реакций между этими веществами.

$\text{CO}_2 + \text{NaOH} = \text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{NaOH} + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 + 6\text{HCl} = 2\text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$  – возможны и другие уравнения химических реакций. Каждое правильное уравнение реакции оценивается в 1 балл. (3 балла)

2) Ответ: 127 кг (3 балла)

3) Алюминий достаточно легкий металл (по сравнению с железом, медью и пр.), из него делают очень легкие сплавы – это все позволяет его использовать в производстве летательных аппаратов. (1 балл)

4) С помощью индикатора (лакмуса, метилоранжа или фенолфталеина) можно распознать р-ры кислоты и щелочи. А, используя раствор нитрата серебра и пробу «на окрашивание пламени горелки», можно определить хлорид натрия. Ни в коем случае нельзя пробовать растворы на вкус! (3 балла)

**Решение 9.3. (10 баллов)**

Задача относится к так называемым задачам на «избыток-недостаток», однако ее отличие от классических задач заключается в неопределенности используемого количества одного из исходных компонентов реакции.

(1) Окончательная формула для расчета  $(0,15 - X) \cdot 111 \cdot 100 / (167 + 186 X) = 5$ , отсюда  $X = 0,069$  моль и масса  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  19,7 г (2 балла)

Для условия (2) можно записать  $2X \cdot 55,85 \cdot 100 / (167 + 186 X) = 5$ , отсюда  $X = 0,0815$  моль и масса  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  23,3 г (2 балла)

Для условия (3)  $(0,15 - X) \cdot 106 \cdot 100 / (152 + 286 X) = 5$ , отсюда  $X = 0,256$  моль и масса  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  73,3 г (2 балла)

4) Напишите химическую формулу следующих веществ: мел, пирит, цинковая обманка, каменная соль.  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{FeS}_2$ ,  $\text{ZnS}$ ,  $\text{NaCl}$  (он же галенит) (4 балла)

**Решение 9.4. (10 баллов)**

1) Это  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ . Глауберова соль или мирабилит. Эту соль И.Р. Глаубер обнаружил впервые в минеральных водах. Второе название – мирабилит (от лат. Sal mirabeli) означает «чудесный» и появилось оно благодаря красивой форме кристаллов соли. (3 балла)

2) Соль называется сульфат натрия. (1 балл)

А)  $2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$  (1 балл)

Б)  $\text{SO}_3 + \text{Na}_2\text{O} = \text{Na}_2\text{SO}_4$  (1 балл)

В)  $\text{CuSO}_4 + 2\text{NaOH} = \text{Cu}(\text{OH})_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4$  (1 балл) Возможны и другие уравнения реакций.

3) Глауберова соль применяется при производстве стекла, соды, некоторых лекарств. Можно перечислить и другие сферы применения. Их достаточно много. (3 балл)

**Решение 9-5. (10 баллов)**

Ответ: 2,48% (7 баллов)

По 1 баллу за каждую качественную реакцию на анион.

**1.43. Решения и рекомендации к заданиям для районной (городской) олимпиады школьников по химии в 2010-2011 учебном году**  
**10 класс**

**Решение 10.1. (10 баллов)**

В 1783 году Лавуазье аналитически доказал состав воды с помощью реакции  $3\text{Fe} + 4\text{H}_2\text{O} = \text{Fe}_3\text{O}_4 + 4\text{H}_2$ ,  $m(\text{Fe}) = 336$  г,  $m(\text{H}_2\text{O}) = 144$  г,  $m(\text{Fe}_3\text{O}_4) = 464$  г. (4 балла)

1) А)  $\text{Fe} + \text{S} = \text{FeS}$  (или  $\text{FeS}_2$ ), В)  $2\text{Fe} + 3\text{Cl}_2 = 2\text{FeCl}_3$ , С)  $\text{Fe} + 2\text{HCl} = \text{FeCl}_2 + \text{H}_2$ , D) Fe пассивируется концентрированным раствором серной кислоты, E)  $\text{Fe} + \text{CuSO}_4 = \text{FeSO}_4 + \text{Cu}$ , F) хлоридом магния не взаимодействует (каждый правильный ответ по 0,5 баллов – всего 3 балла)

2) Железо входит в состав гемоглобина. Важнейшая роль железосодержащих пигментов в снабжении нашего организма кислородом. Соединения железа являются катализаторами некоторых биологических процессов. (1 балл)

3) С помощью роданида натрия ( $\text{NaSCN}$ ) и комплексных соединений железа (желтая и красная кровяная соль –  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ,  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ). (2 балла)

### Решение 10.2. (10 баллов)

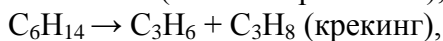
1) Согласно несложным расчетам неизвестным веществом является углеводород состава  $\text{C}_6\text{H}_{14}$  – гексан. (5 баллов)

2) 2-метилпентан; 2,2-деметилбутан. Возможны и другие варианты. Каждый правильный ответ оценивается по 0,5 балла. (1 балл)

3) Это представитель класса алканы. Характерны реакции замещения (хлорирование, нитрование, гидрогалогенирование), горения, изомеризации. Каждое правильно написанное уравнение реакции оценивается в 0,5 балла. (2 балла)

4)  $\text{X} \rightarrow$  пропен  $\rightarrow$  пропанол.

$\text{X}$  – гексан (согласно решению), соответственно



Каждый правильный ответ оценивается в 1 балл (2 балла)

### Решение 10.3. (10 баллов)

1) А) Электролиз нитрата меди:  $2\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{Cu} + 4\text{HNO}_3 + \text{O}_2$  Медь выделяется на катоде, кислород на аноде. (2 балла)

Б) После прекращения электролиза, осевшая на катоде медь растворяется в разбавленном растворе азотной кислоты:  $3\text{Cu} + 8\text{HNO}_3 = 3\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 4\text{H}_2\text{O} + 2\text{NO}$  (3 балла)

2) Для того, чтобы решить задачу, первоначально следует составить уравнение, обозначив количество меди, выделившегося на катоде в результате реакции (А) через  $x$ , масса меди соответственно  $64x$ . Далее, выразим количество меди, которое растворилось в разбавленном растворе азотной кислоты  $3 \cdot 2x/8 = 0,75x$ . Масса соответственно  $64 \cdot 0,75x$ . Значит масса меди на аноде после двух реакций равна  $1,28 = 64x - 64 \cdot 0,75x$ , откуда  $x = 0,13$  моль. Соответственно  $n(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = 0,26$  моль. Этот этап оценивается в 3 балла. Расчеты концентрации и массовых долей в 2 балла.

При расчетах считать, что все реакции протекают количественно, и электролиз прошел полностью.

### Решение 10.4. (10 баллов)

Приводим подробное решение задачи, так как могут возникнуть сложности при оценивании того или иного этапа.

1) При термическом разложении бинарного соединения может выделяться простое вещество. Т.о. газ, поддерживающий горение – кислород. Тогда **Б** –  $\text{MgO}$ , а **А** –  $\text{MgO}_2$ , так как для элементов II-а группы нехарактерно образование супероксидов, озонидов. Тогда названия препаратов: **1** – пероксид (перекись) магния, **2** – оксид (окись) магния. (2 балла)



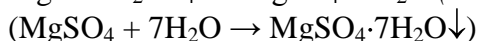
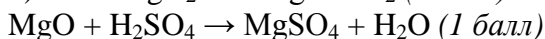
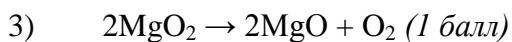
Потеря массы – удаление половины кислорода в составе  $\text{MgO}_2$ , пусть массовая доля  $\text{MgO}_2$  –  $x$ , тогда потеря массы (а):

$$a = \frac{x \cdot 16 \text{ г / моль}}{56 \text{ г / моль}} \quad x = \frac{0,0429 \cdot 56 \text{ г / моль}}{16 \text{ г / моль}} = 0,15 \text{ или } 15\%, \text{ тогда } \text{MgO} - 85\%.$$

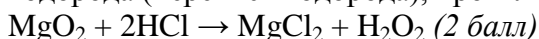
Сумма массовых долей в составе **В** равна 100%, значит можно найти соотношения элементов в его составе:

$$v(\text{Mg}) : v(\text{S}) : v(\text{O}) : v(\text{H}) = \frac{9,8}{12} : \frac{13,0}{32} : \frac{71,5}{16} : \frac{5,7}{1} \approx 1:1:11:14 \quad (3 \text{ балла})$$

Сера входит в состав соединения в форме сульфат-иона, остальной кислород соответствует кристаллизационной воде сульфата магния: **В** –  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ . (Семиводный сульфат магния или гептагидрат сульфата магния). (3 балла)



4) Препарат **1** содержит  $\text{MgO}_2$ , который в кислой среде желудка образует пероксид водорода (перекись водорода), проявляющую бактерицидную активность.



### Решение 10.5. (Практическая задача) (10 баллов)

Данная задача содержит несколько возможных решений. Если ребенок приводит правильный план эксперимента, то его ответ оценивается максимально. Представляем в табличном виде один из возможных вариантов решения задачи. Предложенный план содержит ряд допущений.

Вещества	Физические свойства	Индикатор лакмус	Добавляем щелочь (NaOH, KOH)	Кислота (р-р HCl)	BaCl <sub>2</sub>	Cu(OH) <sub>2</sub>	Br <sub>2</sub> Kat, t <sup>0</sup> C
					AgNO <sub>3</sub>	CuO	
Безводный сульфат меди (II)	Характерный цвет		Выпадает характерный осадок				
Аммиачная селитра			Выделяется газ с характерным запахом				
Глицерин	Вязкая жидкость, не замерзает при низких t <sup>0</sup> C					Ярко-синий раствор Комплекс с Cu(OH) <sub>2</sub>	
96%-ная серная кислота	Маслообразная жидкость желтоватого цвета (технич.)	Красный цвет раствора			Характерный осадок <b>BaSO<sub>4</sub></b>		
Поваренная соль Окрашивание пламени					Характерный осадок <b>AgCl</b>		
Карбонат кальция Окрашивание пламени				Выделяется газ («вспенивание» раствор)			
Едкое кали Окрашивание		Синий цвет раствора					

<b>пламени</b>							
<i>Бензол</i>	Бесцветная летучая жидкость с неприятным запахом						Тяжелая жидкость бром-бензол
<i>Этиловый спирт</i>	Характерный запах					Медная проволока, покрытая оксидом меди, при нагревании в спирте становится блестящей	
<i>Хлороформ</i>	Характерный запах						

Каждое правильное определение вещества оценивается в 1 балл. Всего 10 баллов.

#### 1.44. Решения и рекомендации к заданиям для районной (городской) олимпиады школьников по химии в 2010-2011 учебном году 11 класс

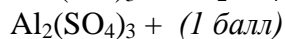
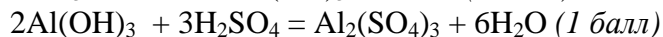
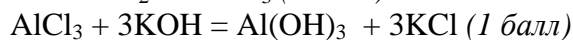
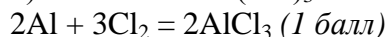
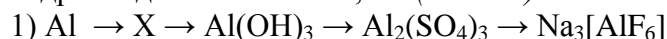
##### Решение 11.1. (10 баллов)

A – CH<sub>4</sub> (метан), B – C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> (этилен, этен) (в школьном курсе химии указано, что в результате данного процесса всегда выделяется ацетилен, однако одним из побочных продуктов может быть и этилен). По условию задачи, ребятам следует об этом догадаться. C – C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> (ацетилен, этин). E – CH<sub>3</sub>CHO (уксусный альдегид, этаналь). D – C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH (этиловый спирт, этанол) (5 баллов)

Каждое правильно написанное уравнение с указанием условий и правильной расстановкой коэффициентов оценивается в 1 балл (5 баллов)

##### Решение 11.2. (10 баллов)

При решении данного задания необходимо учесть, что образовавшаяся соль Al<sub>2</sub>S<sub>3</sub> подвергается полному гидролизу, в качестве осадка получается гидроксид алюминия – Al(OH)<sub>3</sub>, n(K<sub>2</sub>S) = 0,6 моль, соответственно n(Al(OH)<sub>3</sub>) = 0,4 моль, значит масса осадка гидроксида алюминия 31,2 г. (4 балла)

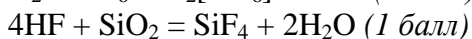
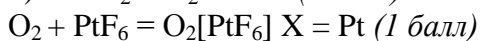
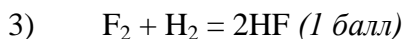


2) Квасцы — двойные соли, кристаллогидраты сульфатов трёх- и одновалентных металлов общей формулы M<sup>+</sup><sub>2</sub>SO<sub>4</sub>·M<sup>3+</sup><sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>·24H<sub>2</sub>O (другая запись M<sup>+</sup>M<sup>3+</sup>(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>·12H<sub>2</sub>O), где M<sup>+</sup> — один из щелочных металлов (литий, натрий, калий, рубидий или цезий), а M<sup>3+</sup> — один из трехвалентных металлов (обычно алюминий, хром или железо(III)). Ионы аммония (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) могут также выступать в роли M<sup>+</sup>, замещённые ионы аммония также могут входить в состав квасцов. (2 балла)

##### Решение 11.3. (10 баллов)

1) Это фтор. Анри Муассан получил фтор в 1886 году. (2 балла)

2) Фтор, как простое вещество, был впервые получен электролизом жидкого безводного фтористого водорода, содержащего примесь кислого фторида калия KHF<sub>2</sub> (1 балл)



4) Является одним из элементов с наиболее ярко выраженными неметаллическими (окислительными) свойствами. Простое вещество  $F_2$  – из всех простых веществ самый сильный восстановитель (сильнее кислорода). (2 балла)

5) Фтор в составе фторапатита входит в состав зубной эмали, которая обеспечивает твердость наших зубов. При недостатке фтора защитный слой фторапатита разрушается, и появляется кариес. При избытке фтора наблюдается повышенная хрупкость костей. (2 балла)

### Решение 11.4. (10 баллов)

Задача содержит недостаточное условие! Из приведенных веществ анилин взаимодействует с соляной кислотой.  $n(HCl) = 0,25$  моль,  $n(C_6H_5NH_2) = 0,25$  моль, соответственно  $m(C_6H_5NH_2) = 23,25$  г. (за уравнение реакции и решение – 2 балла). Фенол и анилин взаимодействуют с бромом с образованием осадков. Соответственно  $n(C_6H_2Br_3NH_2) = 0,25$  моль,  $m(C_6H_2Br_3NH_2) = 82,5$  г.  $m(C_6H_2Br_3OH) = 99,1 - 82,5 = 16,6$  г. Соответственно  $n(C_6H_2Br_3OH) = (C_6H_5OH) = 0,05$  моль.  $m(C_6H_5OH) = 4,75$  г. (за уравнения реакции и решения 2 балла). Так как масса смеси не дана, то соответственно массу бензола в смеси мы определить не можем, а следовательно и массовые доли всех веществ. Ребята должны указать на этот факт (за это 1 балл)

Оценивание всего решения (5 баллов)

1) Кислотность свойств усиливается в ряду спирт → фенол → тринитрофенол. В отличие от спирта и воды фенол реагирует не только со щелочными металлами, но и со щелочами с образованием солей фенолятов. Тринитрофенол (или пикриновая кислота) проявляет более сильные кислотные свойства по сравнению с фенолом за счет влияния нитро-групп на бензольное кольцо, соответственно и на гидроксильную группу. (3 балла)

2) Исходный спирт является первичным. Вторичные спирты окисляются в кетоны. Окисление третичных спиртов идет крайне трудно. (1 балл)

3) Заместители I рода направляют атакующие частицы (электрофильное замещение) в орто- и пара-положения. Примеры таких заместителей: -OH, -CH<sub>3</sub>, -OR. (1 балл)

### Решение 11.5. (10 баллов)

Данная задача содержит несколько возможных решений. Если ребенок приводит правильный план эксперимента, то его ответ оценивается максимально. Представляем в табличном виде один из возможных вариантов решения задачи. Предложенный план содержит ряд допущений.

Вещества	Физические свойства	CuO	Cu(OH) <sub>2</sub>	Индикатор (лакмус)	Аммиачный р-р серебра	FeCl <sub>3</sub>	Br <sub>2</sub> Кат, t <sup>0</sup> C
<b>Пропиловый спирт</b> При нагревании с карбоновой кислотой – характерный запах эфира (2 балла)	Характерный запах	Медная проволока, покрытая оксидом меди, при нагревании в спирте становится блестящей					
<b>Р-р глюкозы</b> (2 балла)			Ярко-синий раствор. Комплекс с		Реакция «серебряного		

			Cu(OH)		зеркала»		
<b>Пентаналь</b> (2 балла)			Cu <sub>2</sub> O красный осадок		Реакция «серебря- ного зеркала»		
<b>Глицерин</b> (1 балл)	Вязкая жидкость, не замерзает при низких t <sup>0</sup> C		Ярко-синий раствор. Комплекс с Cu(OH) <sub>2</sub>				
<b>Фенол</b> (2 балла)	Бесцветное кр. легкоплавкое в-во с характерным запахом					<b>Яркое окрашива ние с FeCl<sub>3</sub></b>	Белый осадок 2,4,6- трибромф енол
<b>Р-р уксусной кислоты</b> (1 балл)	Характерный запах			Красное окражива ние			

Авторами заданий районных (городских) олимпиад школьников по химии 2004-2011 гг являются преподаватели БелГУ, ГОУ ДПО БелРИПКППС, учителя высшей квалификационной категории Белгородской области.

Некоторые задания взяты из подборок заданий областных олимпиад с тем учетом, что задачи 9 класса предлагаются для школьников 10 класса и соответственно задачи 10 класса – для обучающихся 11 классов.

При составлении ряда заданий использовались следующие источники:

- Астафуров В.И. Основы химического анализа. Учеб. Пособие по факультат. курсу для учащихся 9-10 классов по химии сред. шк. – М.: Просвещение, 1986. – 159 с.
- Леенсон И.А. Химические реакции: тепловой эффект, равновесие, скорость. – М.: ООО «Издательство Астрель», ООО «Издательство АСТ», 2002.
- Химия 10-11 класс: Сборник задач с решениями и ответами/ В.В. Сорокин и др. - М.: ООО «Издательство Астрель», ООО «Издательство АСТ», 2001.
- Степин Б.Д. Занимательные задания и эффективные опыты по химии/ Б.Д. Степин, Л.А. Аликберова. – М.: Дрофа, 2002
- Задачи всероссийской олимпиады по химии/ Под общей ред. В.В. Лунина – М.: Издательство «Экзамен», 2003
- Литвинова Т.Н. Задачи по общей химии с медико-биологической направленностью. – Ростов на/Д: «Феникс», 2001.
- Химия. Контрольные измерительные материалы ЕГЭ в 2004-2008 г. М.: Центр тестирования Минобразования России, 2008.
- Габриелян О.С. Органическая химия: задачи и упражнения: пособие для учащихся общеобразоват. учреждений с углубл. Изучением химии – М.: Просвещение, 2006.
- Химия. Интересные уроки: Из зарубежного опыта преподавания/ Авт.-сост. В.Н. Головнев. – М.: Изд-во НЦ ЭНОС, 2001.
- Химия: Задачи с ответами и решениями. Учеб.-метод пособие (школьная олимпиада)/ П.А. Оржековский др. – М.: ООО «Издательство АСТ» : ООО «Издательство Астрель», 2004.
- Крицман В.А. Книга для чтения по неорганической химии. Ч. II. Учеб. пособие для учащихся 9 кл. /Сост. В.А. Крицман, доп. – М.: Просвещение, 1994.
- Лисичкин Г.В., Бетанели В.И. Химики изобретают: Кн. для учащихся. – М.: Просвещение, 1990.



- Неорганическая химия. Энциклопедия школьника. Гл. ред. И.П. Алимарин. М.: «Советская Энциклопедия», - 1975 г.
- Энциклопедия для детей. Том 17. Химия /Глав. ред. В.А. Володин. М.: Аванта + , 2001. – 640 с., ил.
- Олимпиады, конкурсы и вступительные экзамены по химии в Московском университете: 2009 / Под общей ред. проф. Н.Е. Кузьменко и проф. В.И. Теренина. – М.: Химический ф-т МГУ, 2009. – 105 с.
- Химия. Основные алгоритмы решения задач. Учебное пособие/ Под ред. академика Ю.Д. Третьякова. – М.: Издательский отдел УНЦ ДО ФИЗМАТЛИТ. 2003. – 272. (Серия «В помощь абитуриенту»).

#### **1.45. Анализ типичных ошибок, допускаемых школьниками на районных (городских) олимпиадах по химии**

Районные (городские) олимпиады по химии до недавнего времени проводились для школьников 9-11 классов. Начиная с 2010-2011 учебного года, стали предлагаться задания для учащихся 7-8 классов (7 класс – только школьный этап, 8 класс – школьный и районный этапы).

Олимпиадная работа для каждого класса включает 5 заданий, одно из которых является практическим, то есть предполагает проведение мысленного эксперимента (качественное определение катионов и анионов или представителей классов органических соединений, разделение смесей и идентификацию веществ по органолептическим показателям).

В олимпиадной работе предлагается три уровня заданий: а) базовый уровень, - на воспроизведение программного материала, б) повышенный уровень (применение имеющихся химических знаний в новых условиях), в) высокий (творческий) уровень, который требует от школьника нестандартного мышления, дополнительных знаний по химии, хорошей подготовки по математике, физике, биологии, так как некоторые задания носят комплексный, межпредметный характер.

При подготовки обучающихся к школьным и муниципальным этапам необходимо обращать внимание на следующие вопросы:

1. Приготовление растворов с заданной концентрацией ( $w$ ,  $c$ ). Кристаллогидраты и определение массы кристаллизационной воды.
2. Растворимость. Качественное определение ионов в растворе (мысленный эксперимент).
3. "Цепочки" превращений по неорганической химии (9 класс), органической химии (10 класс) и комбинированная цепочка (11 класс).
4. Расчеты по уравнениям химических реакций (с использованием понятий "выход продукта", "массовая доля примесей", "избыток и недостаток").
5. Задачи по физической химии (элементарные термохимические расчеты, скорость химической реакции, произведение растворимости (ПР), гидролиз и электролиз, буферные растворы и буферная емкость).
6. Задачи «на определение массы пластины».
7. Задачи «на смеси».
8. Задачи на определение молекулярной формулы органического соединения по продуктам сгорания (или по продуктам, которые образуются в результате его взаимодействия с другими веществами).

На протяжении последних пяти лет часто школьники не решают задачи правильно из-за несоблюдения размерности величин при расчетах, возникают проблемы при составлении и решении системы уравнений (9 классы), решении квадратных уравнений (10-11 классы), возведение в степень, извлечение корня или логарифмирование (11 классы).

Анализируя результаты районных олимпиад по химии за последние 8 лет, для обучающихся каждого класса можно выделить комплект наиболее проблемных тем и заданий, по которым необходимо осуществлять дополнительные тренинги при подготовке к олимпиаде.

*8 класс. Введение в химию. Неорганическая химия.*

1) Физические свойства простых и сложных веществ, которые изучаются в курсе «Химия. 8 класс». Различия между физическими и химическими явлениями.

2) Смеси, их классификация. Способы разделения смесей.

3) Строение атома. Типы кристаллических решеток и зависимость физических свойств от типов кристаллических решеток.

4) Расчеты по уравнениям химических реакций: определение массы вещества по количеству вещества и наоборот, определение выхода реакции от теоретического.

5) Определение формулы неорганического вещества по массовым долям химических элементов.

6) Номенклатура неорганических соединений (оксиды, соли, кислоты, основания). Тривиальные названия некоторых сложных веществ.

*9 класс. Общая и неорганическая химия.*

1) Классификация неорганических соединений. Номенклатура и получение солей (кислых, основных, смешанных, двойных). Кристаллогидраты. Квасцы – состав, получение, применение.

2) Свойства соединений VA, VIA, VIIA групп. Особенности взаимодействия концентрированных серной и азотной кислот с металлами и неметаллами. Оксиды азота. Разложение нитритов и нитратов. Окислительно-восстановительные свойства водородных соединений элементов. Свойства водородных соединений VA, VIA, VIIA групп.

3) d-элементы (железо, хром, марганец, медь) и их соединения. Качественные реакции на катионы металлов. Понятие о комплексных соединениях металлов.

4) Окислительно-восстановительные реакции (электролиз расплавов и растворов солей и оснований).

5) Способы получения металлов (металлотермия, гидротермия, электрохимический способ). Понятие об амфотерности на примере соединений алюминия и цинка.

6) Газовые законы.

7) Задачи на смеси.

8) Жесткость воды и способы ее устранения.

9) Химическая кинетика (принцип Ле-Шателье, вычисление равновесных и исходных концентраций веществ по известной константе равновесия).

*10-11 классы. Общая и неорганическая химия. Органическая химия.*

1) Свойства соединений VA, VIA, VIIA групп. Особенности взаимодействия концентрированных серной и азотной кислот с металлами и неметаллами. Оксиды азота. Оксиды хлора и брома. Разложение нитритов и нитратов. Окислительно-восстановительные свойства соединений элементов. Свойства водородных соединений VA, VIA, VIIA групп. Применение соединений VA, VIA, VIIA групп в деятельности человека.

2) d-элементы (железо, кобальт, никель, хром, марганец, медь, цинк, серебро, ртуть) и их соединения. Качественные реакции на катионы металлов. Понятие о комплексных соединениях металлов. Понятие об амфотерности на примере соединений алюминия и цинка.

3) Окислительно-восстановительные реакции (электролиз растворов солей и оснований). Окислительно-восстановительные свойства соединений марганца, хрома в зависимости от среды реакционной смеси.

4) Определение общей, временной и постоянной жесткости воды. Ее устранение.

5) Химическая кинетика. Скорость химической реакции. Химическое равновесие. Понятие об энергии активации.

6) Ионное произведение воды. рН и рОН растворов. Понятие о буферных системах и буферной емкости. Гидролиз. Произведение растворимости (ПР). Ионные равновесия в растворах электролитов. Молярность и моляльность раствора.

7) Основные представления о механизмах химических реакций в органической химии.

8) Химические свойства ароматических углеводородов. Ориентационные эффекты заместителей.

9) Получение и химические свойства азотсодержащих органических соединений. Понятие об амфотерности органических соединений.

10) Генетическая связь между отдельными классами неорганических соединений. Именные реакции в органической химии. Именные названия реактивов и механизмов химических реакций.

11) Газовые законы. Следствие из уравнения Клапейрона-Менделеева.

12) Методы решения задач на определение формулы органического вещества на основании данных о химических реакциях, протекающих с его участием

13) Задачи, в которых требуется получить численный ответ, но в задании нет практически никаких численных данных для расчетов.

*11 класс. Физическая и коллоидная химия. Аналитическая химия. Биохимия.*

1) Электрохимический процесс. Электролиз органических соединений. Закон Фарадея.

2) Определение рН и рОН растворов сильных и слабых кислот и оснований (а также солей). Ионные равновесия в растворах сильных и слабых электролитов.

3) Дисперсные системы. Коллоидные растворы и их особенности. Устойчивость коллоидных растворов.

4) Процесс комплексообразования с неорганическими и органическими лигандами. Устойчивость комплексов.

5) Моно-, ди- и полисахариды. Их физические и химические свойства, качественные реакции.

6) Белки. Качественные реакции. Определение состава белков. Незаменимые аминокислоты.

7) Основы биохимии. Биологически активные вещества (гормоны, ферменты, витамины). Синтез некоторых лекарственных препаратов.

8) Условия выполнения аналитической реакции. Маскирующие ионы. Аналитическая классификация катионов и анионов. Количественный анализ: титриметрический, колориметрический, хроматографический.

## Глава II.

### Задания, решения и комментарии областных олимпиад по химии

#### 2.1. Классификация заданий областной олимпиады школьников по химии

##### (с примерами)

*Всероссийская химическая олимпиада школьников (ВХО)* - творческий интеллектуальный форум, нацеленный на выявление и развитие у обучающихся общеобразовательных учреждений творческих способностей и интереса к научной деятельности, на создание необходимых условий для поддержки одаренных детей, нацеленный на пропаганду химических знаний.

*Задачи олимпиадного движения можно сформулировать следующим образом:*

1) развитие интереса к химии, 2) выявление одаренных учащихся, обладающих способностью к химическому творчеству, исследованию, 3) активизация различных форм внеклассной и внешкольной работы, 4) профориентация, 5) расширение кругозора участников олимпиадного движения.

*Отбор содержания олимпиадных заданий* всегда проводился в соответствии с рядом требований: 1) соответствие современному уровню развития химии, 2) наличие внутрипредметных и межпредметных связей, 3) возможность использования участниками олимпиады материала в научной деятельности, 4) творческий характер материала, высокий уровень сложности.

Содержание олимпиадных заданий основано на 5 разделах химии (это фундамент): общая и неорганическая химия, органическая химия, физическая химия, аналитическая химия, биохимия.

Анализируя задания всероссийской олимпиады школьников по химии за три года (областной, всероссийский этапы) можно отметить следующие наиболее сложные категории комплексных задач (эта классификация достаточно условна):

- Типичной «олимпиадной» задачей является задача, в которой требуется получить численный ответ, но, на первый взгляд в задании *нет практически никаких данных для расчетов.*

**Пример:** *После растворения смеси хлорида бария и сульфата натрия в воде, масса образовавшегося осадка оказалась в 3 раза меньше массы солей в фильтрате. Определите массовые доли солей в исходной смеси, если известно, что в фильтрате отсутствуют хлорид ионы.*

- Задача на *распознавание веществ*, находящихся в пронумерованных пробирках. Такого типа задачи имеются в комплекте Всероссийской олимпиады школьников по химии за любой год. Однако оригинальность предлагаемой задачи заключается в том, что для ее решения требуется мысленный эксперимент. В решениях таких задач обычно представлена таблица, иллюстрирующая возможность взаимодействия между веществами попарно, уравнения химических реакций и, иногда, отдельные комментарии. Для 3-4 этапов такое схематическое решение вполне достаточно. Однако на школьном и районном этапах, особенно для восьмиклассников, необходимо разобрать полный, подробный ход решения с логическими умозаключениями и выводами. Это полезно, как для педагога-наставника, так и для самостоятельной работы школьника.

**Пример:** *В четырех пронумерованных пробирках находятся растворы хлорида бария, карбоната натрия, сульфата калия и хлороводородная кислота. В вашем распоряжении имеется необходимое число пустых пробирок. Не пользуясь никакими другими реактивами, определите содержимое каждой из пробирок.*

• Трудности при решении задачи часто связаны с некими *стереотипами*, которые сложились у школьника в процессе изучения химии. Например, учащиеся привыкли, что при решении задач на газовые законы, в условии задач даны объемные проценты, а в задачах на нахождение молекулярной формулы – массовые. Однако автор задачи имеет полное право давать в любой задаче как объемные, так и массовые или мольные проценты.

**Пример:** Массовые доли азота и оксида углерода (II) в трехкомпонентной газовой смеси равны, соответственно, 10,00% и 15,00%. Объемная доля третьего компонента равна 72,41%. Определите неизвестный компонент газовой смеси и среднюю молярную массу смеси ( $M_{cp.}$ ).

• Возникают сложности при решении «задач на смеси», в особенности, если необходимо составить систему уравнений с двумя (тремя) неизвестными.

**Пример:** В результате полного восстановления 30,4 г смеси монооксида железа FeO и триоксида дижелеза Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> избытком CO было получено 11,2 л (н. у.) углекислого газа. Определите массовую долю монооксида железа в смеси.

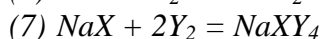
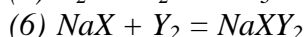
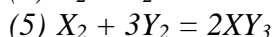
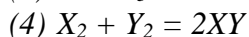
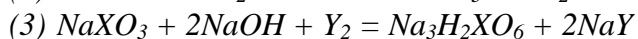
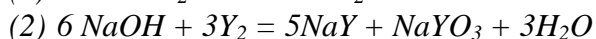
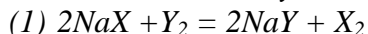
**Пример:** Смесь муравьиной и уксусной кислот была поделена на 2 равные части. Одна часть смеси при взаимодействии с магнием выделила 5,6 л водорода, а другая была сожжена. Продукты ее сгорания были пропущены в избыток раствора известковой воды. Масса выпавшего при этом осадка составила 80 г. Определите состав исходного раствора (в мольных долях) и его массу.

• Проблемы с заданиями, в которых зашифрован ряд неизвестных веществ и предлагаются некоторые их химические, физические свойства или содержание элементов (w %). Часто в заданиях такого типа приведены тривиальные названия веществ, что является дополнительной сложностью для школьников.

**Пример:** Газ X находит широкое применение в медицине, в том числе в качестве компонента смеси для анестезии. Газ Y применяется в медицине как наркоз. Оба газа образуют взрывчатые смеси с водородом (реакции 1а и 1б). Тлеющая лучинка вспыхивает при внесении в них. Отличить X от Y можно смешением равных объёмов анализируемых газов с оксидом азота (II). Смесь газа X с оксидом азота (II) окрашивается в оранжево-красный (бурый) цвет (реакция 2). Для медицинской практики важна чистота препарата. Для установления отсутствия примеси А газ X пропускают через водный раствор нитрата диамминсеребра. В случае наличия примеси А раствор чернеет (реакция 3). Про вещество А известно, что оно не имеет запаха и легче X. Для проверки наличия примеси В газ X пропускают через насыщенный раствор гидроксида бария (реакция 4). Смесь газов В и X не имеет запаха. Для количественного определения содержания X газ медленно пропускают через раствор, содержащий хлорид аммония и аммиак, туда же помещают взвешенный кусочек медной проволоки. В результате образуется ярко-синий раствор (реакция 5).

**Пример:**

Для элементов X, Y могут быть проведены следующие превращения:



1. Определите Элементы.

2. Напишите уравнения реакций 1 – 7.

3. Напишите уравнения реакции превращения в водном щелочном растворе.

• Задания по физической и коллоидной химии (кинетика, растворимость веществ (ПР), гидролиз и электролиз).

**Пример:** Аммиак – самый многотоннажный продукт химической промышленности, ежегодно его получают более 100 млн. тонн. Реакция синтеза обратима:  $N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$ . При 200 °С и давлении 1 атм константа равновесия, выраженная через мольные доли,  $K_x = 1$ , а при 400 °С и том же давлении  $K_x = 0,01$ .

1. Напишите выражение для константы равновесия  $K_x$ .

2. С выделением или поглощением теплоты происходит реакция синтеза аммиака? Объясните.

3. Сколько молей аммиака может образоваться при 200 °С из 1 моль  $N_2$  и 3 моль  $H_2$ ?

4. В равновесной смеси при некоторых условиях находится 0,65 моль  $N_2$ , 0,25 моль  $H_2$  и 0,1 моль  $NH_3$ . В какую сторону сместится равновесие при добавлении к этой смеси 0,25 моль азота? Объясните ваш ответ.

**Пример:** В опыте по определению теплоты сгорания этилацетилена был сожжен образец массой  $M$ . После полного сгорания повышение температуры в калориметре составило 2,810. В калибровочном опыте сожгли такой же по массе образец уксусной кислоты, при этом температуры повысилась на 1,600. теплота сгорания  $CH_3COOH_{ж}$  :  $Q_{ср} = 208,84$  ккал/моль.

1. Дайте определение теплоты сгорания.

2. Рассчитайте теплоту сгорания этилацетата. (При расчетах считать, что повышение температуры  $\Delta T$  прямо пропорционально зависит от количества выделившийся теплоты  $Q = K \cdot \Delta T$ ).

3. Напишите термохимическое уравнение сгорания  $CH_3COOH_{ж}$  и  $CH_3COOC_2H_5_{ж}$

4. В другом опыте сожгли образцы одинаковой массы  $M$  двух изомеров трихлорэтана.

Энтальпия образования изомера (1)  $\Delta H_0 = -138,5$  кДж/моль

Энтальпия образования изомера (2)  $\Delta H_0 = -141,84$  кДж/моль

В каком случае повышение температуры в калориметре будет больше: при сгорании изомера (1) или (2)? Ответ обоснуйте. Напишите уравнение реакции горения трихлорэтана. Считать, что при сгорании изомеров образуются одинаковые продукты.

4. Нарисуйте графические формулы и назовите изомеры трихлорэтана

• Задачи, носящие интегрированный характер в 10-11 классах (биология, экология, физики, медицина, техника, нанохимия).

**Пример:** Гемоглобин – основной белок дыхательного цикла, который переносит кислород от органов дыхания к тканям и углекислый газ от тканей к органам дыхания. Гемоглобин содержится в крови человека, позвоночных и некоторых беспозвоночных животных. Нарушения строения гемоглобина вызывают заболевания крови – анемии.

1. Молярную массу гемоглобина определяли с помощью измерения осмотического давления его раствора. Было установлено, что раствор 20 г гемоглобина в 1 л воды имеет осмотическое давление  $7,52 \cdot 10^{-3}$  атм при 25 °С. Рассчитайте молярную массу гемоглобина.

2. Для определения теплового эффекта реакции связывания кислорода с гемоглобином 100 мл водного раствора, содержащего 5,00 г дезоксигенированного гемоглобина, насыщали кислородом в теплоизолированном сосуде. После полного насыщения гемоглобина кислородом температура раствора изменилась на 0,031 °С. Повысилась или понизилась температура раствора? Объясните ваш ответ.

**Пример:**

Исторически сложилось, что многие кислоты, встречающиеся в живых организмах, и их соли полечили собственные тривиальные названия.

На рисунке приведены названия некоторых органических кислот и их солей.

Названия кислот I-IX и их солей представлены ниже в соответствующих столбцах:

Название кислоты		Название соли
Винная		Ацетат
Лимонная		Лактат
Молочная		Малат
Муравьиная		Оксалат
Пировиноградная		Пируват
Уксусная		Сукцинат
Щавелевая		Тартрат
Яблочная		Формнат
Янтарная		Цитрат

1. Выберите для каждой из представленных выше структур подходящее название кислоты

- 1) Напишите номера структур, которые могут обладать оптической активностью.
- 2) Определите число оптически активных изомеров для каждой из представленных вами структур в пункте 2. Ответ аргументируйте.

## 2.2. Задания III этапа Всероссийской олимпиады школьников по химии.

2010-2011 учебный год. Теоретический тур (9 класс)

### Задача 9-1

«Когда в густой крепкой купоросной водке, с которой четыре доли воды смешано, вливаю в узкогорлую склянку, положены будут железные опилки, тогда выходящий пар от свечного пламени загорается... Иногда случается, что загоревшийся пар склянку с великим треском разрывает» (М. В. Ломоносов, Полное собрание сочинений, – М.: 1953, т. 1, стр. 474).

Вопросы:

1. Определите массовую долю (%) растворённого вещества в разбавленной «купоросной водке», если исходная массовая доля в «крепкой купоросной водке» составляла 98 %, а доли воды при разбавлении были взяты по массе.
2. Напишите уравнения реакций железа с раствором «купоросной водки» и горения «выходящего пара».
3. Напишите 3 уравнения реакций, которые могут протекать при взаимодействии железных опилок с раствором «купоросной водки» в зависимости от ее концентрации.
4. Определите соотношение объёмов разбавленного раствора «купоросной водки» (плотность 1,2 г/см<sup>3</sup>) и «выходящего пара» при нормальных условиях, если принять протекание химических процессов количественными.

### Задача 9-2

Ниже представлена таблица, описывающая взаимодействие растворов бинарных солей калия и элементов  $X_1$ ,  $X_2$ ,  $X_3$  и  $X_4$ , расположенных в одной группе периодической таблицы, с растворами нитратов серебра, свинца и ртути.

	$AgNO_3$	$Pb(NO_3)_2$	$Hg(NO_3)_2$
$KX_1$	↓жёлтый осадок	↓жёлтый осадок	↓красно-оранжевый осадок
$KX_2$	↓белый осадок	↓белый осадок	изменений нет
$KX_3$	изменений нет	↓белый осадок	изменений нет
$KX_4$	↓светло-жёлтый осадок	↓светло-жёлтый осадок	↓белый осадок

Вопросы:

1. Определите соли элементов  $X_1$ ,  $X_2$ ,  $X_3$  и  $X_4$ .
2. Напишите уравнения взаимодействия бинарных солей элементов  $X_1$ ,  $X_2$ ,  $X_3$  и  $X_4$  с нитратами серебра, свинца и ртути. В уравнениях обязательно укажите вещество, выпадающее в осадок.
3. Напишите уравнения взаимодействия твёрдых бинарных солей калия элементов  $X_1$ ,  $X_2$ ,  $X_3$  и  $X_4$  с концентрированной серной кислотой.
4. При взаимодействии смеси сухих солей  $LiX_2$ ,  $NaX_2$  и  $KX_2$  массой 5,85 г с концентрированной серной кислотой образовалось 12,0 г гидросульфатов. Определите объём (при 30 °С и 130 кПа) газа, который может выделиться.

### Задача 9-3

Элемент  $X$  образует большое количество кислородсодержащих кислот. Примерами этих кислот являются неорганические кислоты 1–4, причём все они имеют разную основность. В состав молекул кислот 1–3 входит по три атома водорода, а число атомов кислорода в ряду кислот 1–3 увеличивается на единицу.

Ниже приведены данные о содержании водорода и элемента  $X$  в кислотах 3 и 4.

Кислота	Содержание элементов (% по массе)	
	H	X
3	3,09	31,6
4	2,27	34,8

Вопросы:



1. Назовите элемент **X**. Напишите уравнение реакции промышленного получения простого вещества, образованного элементом **X**.

2. О каких кислотах **1–4** идёт речь в условии задачи? Заполните таблицу:

Кислота	Формула кислоты		Название	Основность	Степень окисления <b>X</b> в кислоте
	молекулярная	графическая (структурная)			
<b>1</b>					
<b>2</b>					
<b>3</b>					
<b>4</b>					

3. Напишите уравнения химических реакций каждой из кислот **1–4** с раствором гидроксида натрия с образованием средних солей.

4. Кислоты **1** и **2** в окислительно-восстановительных реакциях выступают в роли восстановителей. Приведите уравнения химических реакций этих кислот с раствором перманганата калия, подкисленным серной кислотой.

5. Напишите уравнения реакций (с указанием условий их проведения), с помощью которых из простого вещества, образованного элементом **X**, можно получить кислоты **3** и **4**.

#### Задача 9-4

Газ **X** находит широкое применение в медицине, в том числе в качестве компонента смеси для анестезии. Газ **Y** применяется в медицине как наркоз. Оба газа образуют взрывчатые смеси с водородом (реакции 1а и 1б). Тлеющая лучинка вспыхивает при внесении в них. Отличить **X** от **Y** можно смешением равных объёмов анализируемых газов с оксидом азота (II). Смесь газа **X** с оксидом азота (II) окрашивается в оранжево-красный (бурый) цвет (реакция 2). Для медицинской практики важна чистота препарата. Для установления отсутствия примеси **A** газ **X** пропускают через водный раствор нитрата диаминсеребра. В случае наличия примеси **A** раствор чернеет (реакция 3). Про вещество **A** известно, что оно не имеет запаха и легче **X**. Для проверки наличия примеси **B** газ **X** пропускают через насыщенный раствор гидроксида бария (реакция 4). Смесь газов **B** и **X** не имеет запаха. Для *количественного* определения содержания **X** газ медленно пропускают через раствор, содержащий хлорид аммония и аммиак, туда же помещают взвешенный кусочек медной проволоки. В результате образуется ярко-синий раствор (реакция 5).

Вопросы.

1. Определите **X** и **Y**; ответ обоснуйте. Назовите эти вещества. Изобразите формулы, передающие их строение.
2. Какие примеси **A** и **B** должны отсутствовать в медицинском препарате? Назовите эти вещества. Охарактеризуйте окислительно-восстановительные свойства **A**. Напишите уравнения упомянутых в тексте реакций 1–5.
3. Напишите уравнения реакций **X** с белым фосфором и  $\text{PtF}_6$  (реакции 6, 7). Напишите уравнение реакции **Y** с белым фосфором и перманганатом калия в кислой среде (реакции 8, 9).
4. Напишите по одному способу получения препаратов **X** и **Y**. Какие примеси могут содержать препараты, полученные предложенным Вами способом?

### Задача 9-5

#### Кое-что о гемоглобине

Гемоглобин – основной белок дыхательного цикла, который переносит кислород от органов дыхания к тканям и углекислый газ от тканей к органам дыхания. Гемоглобин содержится в крови человека, позвоночных и некоторых беспозвоночных животных. Нарушения строения гемоглобина вызывают заболевания крови – анемии.

1. Молярную массу гемоглобина определяли с помощью измерения осмотического давления его раствора. Было установлено, что раствор 20 г гемоглобина в 1 л воды имеет осмотическое давление  $7,52 \cdot 10^{-3}$  атм при 25 °С. Рассчитайте молярную массу гемоглобина.
2. Для определения теплового эффекта реакции связывания кислорода с гемоглобином 100 мл водного раствора, содержащего 5,00 г дезоксигенированного гемоглобина, насыщали кислородом в теплоизолированном сосуде. После полного насыщения гемоглобина кислородом температура раствора изменилась на 0,031 °С. Повысилась или понизилась температура раствора? Объясните ваш ответ.
3. Рассчитайте тепловой эффект реакции на моль кислорода, учитывая, что 1 моль гемоглобина способен присоединить 4 моль кислорода. Теплоёмкость раствора  $C_p = 4,18 \text{ Дж} \cdot \text{К}^{-1} \cdot \text{мл}^{-1}$ .

**Для справки.** Осмотическое давление  $\pi$  раствора связано с его молярной концентрацией  $c$  уравнением:  $\pi = cRT$ .

### 2.3. Задания III этапа Всероссийской олимпиады школьников по химии.

#### 2010-2011 учебный год. Теоретический тур (10 класс)

##### Задача 10-1

Являющийся основой всего живого элемент углерод по распространённости в земной коре (0,087 масс. %) занимает 13 место среди элементов Периодической Системы. В природе углерод представлен двумя стабильными изотопами  $^{12}\text{C}$  и  $^{13}\text{C}$  и одним радиоактивным  $^{14}\text{C}$ , образующимся в верхних слоях атмосферы под действием нейтронов космического излучения на изотоп  $^{14}\text{N}$ . Радиоактивный изотоп  $^{14}\text{C}$  (его содержание  $10^{-12}$  % от общей массы углерода) является  $\beta$ -излучателем с периодом полураспада 5700 лет.

Углерод в форме простого вещества известен ещё с доисторических времён. Очень рано люди познакомились с такими его ископаемыми минералами, как исключительно твёрдый **A** и горючий **B**. С момента овладения огнём человечество узнало о тончайшем чёрном порошке **B** (до сих пор использующемся в качестве пигмента), а также об остающихся на кострище чёрных кусочках **Г**, которые, однако, сгорают при повторном разведении костра на том же месте.

Основная часть углерода находится на нашей планете Земля в окисленном виде, в частности, такие его минералы, как кальцит и доломит слагают целые горные хребты. Есть он и в атмосфере, примерно 0,046 масс % которой составляет углекислый газ. В атмосферном  $\text{CO}_2$ , масса которого оценивается в  $2,4 \cdot 10^{12}$  т, содержится 0,0027 масс. % от всего углерода на нашей планете.

Тем не менее, признание углерода как элемента состоялось лишь в XVIII веке после проведения целого ряда экспериментов, часть из которых мы представляем Вашему вниманию.

В 1752–1757 гг. шотландский учёный Джозеф Блэк обнаружил, что нагревание белой магнезии или действие на неё разбавленных кислот приводит к образованию газа, который он назвал «фиксируемый воздух», поскольку газ поглощался («фиксировался») известковой водой. Тогда же он показал, что тот же газ образуется при горении **Г** и при дыхании человека и животных.

Английский химик Смитсон Теннант в 1791 г первым получил свободный углерод химическим способом, пропуская пары фосфора над разогретым мелом, в результате чего образовалась смесь углерода с фосфатом кальция. Несколько позже (1796–1797 гг.), окисляя калиевой селитрой одинаковые количества **A**, **Г** и графита, Теннант установил, что они дают одинаковые количества продуктов и, следовательно, имеют одинаковую химическую природу.

Вопросы.

1. Для описанных в задаче форм углерода **A–Г** приведите их собственные названия, а для минералов кальцита и доломита напишите химические формулы, отражающие их состав.

2. Воспользовавшись приведёнными в задаче данными, оцените массу всего углерода на нашей планете, массу земной коры, а также массу земной атмосферы.
3. Исходя из значения атомной массы углерода и содержания  $^{14}\text{C}$ , оцените количество каждого из изотопов углерода в земной коре в штуках.
4. Напишите уравнения ядерных реакций образования изотопа  $^{14}\text{C}$  в атмосфере и его радиоактивного распада. Во сколько раз уменьшается содержание  $^{14}\text{C}$  в изолированном образце горной породы за 28500 лет?
5. Напишите уравнения реакций, проведённых Блэком и Теннантом. Предложите способ выделения углерода из его смеси с фосфатом кальция.

### Задача 10-2

Для приготовления пирофорного нанопорошка металла юный химик использовал твёрдую двухосновную кислоту **A**, содержащую 32 % углерода и бесцветный порошок **B** (содержит 4,5 % углерода), разлагающийся кислотой с выделением газа, имеющего плотность при н. у. 1,97 г/л. В результате реакции был получен раствор, из которого со временем выделились кристаллы вещества **C**. Они бесцветны, растворимы в воде, а их раствор даёт чёрный осадок под действием сероводорода и коричневый – под действием раствора гипохлорита натрия. Чёрный осадок при действии пероксида водорода становится белым. При нагревании вещества **B** до 400 °С в вакууме был получен нанопорошок металла **Г** с размером частиц 50 нм. На воздухе порошок самораскаляется, постепенно превращаясь в красно-коричневый порошок **D**, содержащий 7,17 % кислорода.

Вопросы.

1. Назовите неизвестные вещества **A** – **D** и запишите уравнения реакций.
2. Приведите два примера получения пирофорных порошков других металлов.

### Задача 10-3

Однажды химик Юра Б., разбирая в своей лаборатории старый заброшенный сейф, обнаружил в нём неподписанную банку с белым кристаллическим веществом (соль **X**), окрашивающим пламя в фиолетовый цвет.

«Что же там?» – подумал Юра.

И, взяв с соседней полки концентрированную серную кислоту, прилил её к навеске соли массой 7,35 г (реакция 1). При этом он наблюдал выделение бурого газа с удушающим запахом (газ **A**) с плотностью по водороду 33,75.

«Налью-ка я туда чего-нибудь другого», – решил Юра и добавил к аликвоте соли этой же массы концентрированную соляную кислоту (реакция 2). Каково было удивление химика, когда он обнаружил выделение жёлто-зелёного газа (газ **В**). Плотность газовой смеси по водороду составляла 35,5.

«Как опасно!», – воскликнул Юра и осторожно прибавил к навеске данной соли немного концентрированного раствора щавелевой кислоты (реакция 3). При этом он наблюдал бурное выделение из раствора смеси газов **А** и **С** (плотность смеси по водороду 29,83).

«Теперь мне всё ясно, надо её подальше убрать, а то мало ли что может случиться», – твёрдо сказал химик и спрятал банку с солью подальше в сейф.

Результаты опытов сведены в таблицу.

Реакция	Мольное соотношение газов			Плотность газовой смеси по водороду	Объём раствора КОН ( $\rho = 1,092$ г/мл, $\omega = 10\%$ ), пошедший на полное поглощение газовой смеси ( $t = 40^\circ\text{C}$ )
	<b>А</b>	<b>В</b>	<b>С</b>		
<b>1</b>	1	–	–	33,75	20,51 мл
<b>2</b>	–	1	–	35,50	184,62 мл
<b>3</b>	2	–	1	29,83	61,53 мл

Вопросы:

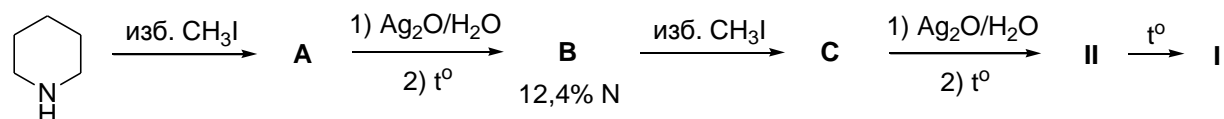
1. Расшифруйте формулы газов **А**, **В**, **С**. Ответ подтвердите расчётами.
2. Напишите уравнения реакций поглощения газов **А**, **В**, **С** раствором КОН.
3. Какую соль обнаружил Юра у себя в сейфе? Приведите необходимые расчёты.
4. Напишите уравнения реакций 1–3.
5. Напишите уравнения разложения соли **Х** при  $400^\circ\text{C}$  в присутствии катализатора ( $\text{MnO}_2$ ) и без него.
6. Объясните, чего опасался Юра? Где применяется соль **Х**? Дайте её тривиальное название.

### Задача 10-4

Смесь пентадиена-1,3 (**I**) и пентадиена-1,4 (**II**) полностью прореагировала с 9,6 л (45 °С, 110,2 кПа)  $H_2$  в присутствии Pt с выделением 46,7 кДж тепла. Такая же навеска смеси взаимодействует с 73,5 г 20 %-го раствора малеинового ангидрида в бензоле.

1. Напишите уравнения обсуждаемых реакций.
2. Установите состав смеси в мольных %.
3. Рассчитайте энергии гидрирования **I** и **II** (кДж/моль), если при гидрировании 0,2 моль эквимольной смеси выделяется 48,1 кДж тепла.
4. Определите, насколько изомер **I**, содержащий сопряжённую систему двойных связей, стабильнее, чем изомер **II** с изолированными двойными связями ( $\Delta E$ , кДж/моль).

Соединения **I** и **II** можно получить из пиперидина, используя превращения, показанные на приведённой ниже схеме. Именно таким путём Гофман впервые установил строение пиперидина.



5. Расшифруйте схему превращений. Напишите структурные формулы соединений **A–C**.

### Задача 10-5

#### Золотой минерал

Самый распространённый сульфидный минерал **X** из-за великолепного золотого блеска нередко путают с золотом (поэтому минерал ещё называют кошачьим золотом или золотом дурака). Минерал состоит из двух элементов, массовая доля серы составляет 53,3 %. При обжиге **X** масса твёрдого вещества уменьшается на треть, а масса газообразного продукта на 60 % больше массы твёрдого остатка.

1. Определите химическую формулу минерала. Как он называется? Какие другие названия минерала или его разновидностей вы знаете?
2. Какой объём воздуха (н. у.), содержащего 20 % кислорода по объёму, требуется для обжига одного моля **X**? Рассчитайте объём (н. у.) и состав образующейся газовой смеси (в объёмных процентах).
3. При обжиге одного моля **X** выделяется 828 кДж теплоты. Рассчитайте теплоту образования **X**, если теплоты образования газообразного и твёрдого продуктов его обжига равны 297 и 824 кДж/моль соответственно.

## 2.4. Задания III этапа Всероссийской олимпиады школьников по химии.

### 2010-2011 учебный год. Теоретический тур (11 класс)

#### Задача 11-1

Для приготовления пирофорного нанопорошка металла юный химик использовал твёрдую двухосновную кислоту **A**, содержащую 32 % углерода и бесцветный порошок **B** (содержит 4,5 % углерода), разлагающийся кислотой с выделением газа, имеющего плотность при н. у. 1,97 г/л. В результате реакции был получен раствор, из которого со временем выделились кристаллы вещества **C**. Они бесцветны, растворимы в воде, а их раствор даёт чёрный осадок под действием сероводорода и коричневый – под действием раствора гипохлорита натрия. Чёрный осадок при действии пероксида водорода становится белым. При нагревании вещества **B** до 400 °С в вакууме был получен нанопорошок металла **Г** с размером частиц 50 нм. На воздухе порошок самораскаляется, постепенно превращаясь в красно-коричневый порошок **D**, содержащий 7,17 % кислорода.

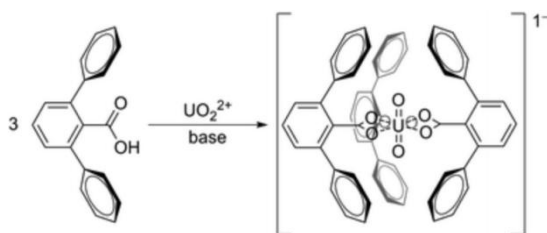
Вопросы.

1. Назовите неизвестные вещества и запишите уравнения реакций.
2. Приведите два примера получения пирофорных порошков других металлов.

#### Задача 11-2

В водах мирового океана содержится 4,5 миллиарда тонн урана в виде уранил-иона  $\text{UO}_2^{2+}$ . Это примерно в 820 раз больше, чем можно извлечь из всех известных месторождений урановой руды, из которой этот металл сегодня добывается для использования в ядерных реакторах. Однако в виду низкой концентрации и специфической формы уранил-иона, его экономически выгодное извлечение из морской воды известными химическими методами до недавнего времени считалось практически невозможным.

В 2010 году американские учёные предложили использовать для этого 2,6-терфенилкарбоксилат ион, который селективно координирует уранил-ион, образуя устойчивый, малорастворимый в воде комплекс. Объёмные фенильные группы закрывают уранил-ион в виде капсулы, таким образом, вытесняя воду из внутренней сферы и усиливая прочность комплекса:



## Схема реакции

Полученный комплекс можно экстрагировать из водного раствора хлороформом. Эксперименты показали, что при достижении фазового равновесия концентрация комплекса в органической фазе в 40 раз выше, чем в водной.

При обработке органического экстракта разбавленным раствором азотной кислоты комплекс разрушается, и уранил-ион переходит в водную фазу. После добавления основания к полученному раствору (для нейтрализации избытка азотной кислоты и создания слабощелочной среды) его можно снова экстрагировать. Повторяя эту серию процедур несколько раз, можно добиться значительного концентрирования урана в воде.

Вопросы.

1. Из каких двух основных изотопов состоит природный уран? Какой из них участвует в ядерной реакции на ядерных электростанциях? Что такое обогащённый уран?
2. Напишите сокращённые ионные уравнения реакций образования комплекса и его разрушения раствором азотной кислоты. Для каждого продукта и участника реакции укажите фазу, в которой он находится («о» для органической фазы, «в» – для водной). 2,6-терфенилкарбоновую кислоту и соответствующий ей лиганд можно обозначить  $\text{RCOOH}$  и  $\text{RCOO}^-$  соответственно. Считайте, что в качестве основания использовался аммиак.
3. Рассчитайте молярную концентрацию уранил-иона в морской воде, учитывая, что объём вод мирового океана составляет 1,3 млрд. кубических километров. Сколько раз необходимо повторить цикл концентрирования исходной морской воды, чтобы достичь концентрации уранил-иона не менее 0,5 моль/л? При решении используйте следующие данные: (1) при экстракции урана из водной фазы объём органической фазы в 10 раз меньше объёма морской воды; (2) при обратной экстракции урана в водную фазу объём раствора азотной кислоты в 10 раз меньше объёма органической фазы; (3) нейтрализация избытка разбавленной азотной кислоты и создание щелочной среды достигаются пропуском газообразного аммиака через раствор, при этом увеличением объёма раствора можно пренебречь.
4. Потребление урана в мире составляет около 65 тыс. тонн в год. Через сколько лет следует ожидать истощения месторождений урановой руды? Предполагая, что после этого уран будет добываться из океана, и что скорость потребления останется неизменной, оцените количество воды, которое нужно будет перерабатывать в мире ежедневно, чтобы удовлетворить потребность в уране.

## Задача 11-3



Вещество **X** представляет собой бесцветные игольчатые кристаллы с резким запахом, постепенно розовеющие на воздухе. Оно умеренно растворимо в воде (6,5 г на 100 г воды), гораздо лучше в растворах щелочей. **X** растворим также в этаноле, хлороформе, бензоле. Водный раствор **X** используется как антисептическое средство, для дезинфекции предметов домашнего и больничного обихода.

Вещество **X** может быть получено из бензолсульфоновой кислоты (бензолсульфоукислоты) сплавлением её натриевой соли с твёрдой щёлочью с последующей обработкой продукта реакции кислотой (реакции 1 и 2). Вещество **X** даёт характерную сине-фиолетовую окраску с солями железа (III), например с  $\text{FeCl}_3$  (реакция 3).

В фармацевтическом анализе для установления подлинности препарата используют реакцию 1 % водного раствора **X** с бромной водой, приводящую к образованию белого осадка вещества **A** (реакция 4). При избытке брома реакция протекает с образованием жёлтого осадка вещества **B**, содержащего 78 % брома (реакция 5). Вещество **B** не даёт характерной окраски с хлоридом железа (III) и является мягким бродирующим агентом.

В фармацевтическом анализе получила распространение другая методика: 0,5 г **X** растворяют в 2 мл  $\text{NH}_3$  ( $C = 13,5 \text{ M}$ ), доводят до метки до 100 мл. К аликвоте 2 мл добавляют 0,05 мл  $\text{NaClO}$  ( $\omega(\text{Cl}) = 0,03$ ) и оставляют раствор при комнатной температуре. Постепенно появляется тёмно-синее окрашивание (вещество **Y**).

1. Установите и назовите вещество **X**.

2. Напишите уравнения реакций 1 – 5.

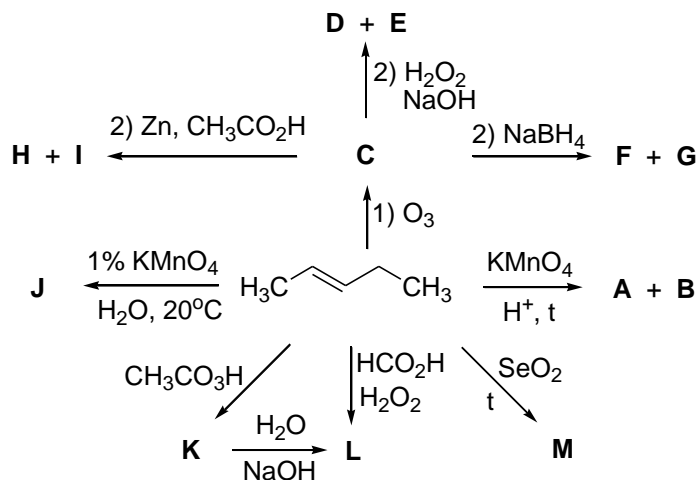
3. Напишите уравнения реакций получения **Y** из **X**, если в качестве промежуточных веществ последовательно образуются **C** и **D**. Содержание кислорода в **C**, **D**, **Y** составляет 30,2 %, 14,9 % и 16,1 % соответственно. Ответ подтвердите расчётами. Учтите, что в соединении **C** имеется лишь два типа атомов углерода.

4. Кроме указанного выше метода известно ещё по крайней мере 4 способа получения **X**. Укажите один из них. Напишите соответствующее уравнение (или уравнения) реакции.

#### Задача 11-4

Как известно, основным направлением потребления углеводов до сих пор является их сжигание. Однако известны и разнообразные примеры частичного окисления углеводов, приводящего к тем или иным ценным продуктам. При этом в зависимости от используемого окислителя и условий проведения реакции один и тот же углеводород можно превратить в разные соединения. На приведённой схеме показаны наиболее часто используемые методы окисления алкенов на примере (*E*)-пентена-2. Учтите, что соединение **M** содержит 69.8 %

углерода, при действии  $\text{MnO}_2$  оно превращается в продукт **N**, дающий реакцию серебряного зеркала с образованием соли **O**; соединения **J** и **L** являются диастереомерами (оптическими изомерами, не являющимися зеркальным отображением друг друга), а соединения **K** и **M** – изомеры, имеющие разные функциональные группы.



1. Напишите структурные формулы соединений **A–O**.
2. Напишите уравнение реакции (*E*)-пентена-2 с перманганатом калия в растворе серной кислоты.
3. Соединения **D**, **F** и **H** легко превращаются в **A**, а **E**, **G** и **I** в **B**. На примере одного из продуктов реакции (**A** или **B**, на ваш выбор) напишите, с помощью каких реагентов можно осуществить эти превращения (один пример для каждого превращения).

### Задача 11-5

#### Нарушается ли принцип Ле Шателье?

Аммиак – самый многотоннажный продукт химической промышленности, ежегодно его получают более 100 млн. тонн. Реакция синтеза обратима:  $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$ . При  $200^\circ\text{C}$  и давлении 1 атм константа равновесия, выраженная через мольные доли,  $K_x = 1$ , а при  $400^\circ\text{C}$  и том же давлении  $K_x = 0,01$ .

1. Напишите выражение для константы равновесия  $K_x$ .
2. С выделением или поглощением теплоты происходит реакция синтеза аммиака? Объясните.
3. Сколько молей аммиака может образоваться при  $200^\circ\text{C}$  из 1 моль  $\text{N}_2$  и 3 моль  $\text{H}_2$ ?
4. В равновесной смеси при некоторых условиях находится 0,65 моль  $\text{N}_2$ , 0,25 моль  $\text{H}_2$  и 0,1 моль  $\text{NH}_3$ . В какую сторону сместится равновесие при добавлении к этой смеси 0,25 моль азота? Объясните ваш ответ.

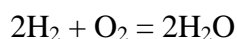
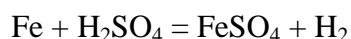
## 2.5. Решения III этапа Всероссийской олимпиады школьников по химии.

### 2010-2011 учебный год. Теоретический тур (9 класс)

#### Задача 9-1 (автор – Жиров А. И.)

1. Пусть было 100 г концентрированного раствора. (Содержание «купоросной водки» – серной кислоты – 98 г) Тогда масса добавленной воды составит 400 г. Общая масса раствора – 500 г. Массовая доля серной кислоты составит  $98 : 5 = 19,6$  (%).

2. При взаимодействии железа с разбавленной серной кислотой образуется сульфат железа (II) и водород:



3. При более высокой концентрации кислоты наряду с водородом могут выделяться сероводород и сера:



Концентрированная серная кислота образует оксид серы (IV) и сульфат железа (III):



4. Литр разбавленного раствора серной кислоты имеет массу 1200 г и содержит  $0,196 \cdot 1200 = 235,2$  г серной кислоты, что составляет 2,4 моль кислоты. Тогда при полном взаимодействии кислоты с железом выделяется 2,4 моль водорода или  $2,4 \cdot 22,4 = 53,76$  (л). Объем выделяющегося водорода в 53,76 раз больше объема разбавленной серной кислоты (или объем кислоты в 53,76 раз меньше объема водорода).

#### Система оценивания

1. Расчёт концентрации –	5 баллов
2. Реакция с железом –	2 балла
3. Горение водорода –	1 балл
4. Три реакции по 2 балла –	6 баллов
5. Соотношение объёмов –	6 баллов
ИТОГО:	20 баллов

### Задача 9-2 (автор – Антонов А. А.)

1. Нитрат свинца и нитрат серебра являются качественными реагентами на галогены. При этом фторид серебра является растворимым. Значит, зашифрованные элементы являются галогенами. Фторид серебра, как указано выше, является растворимым, значит  $KX_3 - KF$ . Белый осадок при взаимодействии с нитратом серебра образуют хлориды, значит  $KX_2 - KCl$ . Самыми интенсивно окрашенными являются йодиды серебра и свинца, тогда  $KX_1 - KI$ , а  $KX_4 - KBr$ .

$KX_1 - KI$ ,  $KX_2 - KCl$ ,  $KX_3 - KF$ ,  $KX_4 - KBr$ .

2.

	$AgNO_3$	$Pb(NO_3)_2$	$Hg(NO_3)_2$
KI	$AgNO_3 + KI \rightarrow$ $\rightarrow AgI\downarrow + KNO_3$	$Pb(NO_3)_2 + 2KI \rightarrow$ $\rightarrow PbI_2\downarrow + 2KNO_3$	$Hg(NO_3)_2 + 2KI \rightarrow$ $\rightarrow HgI_2\downarrow + 2KNO_3$
KCl	$AgNO_3 + KCl \rightarrow$ $\rightarrow AgCl\downarrow + KNO_3$	$Pb(NO_3)_2 + 2KCl \rightarrow$ $\rightarrow PbCl_2\downarrow + 2KNO_3$	—
KF	—	$Pb(NO_3)_2 + 2KF \rightarrow$ $\rightarrow PbF_2\downarrow + 2KNO_3$	—
KBr	$AgNO_3 + KBr \rightarrow$ $\rightarrow AgBr\downarrow + KNO_3$	$Pb(NO_3)_2 + 2KBr \rightarrow$ $\rightarrow PbBr_2\downarrow + 2KNO_3$	$Hg(NO_3)_2 + 2KBr \rightarrow$ $\rightarrow HgBr_2\downarrow + 2KNO_3$

3.  $KX_1$ :  $2KI + 3H_2SO_4 \rightarrow 2KHSO_4 + I_2 + SO_2 + 2H_2O$  или  
 $6KI + 7H_2SO_4 \rightarrow 6KHSO_4 + 3I_2 + S + 4H_2O$  или  
 $8KI + 9H_2SO_4 \rightarrow 8KHSO_4 + 4I_2 + H_2S + 4H_2O$

$KX_2$ :  $KCl + H_2SO_4 \rightarrow KHSO_4 + HCl\uparrow$

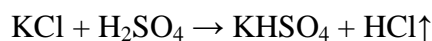
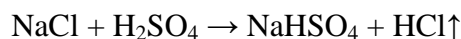
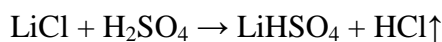
$KX_3$ :  $KF + H_2SO_4 \rightarrow KHSO_4 + HF$

$KX_4$ :  $KBr + H_2SO_4 \rightarrow KHSO_4 + HBr\uparrow$  или

$2KBr + 3H_2SO_4 \rightarrow 2KHSO_4 + Br_2 + SO_2 + 2H_2O$

Во всех случаях будет образовываться кислая соль, так как используется концентрированная серная кислота, т. е. имеется значительный избыток кислоты.

4. Запишем уравнения всех реакций:



Пусть во взаимодействия вступило  $x$  моль серной кислоты, тогда в результате выделилось  $x$  моль хлороводорода. Масса реакционной смеси до взаимодействия  $5,85 + 98x$ , а после взаимодействия  $12 + 36,5x$ . По закону сохранения массы

$$5,85 + 98x = 12 + 36,5x,$$

откуда  $x = 0,1$  моль. Значит  $V = \nu RT/p = 0,1 \cdot 8,31 \cdot 303 : 130 = 1,94$  л

**Система оценивания:**

1. По 1 баллу за верное определение каждого вещества (элемента) 4 балла. Примечание для проверяющих: если угадана группа (т. е. что зашифрованы галогены), но в неправильном порядке, то не более 1 балла за данный пункт.

2. 9 уравнений по 1 баллу. 9 баллов.

3. 4 уравнения по 1 баллу. 4 балла

Примечание для проверяющих: в реакции с бромом и йодом засчитывать любую одну реакцию. Если вместо гидросульфатов указаны сульфаты, то 0,5 балла за реакцию.

4. По 0,5 балла за уравнения с хлоридами лития и натрия. За расчёт числа молей 1,5 балла. За расчёт объёма 0,5 баллов. всего 3 балла.

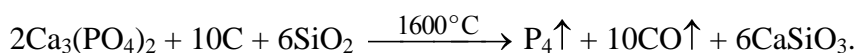
ИТОГО: 20 баллов

**Задача 9-3 (авторы – Архангельская О. В., Ильин М. А.)**

1 – 2. Заметим, что сумма содержания указанных элементов в кислотах 3 и 4 отлична от 100 %. Поскольку перечисленные кислоты являются кислородсодержащими, следовательно, помимо водорода и элемента X в их состав входит кислород. Для кислоты 3 соотношение  $H : O = 3,09/1,01 : 65,3/16,0 = 3,06 : 4,08 = 3 : 4$ , т. е. её формула –  $H_3XO_4$ . Руководствуясь данными о содержании элемента X в кислоте 3, найдём его атомную массу:

$$\omega(X) = \frac{A_r(X)}{67,0 + A_r(X)} = 0,316 \Rightarrow A_r(X) = 30,99, \text{ т. е. элемент X – фосфор. Кислота 3 – } H_3PO_4.$$

В промышленности фосфор получают при нагревании смеси фосфорита, песка и угля:



Установим молекулярные формулы остальных кислот. Для кислоты 4:

$$H : P : O = \frac{2,27}{1,01} : \frac{34,8}{31,0} : \frac{62,93}{16,0} = 2,25 : 1,12 : 3,93 = 2 : 1 : 3,5 = 4 : 2 : 7, \text{ т. е. } H_4P_2O_7.$$

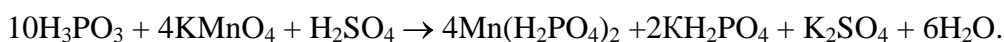
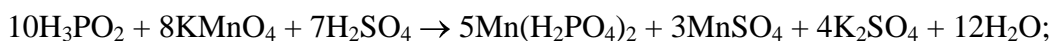
Поскольку в состав молекул кислот 1–3 входит по три атома водорода, а число атомов кислорода в ряду кислот 1–3 увеличивается на единицу, кислота 1 имеет молекулярную формулу  $H_3PO_2$ , а кислота 2 –  $H_3PO_3$ . Теперь мы можем заполнить пропуски в таблице:

Кислота	Формула кислоты		Название	Основность	Степень окисления X
	молекулярная	графическая (структурная)			

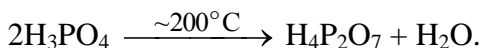
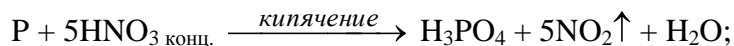
1	$H_3PO_2$		Фосфорноватистая кислота	1	+1
2	$H_3PO_3$		Фосфористая кислота	2	+3
3	$H_3PO_4$		Фосфорная кислота	3	+5
4	$H_4P_2O_7$		Пирофосфорная кислота	4	+5



4. Фосфорноватистая и фосфористая кислоты проявляют восстановительные свойства и обесцвечивают раствор перманганата калия:



5. Приведём один из возможных методов получения ортофосфорной и пирофосфорной кислот из фосфора:



**Система оценивания:**

1–2. Элемент X

1,5 балла;

уравнение реакции получения фосфора

0,5 балла;

молекулярные формулы кислот 1–4

0,5 балла  $\times$  4 = 2 балла;

графические формулы кислот 1 и 2

1 балл  $\times$  2 = 2 балла;

графические формулы кислот 3 и 4

0,5 балла  $\times$  2 = 1 балл;

название кислот

0,5 балла  $\times$  4 = 2 балла;

основность кислот 1 и 2

1 балл  $\times$  2 = 2 балла;

основность кислот 3 и 4

0,5 балла  $\times$  2 = 1 балл;

степень окисления фосфора в кислотах

0,5 балла  $\times$  4 = 2 балла;

3. Уравнения реакций кислот 1–4 с KOH

0,5 балла  $\times$  4 = 2 балла;

4. Уравнения реакций взаимодействия кислот с  $KMnO_4$  1 балл  $\times$  2 = 2 балла;

Уравнения считать правильными, если в качестве продуктов написаны как кислоты, так и средние соли ортофосфорной кислоты.

5. Уравнения реакций получения кислот 3 и 4 1 балл  $\times$  2 = 2 балла;

ИТОГО 20 баллов.

#### Задача 9-4 (автор – Лебедева О. К.)

1. Условиям задания соответствуют кислород ( $O_2$ ) и оксид азота (I) ( $N_2O$ ). Реакция **X** с  $NO$  позволяет заключить, что газ **X** – кислород. Для наркоза и анестезии используют  $N_2O$  (**Y**) (или смесь кислорода с циклопропаном). Таким образом

**X** –  $O_2$  – кислород, диоксиген

**Y** –  $N_2O$  – веселящий газ, гемииоксид азота, оксид диазота, оксид азота (I), закись азота.

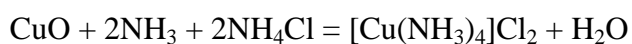
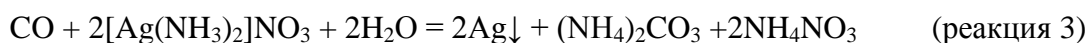
По методу валентных связей молекулу кислорода можно представить как  $O=O$ . Для молекулы  $N_2O$  можно представить следующие формы записи



Любая вышеприведённая форма записи может считаться правильной, кроме  $N \equiv N = O$ , поскольку азот не может образовывать более четырёх ковалентных связей. Формула  $N-O-N$  также не подходит, поскольку в молекуле остаётся четыре неспаренных электрона.

2. Почернение раствора  $[Ag(NH_3)_2]NO_3$  говорит о том, что вещество **A** или образует с ионами серебра осадки (коллоидные) чёрного цвета, или восстанавливает ионы серебра до металла. Осадок чёрного цвета с ионами серебра даёт сульфид-ион, но сероводород не подходит по описанию (запах, тяжелее кислорода). Значит, вещество **A** – это **восстановитель**. Типичным восстановителем является оксид углерода (II) –  $CO$ . Относительно вещества **B** ясно, что это оксид углерода (IV) –  $CO_2$ , который вызывает помутнение баритовой воды, и не имеет запаха.

Уравнения реакций



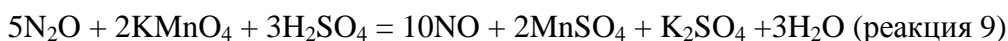
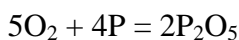
Можно записать суммарное уравнение



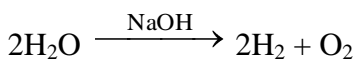
### 3. Реакции кислорода



или

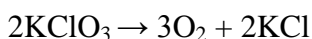


4. Следует иметь в виду, что речь идёт о получении медицинских препаратов, поэтому не все реакции получения кислорода пригодны для этой цели. Кислород получают из воздуха путём его сжижения. Возможные примеси – азот, инертные газы. Другая промышленная реакция – электролиз водных растворов щёлочи



Возможные примеси – пары воды (со следами щёлочи).

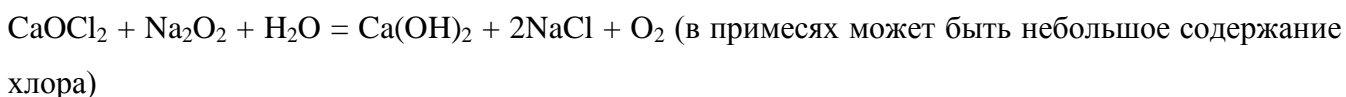
В лабораторных условиях



(при каталитическом разложении возможно образование следов  $\text{ClO}_2$ ).

Удобными источниками кислорода могут быть так называемые «хлоратные свечи» ( $\text{NaClO}_3 + \text{Fe} + \text{BaO}_2$ ), кислород при этом образуется по реакции:  $2\text{NaClO}_3 = 3\text{O}_2 + 2\text{NaCl}$  (возможно образование следов  $\text{ClO}_2$ ).

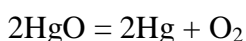
Можно получать кислород из таблеток, содержащих хлорную известь и пероксид натрия



Достаточно **чистый** кислород получают по реакции:



Непригодны для получения препарата реакции



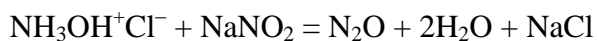
Чаще всего  $\text{N}_2\text{O}$  получают термическим разложением нитрата аммония



Образующийся газ загрязнён азотом и оксидом азота (II)  $\text{NO}$ .

Более **чистый**  $\text{N}_2\text{O}$  получают по реакции





**Система оценивания.**

1.	Установление X и Y по 1 баллу	2 балла
	Название (одно из возможных) по 1 баллу	2 балла
	Строение (одно из возможных) по 1 баллу	2 балла
2.	Установление A	1 балл
	(если указано только, что A – восстановитель, без формулы) 0,5 балла	
	Установление B	1 балл
3.	Уравнения десяти реакций по 1 баллу	10 баллов
4.	По одному способу получения X и Y с указанием примесей	
	или с указанием отсутствия примесей	2 балла
	ИТОГО	20 баллов

Примечание: реакция 5 может быть засчитана как два уравнения по 0,5 балла или одно уравнение – 1 балл.

**Задача 9-5 (автор – Каргов С. И.)**

1.  $\pi = cRT = \frac{n}{V}RT = \frac{m}{MV}RT$ , откуда

$$M = \frac{mRT}{V\pi} = \frac{20 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \cdot 8,31 \text{ Дж} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{К}^{-1} \cdot 298 \text{ К}}{1 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 \cdot 7,52 \cdot 10^{-3} \cdot 101325 \text{ Па}} = 65,0 \text{ кг} \cdot \text{моль}^{-1}.$$

2. Температура раствора повысилась, потому что реакция связывания кислорода с гемоглобином протекает с выделением теплоты, так как образуется химическая связь.

3. Общее количество выделившейся теплоты:

$$q = C_p \cdot V \cdot \Delta T = 4,18 \text{ Дж} \cdot \text{К}^{-1} \cdot \text{мл}^{-1} \cdot 100 \text{ мл} \cdot 0,031 \text{ К} = 13 \text{ Дж}.$$

Тепловой эффект реакции на моль кислорода:

$$Q = \frac{q}{4n} = \frac{q}{4 \frac{m}{M}} = \frac{13 \text{ Дж}}{4 \cdot \frac{5 \text{ г}}{65000 \text{ г} \cdot \text{моль}^{-1}}} = 42,0 \text{ кДж} \cdot \text{моль}^{-1}.$$

**Система оценивания**

1.	За правильный расчёт молярной массы гемоглобина	8 баллов
2.	2 балла за правильный ответ (выделение теплоты), 2 балла за правильное объяснение (образование химической связи)	4 балла
3.	За правильный расчёт теплового эффекта реакции	8 баллов
	ИТОГО	20 баллов

## 2.6. Решения III этапа Всероссийской олимпиады школьников по химии.

### 2010-2011 учебный год. Теоретический тур (10 класс)

#### Задача 10-1 (автор – Емельянов В. А.)

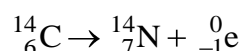
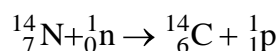
1. А – алмаз, Б – каменный уголь, В – сажа, Г – древесный уголь,  $\text{CaCO}_3$  – кальцит,  $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$  – доломит.

2. На долю углерода в атмосферном углекислом газе, масса которого  $2,4 \cdot 10^{12}$  т, приходится  $12 : 44 \cdot 2,4 \cdot 10^{12} = 6,5 \cdot 10^{11}$  т. Это 0,0027 масс. % от всего углерода на нашей планете. Отсюда масса всего углерода  $100 \cdot 6,5 \cdot 10^{11} : 0,0027 = 2,4 \cdot 10^{16}$  т. По условию, эта величина составляет около 0,087 масс. % земной коры. Следовательно, масса земной коры около  $100 \cdot 2,4 \cdot 10^{16} : 0,087 = 2,8 \cdot 10^{19}$  т. Масса атмосферы рассчитывается из содержания в ней углекислого газа:  $100 \cdot 2,4 \cdot 10^{12} : 0,046 = 5,2 \cdot 10^{15}$  т.

3. Масса радиоизотопа  $^{14}\text{C}$  в природе  $10^{-2} \cdot 10^{-12} \cdot 2,4 \cdot 10^{16} = 2,4 \cdot 10^2$  т =  $2,4 \cdot 10^8$  г. Его количество в молях  $2,4 \cdot 10^8 : 14 = 1,7 \cdot 10^7$ , в штуках  $1,7 \cdot 10^7 \cdot 6 \cdot 10^{23} = 1 \cdot 10^{31}$  шт.

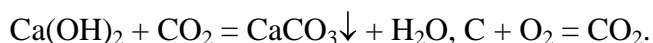
При таком низком содержании  $^{14}\text{C}$  ( $10^{-12}$  %) его вклад в атомную массу углерода проявится лишь в районе 12-го знака после запятой. Следовательно, масса углерода, приведённая в периодической системе, складывается из масс  $^{12}\text{C}$  и  $^{13}\text{C}$  с мольными долями, соответствующими их природному соотношению. Обозначив за  $x$  мольную долю  $^{13}\text{C}$  в природной смеси, составим уравнение:  $13x + 12(1 - x) = 12,011$ , откуда  $x = 0,011$ . Общая масса углерода в земной коре  $2,4 \cdot 10^{16}$  т =  $2,4 \cdot 10^{22}$  г, его количество  $2,4 \cdot 10^{22} : 12,011 = 2,0 \cdot 10^{21}$  моль или  $2,0 \cdot 10^{21} \cdot 6 \cdot 10^{23} = 1,2 \cdot 10^{45}$  атомов. Количество  $^{13}\text{C}$   $1,2 \cdot 10^{45} \cdot 0,011 = 1,3 \cdot 10^{43}$  шт, количество  $^{12}\text{C}$   $1,2 \cdot 10^{45} \cdot (1 - 0,011) \approx 1,2 \cdot 10^{45}$  шт.

4. Уравнения ядерных реакций:

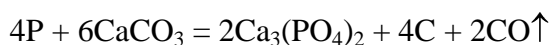


За каждый период полураспада остаётся половина от имевшихся атомов, соответственно за два – четверть и т. д. За  $28500 / 5700 = 5$  периодов полураспада содержание  $^{14}\text{C}$  уменьшится в  $2^5 = 32$  раза.

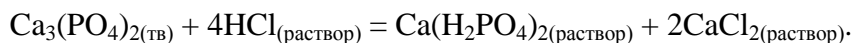
5. Реакции Блэка:



Реакции Теннанта:



Углерод можно отмыть от фосфата кальция раствором сильной кислоты (только не серной):

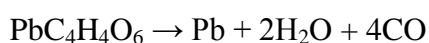
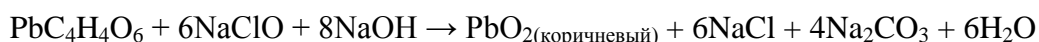


**Система оценивания:**

- |    |   |                  |
|----|---|------------------|
| 1. | Названия А – Г 0,5 б. × 4, формулы кальцита и доломита 1 б. × 2 | 4 балла          |
| 2. | Расчёт масс углерода, земной коры и атмосферы 1 б. × 3          | 3 балла          |
| 3. | Количество каждого из трёх изотопов углерода 1 б. × 3           | 3 балла          |
| 4. | Уравнения ядерных реакций 1 б. × 2                              |                  |
|    | расчёт уменьшение содержания углерода 2 б.                      | 4 балла          |
| 5. | Уравнения реакций Блэка и Теннанта 1 б. × 5                     |                  |
|    | реакция выделения углерода из смеси с фосфатом кальция 1 б.     | 6 баллов         |
|    | <b>ИТОГО</b>  | <b>20 баллов</b> |

**Задача 10-2 (автор – Дроздов А. А.)**

1. Из описания химических свойств можно предположить, что речь идёт о соединениях свинца. Так, именно для свинца характерно выпадение чёрного осадка сульфида, который при действии перекиси водорода окисляется в белый сульфат, окисление гипохлоритом до оксида свинца (IV). Этот вывод можно подтвердить выводом формулы оксида. В общем случае для оксида  $MO_x$ , где  $x = 0,5; 1; 1,5; 2$  и т. д. имеем  $16x / (M + 16x) = 0,0717$ . При  $x = 1$ ,  $M = 207$ , свинец. Выделяющийся при действии на вещество **Б** газ – углекислый ( $M = 1,97 \cdot 22,4 = 44$  г/моль). Значит, вещество **В** – карбонат свинца  $PbCO_3$  (минерал церуссит). Проверяем по массовой доле углерода:  $12 / (207 + 60) = 0,045$ . Органическая кислота **А**, по-видимому, содержит в своём составе углерод, водород и кислород, её формула  $C_xH_yO_z$ . Массовая доля углерода равна  $12x / (12x + y + 16z) = 0,32$ . Получаем  $25,5x = y + 16z$ . Перебором ( $x = 2, 3, 4; y = 3, 4, 4, 6; z = 2, 3, 4$ ) получаем  $x = 4, y = 6, z = 6$ , что соответствует двухосновной винной кислоте  $C_4H_6O_6$ :  $HOOC-CH(OH)-CH(OH)-COOH$ . Вещество **В** – тартрат свинца  $Pb(C_4H_4O_6)$ .



А – винная кислота

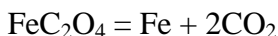
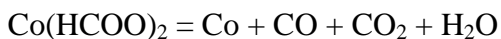
Б – карбонат свинца

В – тартрат свинца

Г – свинец

Д – оксид свинца(IV)

2. Можно получить пирофорные железо и кобальт разложением оксалатов, формиатов, цитратов, например



### Система оценивания

1. Определение металла (свинец)	2 балла
доказательство расчётом	2 балла
определение каждого из веществ А, Б, В, Д по 1 баллу	4 балла
За каждое из пяти уравнений реакций по 2 балла	10 баллов
2. За два примера получения пирофорных порошков других металлов по 1 баллу	2 балла
ИТОГО	20 баллов

### Задача 10-3 (автор – Куриленко К. А.)

1. Рассчитываем молярную массу газа В

$$M(\text{B}) = 35,5 \cdot 2 = 71 \text{ (г/моль)},$$

учитывая, что этот газ получен при взаимодействии соли X с соляной кислотой, им может быть хлор. В – Cl<sub>2</sub>.

Рассчитаем молярную массу газа А.

$$M(\text{A}) = 33,75 \cdot 2 = 67,5 \text{ (г/моль)}$$

Исходя из дробной молярной массы А, его бурой окраски и удушающего запаха, можно предположить, что данный газ содержит хлор, тогда на оставшиеся элементы приходится  $67,5 - 35,5 = 32$  г/моль. Это соответствует 2 атомам кислорода, тогда возможная формула А – ClO<sub>2</sub>.

Зная молярную массу А и мольное соотношение, можно определить газ С.

$$M(\text{смеси}) = \frac{\nu(\text{A}) \cdot M(\text{A}) + \nu(\text{C}) \cdot M(\text{C})}{\nu(\text{A}) + \nu(\text{C})} = \frac{2 \cdot \nu(\text{C}) \cdot M(\text{A}) + \nu(\text{C}) \cdot M(\text{C})}{3 \cdot \nu(\text{C})} = \frac{2 \cdot M(\text{A}) + M(\text{C})}{3} = 29,83 \cdot 2 = 59,66$$

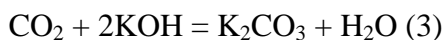
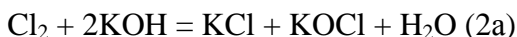
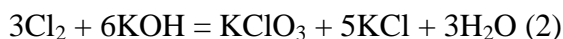
$M(\text{C}) = 59,66 \cdot 3 - 2 \cdot 67,5 = 44$  г/моль. Газом с такой молярной массой, выделяющимся из раствора щавелевой кислоты, может быть лишь CO<sub>2</sub>. С – CO<sub>2</sub>.

А – ClO<sub>2</sub>

В – Cl<sub>2</sub>

С – CO<sub>2</sub>.

2. Уравнения реакций взаимодействия газов со щёлочью в соответствии с условием задачи:



3. По окраске пламени и выделении двуокиси хлора при взаимодействии соли **X** с концентрированной  $\text{H}_2\text{SO}_4$  можно судить о наличии в её составе калия и хлора. По реакции 1 рассчитаем молярную массу **X**.

$$v(\text{KOH}) = \frac{1,092 \cdot 0,1 \cdot 20,51}{56} = 0,04 \text{ моль}, \text{ по уравнению реакции } v(\text{ClO}_2) = 0,04 \text{ моль}$$

Составим таблицу

Соотношение $v(\mathbf{X}) : v(\text{ClO}_2)$	$M(\mathbf{X})$	<b>X</b>
1:1	$\frac{7,35}{0,04} = 183,75$	–
2:1	$\frac{7,35}{0,08} = 91,875$	–
3:2	$\frac{7,35}{0,06} = 122,5$	$\text{KClO}_3$
1:2	$\frac{7,35}{0,02} = 367,5$	–

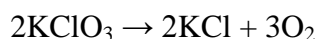
Из таблицы видно, что единственной солью с данной молярной массой, в которой присутствуют хлор и калий, может являться хлорат калия.

**X** –  $\text{KClO}_3$

4. Уравнения взаимодействия  $\text{KClO}_3$  с кислотами.



5. Разложение  $\text{KClO}_3$  начинается уже при  $400^\circ\text{C}$ . Так, в присутствии катализатора ( $\text{MnO}_2$  и др.) разложение преимущественно идёт по следующей реакции:



В отсутствие катализатора образуются хлорид и перхлорат калия:



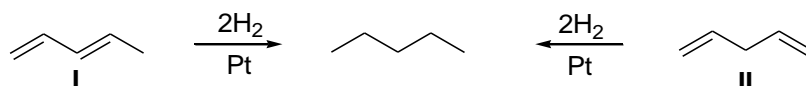
б) Тривиальное название соли **X** – бертолетова соль. Она применяется в спичечном производстве, при изготовлении взрывчатых веществ и сигнальных ракет. Смеси этой соли с восстановителями (серой, фосфором и др.) легко взрываются от удара (видимо, это вызвало опасения Юры, и он **аккуратно** убрал банку с бертолетовой солью глубоко в сейф).

**Система оценивания:**

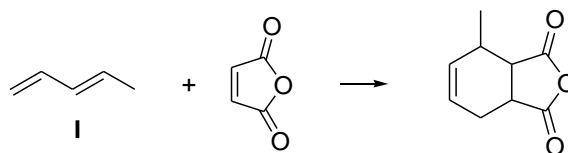
1.	3 газа + 3 расчёта = 3·2 балла + 3·0,5 балла	7,5 баллов
2.	3 уравнения по 1 баллу	3 балла
3.	соль + расчёт = 2 балла + 0,5 балла	2,5 балла
4.	3 уравнения по 1 баллу	3 балла
5.	2 уравнения по 1 баллу	2 балла
6.	Объяснение опасений Юры + применение 2·0,5 балла + название 1 балл	2 балла
<b>ИТОГО</b>		<b>20 баллов</b>

**Задача 10-4 (автор – Бахтин С.)**

1. При гидрировании как **I**, так и **II** образуется *n*-пентан:



С малеиновым ангидридом (МА) реагирует только **I** (реакция Дильса–Альдера):



2.  $v(\text{I}) = v(\text{МА}) = \frac{73,5 \cdot 0,2}{98} = 0,15$  моль.

$v(\text{I} + \text{II}) = \frac{v(\text{H}_2)}{2}$ ;  $v(\text{H}_2) = \frac{pV}{RT} = \frac{110,2 \cdot 9,6}{8,314 \cdot 318} = 0,4$  моль;  $v(\text{I} + \text{II}) = 0,2$  моль;

$v(\text{II}) = 0,2 - 0,15 = 0,05$  моль. Найдём мольные доли:  $\chi(\text{I}) = \frac{0,15}{0,2} \cdot 100\% = 75\%$ ;  $\chi(\text{II}) = 25\%$

3. Запишем схемы гидрирования диенов:



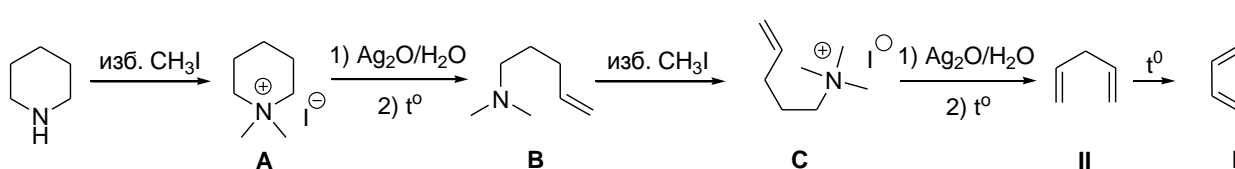
и составим систему уравнений:

$$\begin{cases} 0,15 Q_1 + 0,05 Q_2 = 46,7 \\ 0,1 Q_1 + 0,1 Q_2 = 48,1 \end{cases}$$

Решая, находим:  $Q_1 = 226,5$  кДж/моль,  $Q_2 = 254,6$  кДж/моль.

4.  $\Delta E = Q_2 - Q_1 = 28,1$  кДж/моль.

5.



### Система оценивания

- |    |   |            |
|----|---|------------|
| 1. | 3 уравнения реакции по 2 балла за каждое.             | 6 баллов.  |
| 2. | Расчёт состава смеси                                  | 4 балла.   |
| 3. | Энергии гидрирования каждого соединения – по 2 балла. | 4 балла.   |
| 4. | Расчёт  | 1,5 балла. |
| 5. | Структуры соединений А–С по 1,5 балла.                | 4,5 балла. |

ИТОГО

20 баллов

### Задача 10-5 (авторы – Егельская Л. А., Ерёмин В. В.)

1. Пусть формула минерала  $M_xS_y$ , а молярная масса элемента  $M$  равна  $M$ . Тогда массовая доля серы равна:

$$\omega(S) = \frac{32y}{32y + Mx} = 0,533, \text{ откуда } M = \frac{28y}{x}.$$

Перебором при  $x = 1$  и  $y = 2$  получаем химически разумное решение  $M = 56$ , то есть формула минерала  $FeS_2$ . Обычное название минерала – пирит. Название происходит от греческого «pyrites lithos», что означает «камень, высекающий огонь». Другие названия: железный или серный колчедан, марказит, бравоит.

2. При обжиге пирита образуются твёрдый и газообразный продукты. Твёрдый продукт – один из оксидов железа:  $FeO$ ,  $Fe_2O_3$  или  $Fe_3O_4$ . По условию задачи при обжиге масса твёрдого вещества уменьшается на треть. В случае образования каждого из трёх перечисленных оксидов отношение масс твёрдых веществ равно:

$$\frac{M(FeO)}{M(FeS_2)} = \frac{72}{120} = 0,600,$$

$$\frac{M(Fe_2O_3)}{2M(FeS_2)} = \frac{160}{240} = \frac{2}{3},$$

$$\frac{M(\text{Fe}_3\text{O}_4)}{3M(\text{FeS}_2)} = \frac{232}{360} = 0,644.$$

Следовательно, твёрдый продукт обжига –  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ .

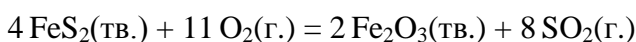
Газообразный продукт – один из оксидов серы:  $\text{SO}_2$  или  $\text{SO}_3$ . По условию задачи масса газообразного продукта на 60 % (т. е. в 1,6 раза) больше массы твёрдого остатка ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ). Тогда с учётом стехиометрии (на 2 атома железа приходится 4 атома серы) молярная масса газообразного продукта равна

$$\frac{M(\text{Fe}_2\text{O}_3) \cdot 1,6}{4} = \frac{160 \cdot 1,6}{4} = 64 \text{ г/моль}.$$

Следовательно, газообразный продукт обжига –  $\text{SO}_2$ .

**Примечание для проверяющих:** учащиеся могут сразу выбрать в качестве продуктов  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  и  $\text{SO}_2$ . В этом случае они должны проверить соответствие отношений масс условиям задачи.

Уравнение реакции обжига пирита:



Для обжига 1 моля пирита требуется  $11 / 4 = 2,75$  моль  $\text{O}_2$ .

Объём воздуха (н. у.) равен  $2,75 / 0,2 \cdot 22,4 = 308$  л.

В нём содержится  $308 \cdot 0,8 = 246,4$  л  $\text{N}_2$ .

При обжиге образуется  $8 / 4 \cdot 22,4 = 44,8$  л  $\text{SO}_2$ .

Общий объём полученной газовой смеси (н. у.) равен  $246,4 + 44,8 = 291,2$  л.

Объёмные доли компонентов газовой смеси составляют:

$$\varphi(\text{SO}_2) = 44,8 / 291,2 = 15,4 \%$$

$$\varphi(\text{N}_2) = 246,4 / 291,2 = 84,6 \%$$

**3.** По закону Гесса

$$2 Q_{\text{обр}}(\text{Fe}_2\text{O}_3) + 8 Q_{\text{обр}}(\text{SO}_2) - 4 Q_{\text{обр}}(\text{FeS}_2) = 4 \cdot 828,$$

$$\text{или } 2 \cdot 824 + 8 \cdot 297 - 4 Q_{\text{обр}}(\text{FeS}_2) = 4 \cdot 828,$$

$$\text{откуда } Q_{\text{обр}}(\text{FeS}_2) = 178 \text{ кДж/моль}.$$

### **Система оценивания**

1.	4 балла за правильную формулу X, 2 балла за название, 2 балла за хотя бы одно другое название	8 баллов	
2.	4 балла за расчёт объёма воздуха, 4 балла за состав газовой смеси	8 баллов	
3.	За расчёт теплоты образования X	4 балла	
ИТОГО		20	баллов



## 2.7. Решения III этапа Всероссийской олимпиады школьников по химии.

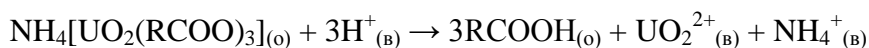
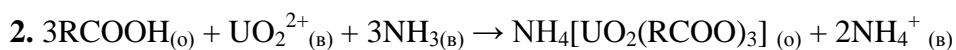
### 2010-2011 учебный год. Теоретический тур (11 класс)

#### Задача 11-1 (автор – Дроздов А. А.)

См. решение задачи 10-2

#### Задача 11-2 (автор – Можаров С. А.)

1. Природный уран в основном состоит из изотопа  $^{238}\text{U}$  (99,3 %). В ядерной реакции на электростанциях участвует только изотоп  $^{235}\text{U}$ , содержание которого в природном уране составляет примерно 0,7 %. В обогащённом уране содержание изотопа  $^{235}\text{U}$  искусственно увеличено до 3–20 % или более. Именно обогащённый уран используется как топливо в ядерных реакторах.



3. 4,5 миллиарда тонн урана ( $4,5 \cdot 10^{15}$  г) соответствует  $4,5 \cdot 10^{15} / 238 = 1,89 \cdot 10^{13}$  моль. Молярная концентрация уранил-иона в морской воде составляет  $1,89 \cdot 10^{13} / 1,3 \cdot 10^{21} = 1,45 \cdot 10^{-8}$  М.

Предложенная методика концентрирования состоит из трёх этапов. На первом этапе происходит экстракция урана из морской воды в органическую фазу в виде комплекса. Известно, что равновесная концентрация урана в органической фазе ( $c$ ) в 40 раз больше, чем в водной ( $c/40$ ), и что объём органической фазы ( $V$ ) в 10 раз меньше объёма водной ( $10V$ ). Определим равновесную концентрацию урана в органической фазе ( $c$ ). Обозначим исходную концентрацию урана в воде  $c_0$ . Суммарное количество урана после экстракции должно соответствовать исходному количеству урана в водной фазе:  $cV + \frac{c}{10} \times 10V = c_0 \times 10V$ . Решая это уравнение относительно  $c$ , получим  $c = 8c_0$ . Следовательно, на первой стадии процесса концентрация урана увеличилась в 8 раз.

Согласно условию, на второй стадии уран количественно переходит в водную фазу, объём которой в 10 раз меньше объёма органической фазы. Это эквивалентно 10-кратному увеличению концентрации урана.

На третьей стадии в раствор добавляется аммиак, и указывается, что увеличением объёма следует пренебречь. Следовательно, один цикл концентрирования приводит к 80-кратному увеличению концентрации урана. Для получения полумолярного раствора, исходя из морской воды, концентрацию урана необходимо увеличить в  $0,5 / 1,45 \cdot 10^{-8} = 3,45 \cdot 10^7$  раз. Для

нахождения необходимого количества повторений процедуры концентрирования, нужно найти минимальное значение  $x$ , при котором будет выполняться условие  $80^x \geq 3,45 \cdot 10^7$ .

$x$	$80^x$
1	80
2	6400
3	512000
4	$4,1 \cdot 10^7$

Таким образом, цикл концентрирования необходимо повторить 4 раза, что вполне реально осуществить.

4. Мировые запасы урана в виде руды составляют  $4,5 \cdot 10^9 / 820 = 5,49 \cdot 10^6$  (т)

При текущей скорости добычи и потребления этого хватит на  $5,49 \cdot 10^6 / 65000 = 84,46$  года.

Объём воды, который нужно будет перерабатывать ежедневно, чтобы покрыть такую потребность:

$$V = \frac{m(\text{U})}{M(\text{U}) \times c(\text{UO}_2^{2+}) \times 365} = \frac{6,5 \cdot 10^{10}}{238 \times 1,45 \cdot 10^{-8} \times 365} = 5,16 \cdot 10^{13} \text{ (л)} = 51,6 \text{ (км}^3\text{)}.$$

\*\*\* (По материалам работы S. Beer *et al*, *Chem. Sci.*, 2010, 1, 43–47)

**Система оценивания:**

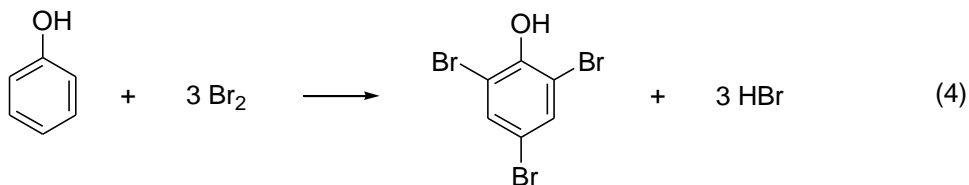
1. Природные изотопы	1 балл.
Изотоп электростанций	1 балл.
Обогащённый уран	1 балл
2. Образование комплекса	1 балл,
разрушение комплекса	2 балл
3. Расчёт молярной концентрации	3 балла,
расчёт количества циклов	5 баллов
4. Истощение месторождений	3 балла,
переработка воды	3 балла
ИТОГО	20 баллов

**Задача 11-3 (автор – Лебедева О. К.)**

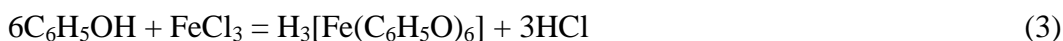
1. Твёрдое кристаллическое вещество с резким запахом, умеренно растворяющееся в воде и хорошо – в растворах щелочей, используемое в медицине как антисептическое средство, может относиться к классам органических кислот или фенолов. По способу получения и качественным реакциям с хлоридом железа и бромом вещество X относится к классу фенолов.

Для получения **X** использовалась незамещённая бензолсульфокислота, следовательно **X** является **фенолом – C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>OH**.

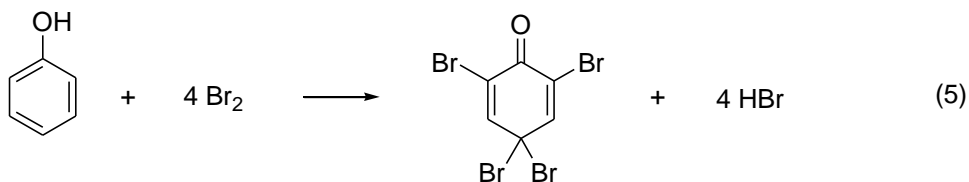
2. Реакции (1), (2) и (4) хорошо известны.



Реакция (3) представляет собой реакцию обмена атомов хлора в хлориде железа на остатки фенолят-иона. Хотя соляная кислота более сильная, чем фенол, образование комплексного соединения приводит к вытеснению сильной кислоты из её соли кислотой более слабой. Для комплексных соединений железа характерно координационное число 6. Поэтому формулу продукта можно написать как  $\text{H}_3[\text{Fe}(\text{C}_6\text{H}_5\text{O})_6]$ .

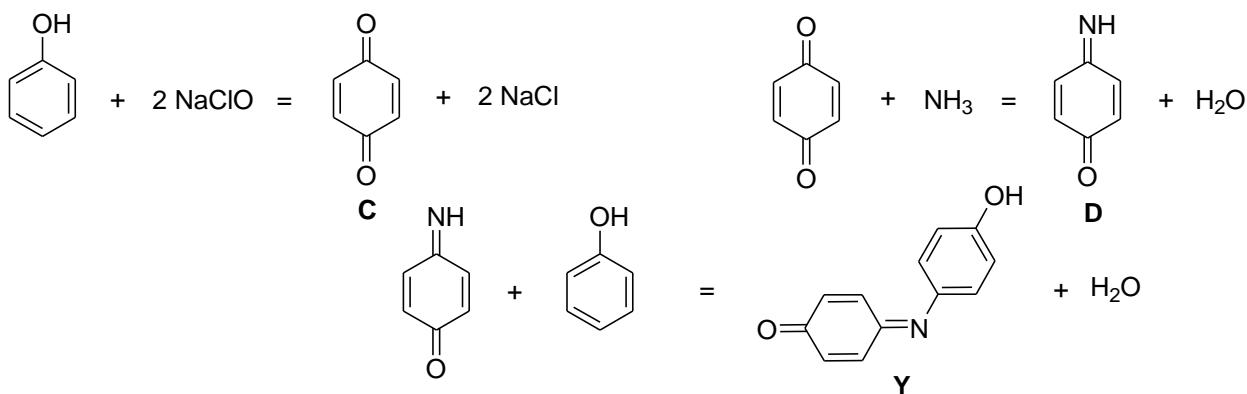


Вещество **B** содержит 78 % брома. Это больше, чем содержание брома в 2,4,6-трибромфеноле (72,5 %). Если **A** в условиях реакции не подвергается деструкции, значит **B** содержит дополнительные атомы брома. Пусть число атомов брома в молекуле **B** равно 4. Тогда  $M_B = 320/0,78 = 410$ . Это соответствует формуле  $\text{C}_6\text{H}_2\text{Br}_4\text{O}$ . То есть произошло замещение ещё одного атома водорода на бром. Поскольку **B** является мягким бромлирующим агентом и не даёт характерной окраски с  $\text{FeCl}_3$ , это соединение не является 2,3,4,6-тетрабромфенолом, который, как и любой другой фенол, взаимодействует с  $\text{FeCl}_3$ , но не может выступать как бромлирующий агент. Однако в молекуле **A** есть ещё атом водорода, связанный с атомом кислорода. Поскольку связь  $\text{O}-\text{Br}$  очень слабая, прямое замещение  $\text{H}$  на бром при атоме кислорода невозможно. Однако возможна атака брома по уже замещённому *пара*-положению с отщеплением атома водорода фенольной группы и образованием соединения, имеющего так называемую хиноидную структуру.

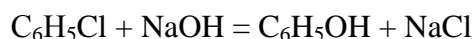


3. Рассчитаем соотношение фенола и гипохлорита натрия, взятых для анализа. В 2 мл аликвоты раствора фенола (PhOH) содержится  $m(\text{PhOH}) = (0,5 \cdot 2)/100 = 0,01$  г PhOH, что соответствует  $\nu(\text{Ph}) = 0,01/94 \approx 0,0001$  моль. Массовая доля хлора в  $\text{NaClO}$  составляет  $\omega(\text{Cl}) = 35,5/74,5 = 0,48$ .

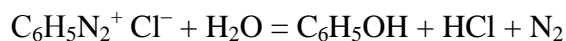
В 0,05 мл NaClO содержится с учётом массовой доли хлора  $m(\text{Cl}) = (0,05 \cdot 3)/100 = 0,0015\text{ г} (\text{Cl})$ . Это соответствует  $m(\text{NaClO}) = 0,0015/0,48 = 0,003125\text{ г}$ , что соответствует  $v(\text{NaClO}) = 0,003125/74,5 = 4,2 \cdot 10^{-5}$  моль. Значит, фенол по отношению к NaClO находится почти в двукратном избытке. Содержание кислорода в самом феноле равно 17,0 %. Увеличение содержания кислорода почти в два раза (с 0,170 до 0,302) при окислении фенола гипохлоритом, свидетельствует о том, что вещество **C** содержит два атома кислорода (на 6 атомов углерода). Напротив, **D** снова содержит один атом кислорода на 6 атомов углерода. Если считать, что вещество **D** по-прежнему содержит именно 6 атомов углерода, можно определить  $M(\text{D})$ .  $M(\text{D}) = 16/0,149 = 107$ . После вычета массы 6 атомов углерода и одного атома кислорода остаётся 19. Эта масса образована атомами водорода и ещё какого-то элемента. Поскольку реакцию окисления проводят в растворе аммиака, этим элементом должен быть азот. То есть молекулярная формула **D** –  $\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}$ . Аналогичный расчёт не даёт подходящего ответа для соединения **Y** при условии, что **Y** содержит 6 атомов углерода. Но это соединение может содержать  $6n$  атомов углерода (и  $n$  атомов кислорода). Проверим это предположение. При  $n = 2$   $M(\text{Y}) = 32/0,161 = 199$ . Из этой величины 144 приходится на 12 атомов углерода, 32 на два атома кислорода. Тогда на остальные атомы – 23. Следовательно, в молекуле может быть только один атом азота (14) и 9 атомов водорода. Формула **Y** –  $\text{C}_{12}\text{H}_9\text{NO}_2$ . Учитывая высокую симметрию **C** (два типа атомов углерода), можно сделать вывод, что окисление фенола в этих условиях протекает следующим образом:



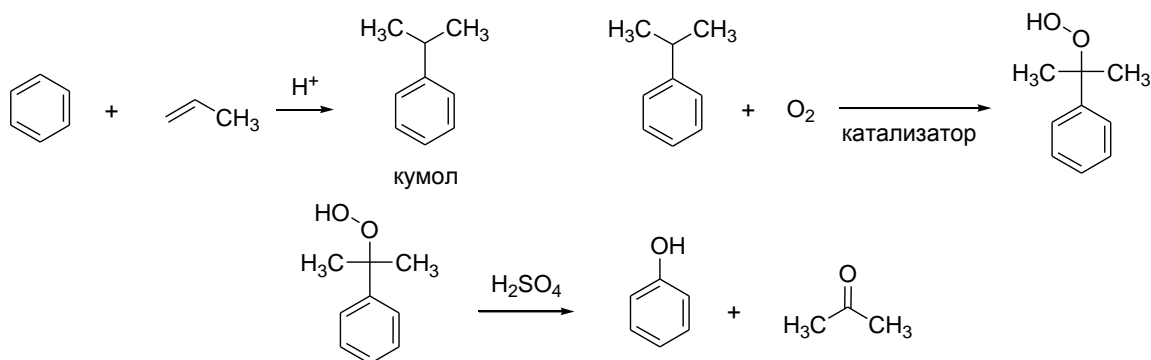
4. Фенол можно получить нагреванием хлорбензола с NaOH. Этот способ, как и получение фенолов из сульфокислот, имеет в основном историческую и теоретическую ценность и сейчас не применяется:



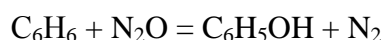
Фенол образуется из раствора соли фенилдиазония при его хранении при комнатной температуре. Это обычно нежелательный процесс, поэтому такие соли получают при охлаждении.



Фенол получают в промышленности кумольным методом



и прямым окислением бензола закисью азота:



**Система оценивания:**

1. Формула и название вещества X – по 1 баллу. 2 балла.
2. 5 уравнений реакций по 2 балла. 10 баллов

В реакции (3) за правильный ответ следует принимать и другие формулы комплексов железа с координационным числом 6, например,  $[\text{FeCl}_3(\text{C}_6\text{H}_5\text{OH})_3]$ .

3. 3 уравнения реакций по 2 балла. 6 баллов.
4. Указание реагентов – 1 балл, уравнение реакции – 1 балл 2 балла.

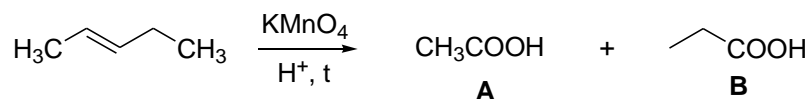
Примечание: баллы ставятся за любой из методов получения фенола, в том числе и неперечисленный в решении, если он является правильным.

ИТОГО

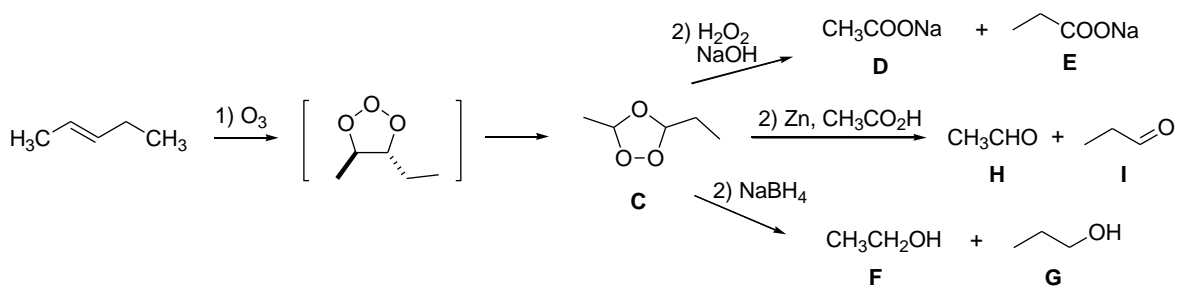
20 баллов

#### Задача 11-4 (автор – Трушков И. В.)

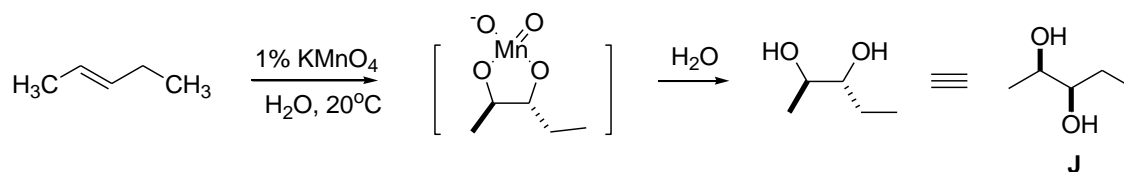
1. Реакция окисления 1,2-дизамещённых этиленов перманганатом калия в кислой среде приводит к образованию двух кислот. Из 2-пентена образуются уксусная и пропионовая кислоты. **A** и **B** –  $\text{CH}_3\text{COOH}$  и  $\text{C}_2\text{H}_5\text{COOH}$ .



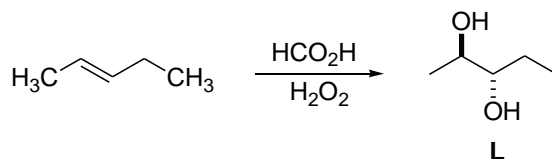
Реакция озонирования алкенов даёт озонид, который в условиях окислительного расщепления (щелочной раствор перекиси водорода) превращается в соли тех же двух кислот. При восстановительном расщеплении озонида цинком в уксусной кислоте образуются соответствующие альдегиды, а если озонид восстанавливать борогидридом натрия – спирты.



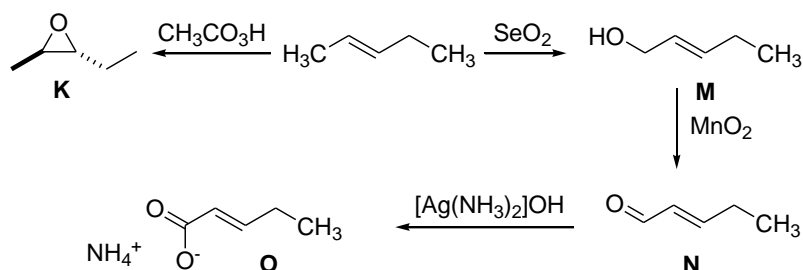
Окисление алкенов водным раствором перманганата калия при комнатной температуре приводит к образованию вицинальных диолов. Эта реакция протекает как *син*-присоединение двух гидроксильных групп к двойной связи C=C.

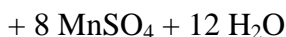


Согласно условию, соединение **L** является диастереомером **J**. Иначе говоря, **L** отличается от **J** только тем, что имеет иную относительную конфигурацию двух стереоцентров (если HO-группа при атоме C2 направлена к нам, то HO-группа при атоме C3 будет направлена не к нам, а от нас).

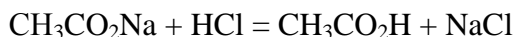


Соединения **K** и **M** содержат по 69,8 % углерода. Считая, что при образовании **K** и **M** количество атомов углерода в молекуле не уменьшается, получаем, что их молекулярная масса равна  $(5 \cdot 12 / 0,698) = 86$ . Это соответствует формуле  $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}$ , причём соединение **M** при действии оксида марганца окисляется в альдегид, вступающий в реакцию серебряного зеркала с образованием соли кислоты. Значит, **M** – первичный аллиловый спирт, **N** – соответствующий альдегид, а **O** – аммониевая соль соответствующей кислоты. С другой стороны, **K** образуется из алкена при действии надуксусной кислоты. Это – хорошо известная реакция Прилежаева, приводящая к образованию эпоксида.





3. Рассмотрим эти реакции на примере уксусной кислоты. Соединение **D** является солью кислоты **A**, т. е. для его превращения в **A** требуется просто добавить сильную кислоту.



Этанол и уксусный альдегид превращаются в уксусную кислоту окислением, например, подкисленным раствором перманганата калия,  $\text{KMnO}_4$ . Можно использовать хромовую кислоту  $\text{H}_2\text{CrO}_4$  и другие окислители. Однако нужно помнить, что при использовании щелочного раствора окислителя образуется не кислота (что требуется по условию), а её соль. Примером является превращение **N** в **O**.

**Система оценивания:**

1. Структуры **A–O** по 1 баллу. (Для **C** принимается формула как первичного, так и вторичного озонида). Если структуры **J–L** приведены без указания стереохимии, то они оцениваются в 0,5 балла. максимум 15 баллов.

2. 2 балла (при правильных коэффициентах уравнение оценивается в 2 балла независимо от того, использованы структурные или молекулярные формулы)

3. 3 превращения по 1 баллу. 3 балла.

ИТОГО 20 баллов

**Задача 11-5 (автор – Ерёмин В. В.)**

1. 
$$K_x = \frac{x_{\text{NH}_3}^2}{x_{\text{N}_2} x_{\text{H}_2}^3}$$

2. При нагревании константа равновесия уменьшается, то есть равновесие смещается в сторону реагентов. Согласно принципу Ле Шателье это означает, что реакция идёт с выделением теплоты.

3. Пусть в реакцию вступило  $a$  моль  $\text{N}_2$ , тогда прореагировало  $3a$  моль  $\text{H}_2$  и образовалось  $2a$  моль  $\text{NH}_3$ . Общее количество вещества после реакции:  $v(\text{N}_2) + v(\text{H}_2) + v(\text{NH}_3) = (1-a) + (3-3a) + 2a = 4 - 2a$ .

$$K_x = \frac{\left(\frac{2a}{4-2a}\right)^2}{\left(\frac{1-a}{4-2a}\right)\left(\frac{3-3a}{4-2a}\right)^3} = 1.$$

$$\frac{2a^2(4-2a)^2}{(1-a)(3-3a)^3} = 1.$$

$$\frac{2a(4-2a)}{\sqrt{27} 1-a^2} = 1.$$

$$a = 0,34.$$

$$v(\text{NH}_3) = 2 \cdot 0,34 = 0,68 \text{ моль.}$$

4. Рассчитаем мольные доли веществ после добавления азота и составим из них величину  $Q$ , по форме аналогичную константе равновесия:

$$x_{\text{N}_2} = \frac{0,65 + 0,25}{1,25} = 0,72, \quad x_{\text{H}_2} = \frac{0,25}{1,25} = 0,2, \quad x_{\text{NH}_3} = 1 - 0,72 - 0,2 = 0,08.$$

$$Q = \frac{0,08^2}{0,72 \cdot 0,2^3} = 1,11.$$

Это значение превышает значение константы равновесия:

$$K_x = \frac{0,1^2}{0,65 \cdot 0,25^3} = 0,99.$$

Это означает, что продукта реакции больше, чем необходимо в равновесной смеси, следовательно, для достижения равновесия должна пойти обратная реакция. Таким образом, **в данном случае добавление реагента приводит к смещению равновесия влево.**

**Комментарий:** Это противоречит традиционной формулировке принципа Ле Шателье (но не самому принципу!). Кажущееся противоречие объясняется тем, что количество азота в исходной смеси сильно превышает стехиометрическое, поэтому дальнейшее добавление азота термодинамически невыгодно.

#### **Система оценивания**

1. За правильное выражение для константы равновесия 2 балла
2. 2 балла за правильный ответ (выделение теплоты), 2 балла за объяснение 4 балла
3. За правильный расчёт числа молей 6 баллов
4. 2 балла за правильный ответ (равновесие сместится влево),

6 баллов за объяснение с расчётом (4 балла за объяснение без расчёта) 8 баллов

ИТОГО



## 2.8. Задания и решения III этапа Всероссийской олимпиады школьников по химии.

### 2010-2011 учебный год Практический тур (9-11 кл)

#### 9 КЛАСС

Задание. Вам выданы шесть пронумерованных бюксов, в которых находятся сухие соли:  $MgCl_2$ ,  $BaCl_2$ ,  $PbCl_2$ ,  $ZnCl_2$ ,  $MnCl_2$  и  $NaCl$ . Используя имеющиеся на столе реактивы и оборудование, определите в каком бюксе находится каждый из выше перечисленных хлоридов. Напишите уравнения реакций определения солей, там, где это необходимо.

Реактивы: 1М  $H_2SO_4$ , 1М  $NaOH$ , дистиллированная вода

Оборудование: шесть бюксов с солями, штатив с восемью пробирками, водяная баня, шпатель для отбора проб

#### 10 КЛАСС

Задание. В восьми пронумерованных бюксах находятся индивидуальные соли:  $Pb(NO_3)_2$ ,  $MnCl_2$ ,  $NH_4Cl$ ,  $(NH_4)_2CO_3$ ,  $ZnCO_3$ ,  $Ca_3(PO_4)_2$ ,  $MgSO_4$  и  $Al_2(SO_4)_3$ . Используя имеющиеся на столе реактивы и оборудование, определите каждую из выше перечисленных солей. Напишите уравнения реакций определения солей.

Реактивы: 1М  $HCl$ , 1М  $NaOH$ ,  $H_2O$ (дист.)

Оборудование: восемь бюксов с солями, штатив с десятью пробирками, водяная баня, шпатель для отбора проб.

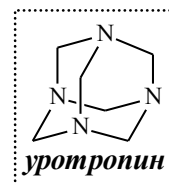
#### 11 КЛАСС

*Глубокоуважаемый Юный химик!*

*Вам предстоит работа с едкими и ядовитыми веществами – будьте осторожны и внимательны! Слянки с аммиаком и формалином держите закрытыми, если Вы их не используете. Если Вам что-либо будет непонятно, обращайтесь к члену жюри или лаборанту. Ни в коем случае нельзя определять вкус веществ! Соблюдайте правила техники безопасности!*

*Чтобы не терять время, во время упаривания растворов и охлаждения их до комнатной температуры Вы можете отвечать на поставленные (стр. 2) теоретические вопросы (однако помните, что нельзя допускать перегрева и разбрызгивания реакционной массы).*

Гексаметилентетрамин (уротропин) – белые кристаллы сладкого вкуса, одно из очень немногих синтетических лекарственных средств, используемых в настоящее время, с более чем 100-летней историей: его начали применять ещё в 1884 г., и сейчас это вещество можно приобрести в любой аптеке (например, в смеси с хлоридом кальция под названием «кальцекс»).



Другое замечательное свойство уротропина – способность сгорать без образования золы. Таблетки или брикеты «сухого горючего» состоят именно из уротропина с небольшой добавкой парафина. Хотя сухое горючее почти всегда можно купить в хозяйственном магазине или там, где торгуют туристическим снаряжением, в небольшом количестве можно изготовить его и в лаборатории. Впервые синтез уротропина осуществил 150 лет назад (1860 г.) Александр Михайлович Бутлеров.

Сегодня Вам предлагается получить уротропин из предложенных реактивов и проделать некоторые характерные для этого вещества реакции.

#### Методика получения уротропина

Отмерьте с помощью мерной пипетки 1 мл 25 %-ного водного раствора аммиака, перенесите отмеренный объём в стакан и добавьте 1 каплю фенолфталеина. Отмерьте с помощью мерного цилиндра 12 мл формалина (40 %-ного водного раствора формальдегида), прилейте его к полученному в стакане малиновому раствору и тщательно перемешайте реакционную смесь стеклянной палочкой. Если спустя 1–2 мин. раствор в стакане не обесцветился, добавьте с помощью пипетки ещё 1–2 мл формалина и вновь перемешайте стеклянной палочкой.

Осторожно упарьте содержимое стакана *до появления первых кристаллов* уротропина (нельзя допускать перегрева, поскольку происходит сильное разбрызгивание реакционной массы). Охладите содержимое стакана до комнатной температуры, добавьте 5 мл этилового спирта, отмеренного с помощью мерного цилиндра. Перемешайте содержимое стакана стеклянной палочкой, тщательно смывая остатки уротропина со стенок. Полученный раствор аккуратно перелейте в фарфоровую чашку и упарьте на водяной бане досуха. Охладите чашку с полученными кристаллами уротропина до комнатной температуры.

Полученный уротропин аккуратно перенесите (с помощью выданного Вам шпателя) на предварительно взвешенную кальку и определите массу (запишите её!) полученного уротропина.

#### Теоретические вопросы

1. Почему при добавлении фенолфталеина к раствору аммиака появилась малиновая окраска, а при добавлении формалина она исчезла?
2. Напишите уравнение реакции, с помощью которой Вы получили уротропин.
3. К какому типу реакций относится эта реакция (выберите ответ (или ответы))?  
а) разложения; б) присоединения – отщепления; в) обмена; г) изомеризации; д) конденсации.
4. Приведите все формулы для нахождения выхода полученного уротропина в расчёте на введённое количество аммиака, считая плотность 25 %-ного водного раствора аммиака  $0,91 \text{ г/см}^3$ . Рассчитайте выход продукта реакции.

Изучение некоторых свойств уротропина

а) С помощью шпателя отберите немного (около  $\frac{1}{3}$  полученного Вами вещества) уротропина, поместите его на несгораемую подложку и подожгите.

Напишите уравнение реакции горения уротропина.

б) Небольшое количество уротропина с помощью шпателя поместите в пробирку, добавьте ~1 мл раствора серной кислоты и слегка подогрейте на водяной бане. Понюхайте (*осторожно!*) выделяющиеся пары.

Приведите уравнение реакции гидролиза уротропина в кислой среде. Предложите реактивы, с помощью которых можно было бы идентифицировать образовавшиеся продукты гидролиза. Напишите уравнения соответствующих реакций идентификации и укажите наблюдаемые при этом эффекты.

в) Поместите в пробирку немного (3–4 кристаллика) твёрдого гексагидрата хлорида кобальта ( $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) и примерно столько же твёрдого уротропина. Тщательно перетрите содержимое пробирки с помощью *сухой* стеклянной палочки (следите за тем, чтобы палочка не разбила пробирку). Что наблюдаете?

Объясните появление голубой окраски твёрдой смеси в пробирке. Напишите уравнение реакции, поясняющее Ваш ответ.

9 КЛАСС

Решение

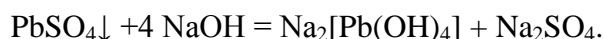
	$\text{MgCl}_2$	$\text{BaCl}_2$	$\text{PbCl}_2$	$\text{ZnCl}_2$	$\text{MnCl}_2$	$\text{NaCl}$
$\text{H}_2\text{O}$	р	р	р при нагр.	р	р	р
$\text{H}_2\text{SO}_4$	–	↓	↓*	–	–	–
$\text{NaOH}$	↓	–	↓р-ся в изб.	↓р-ся в изб.	↓бурет	–

\* осадок растворяется в избытке щелочи.

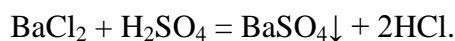
Ниже приводим один из вариантов решения. Определение солей начинаем с растворения их в воде. Для растворения берем **несколько крупинок соли**. Растворяются в воде без нагревания все соли, кроме  $\text{PbCl}_2$ . Эта соль растворяется при нагревании, а при охлаждении раствора вновь выпадает в осадок. Таким образом мы можем предположить, что данная соль  $\text{PbCl}_2$ . Подтвердить предположение можно следующими реакциями:



Особенностью этого осадка является его растворимость в концентрированном растворе щелочи:



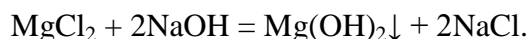
К оставшимся растворам  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{BaCl}_2$ ,  $\text{ZnCl}_2$ ,  $\text{MnCl}_2$  и  $\text{NaCl}$  по каплям добавляем серную кислоту. Осадок выпадает только в одной пробирке и не растворяется в избытке кислоты и щелочи. Это может быть только  $\text{BaSO}_4$ .



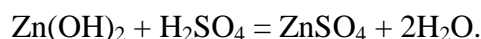
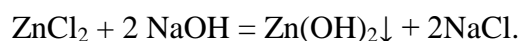
Все остальные соли образуют сульфаты, растворимые в воде.

К оставшимся в четырех пробирках растворам добавляем по каплям щелочь. При этом наблюдаем следующие эффекты.

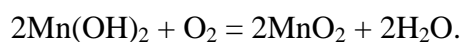
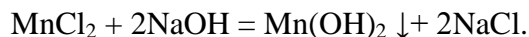
В пробирке, содержащей раствор  $\text{MgCl}_2$ , выпадает осадок, который не растворяется в избытке реагента:



В пробирке, содержащей раствор  $\text{ZnCl}_2$ , выпадает осадок, который будет растворяться как в избытке реагента, так и в кислоте. Это подтверждает амфотерность ионов цинка.



В пробирке, содержащей раствор  $\text{MnCl}_2$ , выпадает осадок, бурящийся на воздухе.



В пробирке, содержащей раствор  $\text{NaCl}$ , никаких эффектов не наблюдаем.

### ***Система оценивания***

*За определение каждой соли с необходимыми уравнениями реакций – 5 баллов  $\times$  6 = 30*

**ИТОГО**

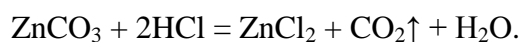
*30 баллов*

## 10 КЛАСС

## Решение

	Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	MnCl <sub>2</sub>	NH <sub>4</sub> Cl	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	Ca <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	MgSO <sub>4</sub>	ZnCO <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>
H <sub>2</sub> O	р	р	р	Р	н	р	н	р
HCl	↓	–	–	↑CO <sub>2</sub>	р	–	р↑CO <sub>2</sub>	–
NaOH	↓раств в изб.	↓бурет	↑NH <sub>3</sub>	↑NH <sub>3</sub>	–	↓	–	↓раств. в изб

Приводим один из вариантов решения. Определение солей начинаем с их растворения. Все соли, кроме ZnCO<sub>3</sub> и Ca<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> растворяются в воде. Не растворившиеся в воде соли растворяем в кислоте, причем при растворении солей в одной из пробирок наблюдаем выделение газа. При этом протекают следующие реакции:

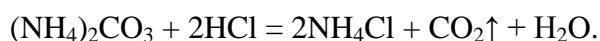


Таким образом, мы определили две соли: ZnCO<sub>3</sub> и Ca<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>.

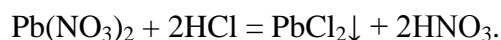
К растворам оставшихся шести солей по очереди по каплям прибавляем раствор кислоты. Наблюдаем следующие эффекты.

В пробирках, содержащих растворы MgSO<sub>4</sub>, MnCl<sub>2</sub>, NH<sub>4</sub>Cl, Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> никаких видимых изменений не наблюдаем.

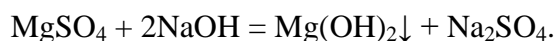
В пробирке с раствором (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> наблюдается выделение газа:



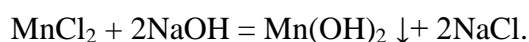
В пробирке, содержащей раствор Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, наблюдаем выпадение осадка PbCl<sub>2</sub>. Особенностью этого осадка является его растворение при нагревании и выпадение снова при охлаждении раствора. Таким образом мы определили Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>.

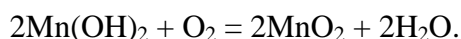


В оставшихся пробирках находятся растворы следующих солей: MgSO<sub>4</sub>, MnCl<sub>2</sub>, NH<sub>4</sub>Cl, Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>. Отбираем по несколько капель раствора каждой соли и переносим в чистые пробирки. Затем в каждую пробирку по каплям добавляем щелочь, в недостатке и в избытке. Наблюдаем за эффектами реакций. Пробирки можно нагреть на водяной бане. В пробирке содержащей MgSO<sub>4</sub>, будет выпадать осадок, не растворяющийся в избытке щелочи:



В пробирке, содержащей MnCl<sub>2</sub>, будет выпадать осадок, бурящийся на воздухе:

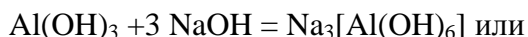
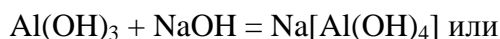
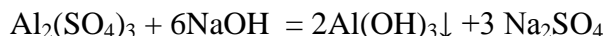




В пробирке, содержащей  $\text{NH}_4\text{Cl}$ , будет ощущаться запах аммиака, который будет усиливаться при нагревании раствора:



В пробирке, содержащей  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ , будет наблюдаться выпадение осадка, который будет растворяться в избытке реактива.



Таким образом, мы определили каждую из солей, находящихся в восьми бюксах.

### ***Система оценивания***

*За определение солей с необходимыми уравнениями  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{MnCl}_2$ ,  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ ,  $\text{ZnCO}_3$ , и  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  по 4 балла,  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ,  $\text{MgSO}_4$  по 3 балла.*

*Замечание для членов Жюри:*

*Хлорид марганца и его раствор в воде отличается от других по цвету (розовый). Если идентификация проведена только по этому признаку, без проведения соответствующих реакций, то она оценивается в 1 балл.*

ИТОГО

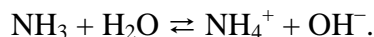
30 баллов

## 11 КЛАСС

### Решение

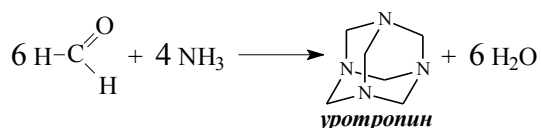
#### Ответы на теоретические вопросы

1. В водном растворе аммиак проявляет основные свойства вследствие протекания процесса:

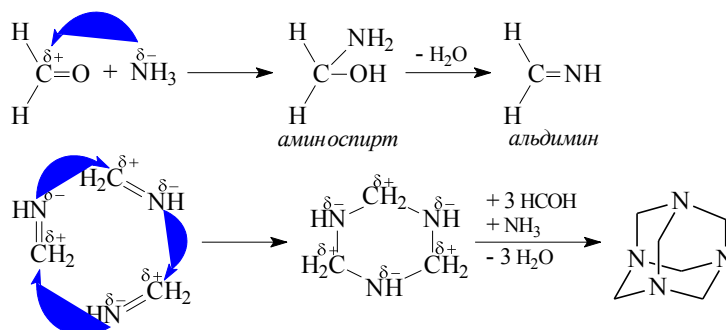


Поэтому при добавлении фенолфталеина к водному раствору аммиака («нашатырному спирту») появляется малиновая окраска. При добавлении формалина к раствору аммиака протекает реакция образования уротропина, в результате чего аммиак полностью расходуется и окраска фенолфталеина исчезает.

2. Уравнение реакции, с помощью которой Вы получили уротропин:



3. Для того, чтобы аргументировано отнести реакцию образования уротропина из формальдегида и аммиака к какому-то из перечисленных типов органических реакций, необходимо иметь некоторые представления о механизме ее протекания. На первой стадии взаимодействия молекулы формальдегида с молекулой аммиака образуется неустойчивый аминспирт (нуклеофильное присоединение), далее превращающийся в чуть более устойчивый альдимин (при этом отщепляется молекула воды). Альдимин образует циклический тример, который далее конденсируется с тремя молекулами формальдегида и одной молекулой аммиака с образованием гексаметилентетрамина:



Таким образом, реакцию образования уротропина из формальдегида и аммиака можно одновременно отнести к реакциям присоединения – отщепления (вариант б) и конденсации (вариант д).

4. Для расчета выхода реакции ( $\eta$ ) необходимо знать массу полученного уротропина ( $m_{\text{эксн.}}$ ) и массу продукта, рассчитанную на введенное количество аммиака:

$$\eta = \frac{m_{\text{эксн.}}}{m_{\text{теор.}}} \cdot 100\%;$$

$$m_{\text{теор.}} = \frac{1}{4} \cdot v(\text{NH}_3) \cdot M(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{N}_4) = \frac{1}{4} \cdot \frac{V(\text{NH}_3) \cdot \rho(\text{NH}_3) \cdot \omega(\text{NH}_3)}{M(\text{NH}_3)} \cdot M(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{N}_4);$$

$$m_{\text{теор.}} = \frac{1}{4} \cdot \frac{1 \text{ мл} \cdot 0,91 \text{ г/мл} \cdot 0,25}{17 \text{ г/моль}} \cdot 140 \text{ г/моль} \approx 0,47 \text{ г}; \quad \eta = \frac{m_{\text{эксн.}}}{0,47} \cdot 100\%.$$

## Глава III.

### Стратегии подготовки к районным (городским) и областным олимпиадам по химии

#### 3.1. Технологический (методический) аспект подготовки к районной (городской) олимпиаде по химии

Сотворчество учителя и ученика сегодня является перспективной тактикой обучения. Именно такой подход будет продуктивным при реализации обучения химии и при работе с одаренными детьми (при подготовке к районным (городским) и областным олимпиадам по химии).

Укажем только некоторые направления работы по химии с одаренными детьми с учетом специфики учебного предмета:

Начиная работу с обучающимися 8-9 классов по химии целесообразно сделать акцент на использовании таких образовательных технологий как:

- *технология развития критического мышления* (формирование умений работать с научным текстом, опираться на жизненный опыт, визуализировать учебный материал, анализировать проблемы современности);
- *технология проблемного обучения* (проблемный характер изложения материала, формирование исследовательской культуры ученика);
- *технология коллективного способа обучения, технология обучения в сотрудничестве* (развитие коммуникативных навыков обучающихся, умений адаптироваться в разных группах за короткий промежуток времени, работать в системе «взаимоконсультаций»);
- *метод проектов* (развитие творческого потенциала ученика, акцент на личностно-значимую информацию и дифференциацию домашних заданий);
- *теория решения изобретательских задач – ТРИЗ педагогика* (формирование самостоятельного и нестандартного стиля мышления, умений работать с открытыми заданиями, не имеющими четкого решения).

В старшей школе (10-11 классы) важно организовать самостоятельную работу обучающихся с учетом их способностей, отслеживать успехи и проблемы. Решить эти вопросы помогут следующие образовательные технологии:

- *технология укрупнения дидактических единиц* (обобщение материала на более высоком уровне, синтез и анализ);
- *технология организации самостоятельной работы учащихся* (построение индивидуальных линий обучения, учет индивидуальных потребностей школьника);
- *балльно-рейтинговая технология в оценивании достижений* (ПОРТФОЛИО как инструмент самооценки и корректировки индивидуальных линий обучения, вектора саморазвития и самоконтроля);
- *исследовательские технологии* (формирование исследовательской культуры ученика, реализация деятельностного подхода в обучении с учетом интересов и способностей школьников);
- *кейс-технология (case-study)* (развитие умений применять полученные знания на практике, в нестандартной ситуации, формирование критического и оценочного мышления, анализ и синтез по материалам современных химических проблем)



### 3.2. Содержательный аспект подготовки к районной (городской) олимпиаде по химии

С учетом многолетней практики проведения районных и областных олимпиад при организации учебных занятий, внеклассной работы, консультаций и творческих домашних заданий следует особое внимание учеников обратить на следующие темы учебного курса, преподаваемых как на базовом, так и на профильном уровнях.

Некоторые из вопросов не включены в школьную программу, следовательно, их необходимо отразить в программах элективных курсов, факультативов, научно-исследовательских обществ обучающихся.

**Общая химия.** Количественные отношения в химии (газовые законы, уравнение Менделеева-Клапейрона), закон эквивалентов. Электронное строение атома и химическая связь (правило Паули, правила Клечковского, понятие о гибридизации, пространственное строение молекул, понятие о полярности, дипольный момент, механизмы образования химической связи, представление об отталкивании электронных облаков и формы молекулы).

Классы неорганических соединений, генетическая связь (понятие о пероксидах, основные и кислые соли, комплексные соли и их номенклатура).

Растворы (молярная и моляльная концентрации, растворимость солей при разной температуре, понятие о кристаллогидратах и расчетные задачи, связанные с данной темой).

Основные закономерности протекания химических реакций (тепловой эффект, правила смещения химического равновесия, расчеты скорости химической реакции и равновесных концентраций).

Закономерности протекания химических реакций в растворах (степень диссоциации, константа диссоциации, гидролиз солей, совместный гидролиз, буферные растворы).

Окислительно-восстановительные реакции (классификация, разные методы расстановки коэффициентов, окислительно-восстановительная способность соединений хрома, марганца, железа, азота, серы, хлора, брома и иода). Электрохимия (электролиз растворов солей, оснований и кислот, закон Фарадея).

**Неорганическая химия.** Химические соединения элементов VA-VIA-VIIA групп, их окислительно-восстановительные свойства. Пероксиды, надпероксиды, озониды. Комплексные соединения, особенности строения; d-элементы, особенности электронного строения атомов, окислительно-восстановительные свойства; характеристические реакции на определение ряда катионов и анионов.

**Органическая химия.** Теория химического строения органических веществ (изомерия органических соединений – структурная, положения двойной (тройной) связи, геометрическая, оптическая). Механизмы химических реакций в органической химии (электронные эффекты). Циклоалканы (особенности химических свойств). Диеновые углеводороды (особенности химических свойств, реакция полимеризации). Альдегиды и кетоны (получение, химические свойства, характерные реакции). Азотсодержащие органические соединения (от аминов до аминокислот – двойственная природа аминокислот). Углеводы (классификация, изомерия, химические свойства, характерные реакции, применение).

Ароматические углеводороды (правило замещения в бензольном кольце, функциональные производные бензола – фенолы и ароматические спирты, ароматические карбоновые кислоты, анилин). Характеристические реакции на определение ряда органических соединений (именные реакции в органической химии).

Из года в год для старшеклассников при выполнении олимпиадных заданий сложными являются вопросы по *физической химии, биохимии, аналитической химии и программе экспериментальных туров*. При организации подготовки школьников необходимо проработать

дополнительно следующие вопросы (**данные темы включены в задания областного и заключительного этапов Всероссийской олимпиады школьников по химии и не предусмотрены в школьной программе, соответственно подразумевают дополнительную подготовку школьников**).

**Физическая химия.** Истинные растворы, коллоидные растворы, гели, золи. Дисперсные системы. Классификация дисперсных систем. Лиофильные и лиофобные системы и их устойчивость.

Строение мицеллы с двойным электрическим слоем. Факторы, влияющие на заряд и устойчивость мицеллы. Коагуляция. Порог коагуляции. Устойчивость лиофильных и лиофобных коллоидов.

Строение мицеллы с поверхностно-активным веществом. Примеры дисперсных систем в живых организмах. Строение и свойства межклеточных мембран.

Различные виды энергетических эффектов химических реакций. Тепловые эффекты химических реакций. Экзо- и эндотермические реакции. Зависимость теплового эффекта химической реакции от природы реагирующих веществ. Термохимические уравнения реакций.

Тепловые эффекты химической реакции при постоянном объеме и при постоянном давлении, их взаимосвязь. Стандартное состояние. Стандартная энтальпия химической реакции. Энтальпия образования химического соединения, энтальпия химической связи, энтальпия сгорания химического соединения, энтальпия фазового перехода. Закон Гесса. Применение закона Гесса.

Химическая термодинамика. Типы термодинамических систем (открытая, закрытая, изолированная). Энергия, теплота и работа. Макро- и микросостояние систем. Математическая и термодинамическая вероятность. Статистическое и термодинамическое определение энтропии.

Зависимость энтропии вещества от его природы, количества и температуры. Абсолютная энтропия. Стандартная энергия химической реакции, энтропия фазового перехода.

Критерий самопроизвольного протекания химической реакции в закрытой системе при постоянном давлении. Энергия Гиббса, ее зависимость от температуры и давления. Стандартная энергия Гиббса химической реакции, образование вещества фазового перехода, сгорание веществ. Энтропийный и энтальпийный факторы в энергии Гиббса.

Константа химического равновесия, ее связь со стандартной энергией Гиббса реакции. Зависимость константы равновесия от природы реагирующих веществ, от температуры, давления. Зависимость реакции от концентрации (давлений) веществ (изотерма химической реакции). Сдвиг химического равновесия. Принцип Ле Шателье.

Первый, второй и третий законы термодинамики. Термодинамические характеристики однопипных соединений элементов А и В групп (простых веществ, гидридов, галогенидов, оксидов, кислородсодержащих кислот).

Обратимые и необратимые химические реакции. Элементарные и сложные реакции. Механизм реакций. Определение скорости химической реакции. Средняя и истинная скорость. Зависимость скорости от природы реагирующих веществ.

Основной закон химической кинетики для элементарных и сложных реакций. Физический смысл константы скорости и ее размерность для реакций первого, второго и третьего порядков. Молекулярность и общий порядок химической реакции. Порядок реакции по одному из реагирующих веществ. Кинетическое уравнение химической реакции. Реакции первого порядка: соотношение между периодом полураспада и константой скорости. Лимитирующие стадии химического процесса (в последовательных и параллельных реакциях).

Основной закон химической кинетики для гетерогенных систем. Уравнение Аррениуса, энергия активации, предэкспоненциальный множитель. Экспериментальное определение энергии активации. Гомогенный и гетерогенный катализ. Ингибиторы. Автокатализ.

Ферментативный катализ. Константа Михаэлиса. Экспериментальные способы определения скорости реакции по одному из реагирующих веществ, энергия активации.

Энергетические диаграммы химических реакций. Термодинамические условия химического равновесия. Связь константы равновесия со стандартной энергией Гиббса.

**Биохимия.** Номенклатура  $\alpha$ -аминокислот. Природные  $\alpha$ -аминокислоты. Структура и свойства белковых радикалов. Хиральность аминокислот, образующих белки. Кислотно-основные свойства, амфотерность природных аминокислот. Изоэлектрическая точка. Цвиттер-ион. Химический синтез  $\alpha$ -аминокислот и разделение рацемических форм.

Химические реакции  $\alpha$ -аминокислот: реакции аминогруппы, реакции карбоксильной группы. Пептидная связь. Номенклатура пептидов. Белки. Первичная, вторичная, третичная и четвертичная структура белков. Понятие о ферментах и ферментативном катализе.

Каталитическая активность. Типы реакций, катализируемых ферментами. Основы кинетики ферментативного катализа. Ингибиторы: обратимые и необратимые, конкурентные и неконкурентные реакции.

Основные принципы химического синтеза полипептидов. Защита аминогруппы и активация карбоксильной группы. Общие принципы определения первичной структуры пептидов и белков.

Моносахариды и полисахариды. Классификация и стереохимия моносахаридов. Альдозы и кетозы. Представление альдоз и кетоз в проекции Фишера. Циклические полуацетали альдоз и полукетали кетоз – пиранозы и фуранозы.  $\alpha$ - и  $\beta$ -Аномеры. Таутомерия циклических и открытых форм в растворах моносахаридов, мутаротация глюкозы, конформации пиранозного цикла.

Реакции моносахаридов. Получение гликозидов. Синтез простых и сложных эфиров моносахаридов. Окисление альдоз до альдоновых, альдуриновых и сахарных кислот. Исчерпывающее окисление моносахаридов иодной кислотой. Образование озонидов при взаимодействии с фенилгидразином. Синтез моносахаридов по Килиани-Фишеру и деградация по Волфу и Руффу. Дисахариды (биозы): мальтоза, целлобиоза, лактоза, сахароза. Полисахариды – целлюлоза, крахмал, гликоген.

Нуклеиновые кислоты – основные представления. Первичная структура ДНК и РНК. Строение нуклеотидов и нуклеозидов. Рибоза и дезоксирибоза. Гетероциклические основания, входящие в состав нуклеотидов: пурины и пиримидины. 5'-3'-Фосфодиэфирная связь между остатками нуклеотидов. АТФ – основная энергетическая «валюта» клетки. Макроэргическая связь.

Представление о секвенировании (определении нуклеотидной последовательности). Макромолекулярная (вторичная и третичная) структура ДНК. Двойная спираль Уотсона и Крика. Комплементарные взаимодействия нуклеотидов в ДНК.

Липиды и их биологическая роль. Классификация липидов: жирные кислоты, триацилглицериды, воска, стероиды, фосфолипиды. Структура фосфолипидов. Глицерин. Насыщенные и ненасыщенные жирные кислоты.

Свойства жиров (в том числе и амфифильность) и распространение в природе. Основные представители жиров и их биологическая роль в организме человека. Самоорганизация амфифильных липидов в водных растворах: мицелла, мембранный бислой, липосома.

**Программа экспериментальной тура.** Взвешивание (аналитические весы). Измерение объема жидкости с помощью мерного цилиндра. Приготовление раствора из твердого вещества и растворителя. Смешивание и разбавление, выпаривание растворов. Нагревание с помощью горелок и электрических плиток. Измерение объема жидкости с помощью пипетки, бюретки.

Смешивание и перемешивание жидкостей. Использование миксера и магнитной мешалки. Использование капельной воронки. Фильтрация через плоский бумажный фильтр. Фильтрация через свернутый бумажный фильтр.

Промывание осадков на фильтре. Высушивание осадков на фильтре с растворителем. Перекристаллизация веществ из водных растворов. Высушивание веществ в сушильном шкафу. Высушивание веществ в эксикаторе.

Синтез в плоскодонной колбе – общие принципы. Синтез в круглодонной колбе – общие принципы. Использование промывной склянки. Работа с водоструйным насосом. Фильтрование через воронку Бюхнера.

Аппаратура для нагревания реакционной смеси с дефлегматором. Аппарат для перегонки жидкостей при нормальном давлении. Перекристаллизация веществ из известного органического растворителя. Практический выбор растворителя для перекристаллизации. Экстракция с несмешивающимся растворителем.

Реакции в пробирке. Обнаружение катионом и анионов в водном растворе.

Методика проведения реакций в кювете и на фильтровальной бумаге.

Идентификация элементов по окрашиванию пламени. Групповые реакции на катионы и анионы. Качественное определение основных функциональных групп органических соединений.

Определение органических и неорганических веществ. Количественные определения с помощью реакций осаждения. Прокаливание осадка в тигле. Количественный волюметрический анализ. Правила титрования. Использование шарика пипетки. Приготовление стандартного раствора.

Кислотно-основное титрование. Цветовые переходы индикатором при кислотно-основном анализе. Прямой и непрямой анализ. Обратное титрование. Окислительно-восстановительный, осадительный и комплексометрический методы титрования. Колоночная хроматография.

Специальные измерения и процедуры. Измерения с рН-метром. Бумажная тонкослойная хроматография. Термостатирование. Колориметрия. Измерение электропроводности. Фотоколориметрия.

Оценка погрешности эксперимента (значащие цифры, графики).

Материал составлен в соответствии с источником: *Лунин В.В., Архангельская О.В., Тюльков И.А. Всероссийская олимпиада школьников по химии в 2006 году/Научн. редактор Э.М.Никитин.– М.: АПК и ППРО, 2006.*

### **3.3. Организационный аспект подготовки к районной (городской) олимпиаде по химии**

В целях популяризации химии как науки, повышения мотивации школьников целесообразно предлагать (хотя бы раз в четверть) следующие нетрадиционные уроки:

- урок-исследование (работа в творческих мастерских),
- урок-конференция, урок-лаборатория, научные дебаты, урок-открытие,
- урок-игра (кейс-технология, ТРИЗ-педагогика, деловые игры для старшеклассников),
- интегрированные уроки (химия-биология, химия-география, химия-физика, химия-математика).

Активную работу по подготовке школьников к олимпиадам возможно проводить в рамках НОУ, факультативов, дополнительных занятий с одаренными детьми, дистанционных курсов и конкурсов исследовательских работ, сотрудничества с вузами в целях профессиональной ориентации (например на базе биолого-химического факультета БелГУ существует заочная школа «Юный химик» - <http://www.bsu.edu.ru>).

Полезные сайты для организации работы с одаренными ребятами, выбирающими своей специализацией химию, указаны ниже:

<http://rsr-olymp.ru/> - официальный сайт Всероссийских олимпиад школьников (нормативные документы, дистанционные олимпиады, анализ результатов и рекомендации).

<http://www.chem.msu.su/rus/olimp> - задачи химических олимпиад. Международные олимпиады, Менделеевская олимпиада, Химико-математические олимпиады, Всероссийские олимпиады школьников по химии. Материалы 1997-2004г.

<http://olimp.distant.ru/> – Российская дистанционная олимпиада школьников по химии и Международная дистанционная олимпиада школьников по химии "Интер-Химик-Юниор".

<http://www.eidos.ru/olymp/chemistry/> – Всероссийский дистанционный эвристические олимпиады по химии (положение, рекомендации, методические материалы).

<http://olympiads.mccme.ru/turlom/> – Ежегодный Турнир имени Ломоносами (творческая олимпиада для школьников, конкурсы, семинары).

<http://www.step-into-the-future.ru/> программа «Шаг в будущее (выставки, семинары, конференции, форумы для школьников и учителей по вопросам организации исследовательской деятельности, подготовки проектных работ);

<http://www.iteach.ru> - программа Intel – «Обучение для будущего» (технология проектного обучения, создание школьных учебных проектов, методические особенности организации проектной деятельности, конкурсы и тренинги).

<http://www.it-n.ru/> - сетевое сообщество учителей химии «Химоза» и сообщество учителей-исследователей «НОУ-ХАУ» (интересные материалы, конкурсы, форумы, методические рекомендации по организации исследовательской деятельности).

<http://www.alhimik.ru> - полезные советы, эффективные опыты, химические новости, виртуальный репетитор (сайт будет полезен как для учеников, так и для учителей).

<http://dnttm.ru/> – Дом научно-технического творчества молодежи г. Москва (on-line конференции, тренинги, обучения для творческих ребят по физике и химии)

<http://www.redu.ru/> – Центр развития исследовательской деятельности учащихся (подготовка исследовательских проектов, методические рекомендации для учителя, конкурсы, мероприятия для школьников on-line).

<http://chemistry-chemists.com/> – «Химия и Химики» - форум журнала (эксперименты по химии, практическая химия, проблемы науки и образования, сборники задач для подготовки к олимпиадам по химии).

### **Информационный аспект подготовки к районной (городской) олимпиаде по химии**

Один из важных моментов деятельности учителя при организации *работы с одаренными детьми – обеспечение условий для их самостоятельной работы*. Предлагаем учителю наиболее интересные с содержательной точки зрения литературные источники, которые могут стать практической основой для целенаправленной работы с одаренными детьми, разработки системы творческих самостоятельных заданий и самоподготовки, а также факультативных занятий.

- Агафонин Н.П. Периодический закон и периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева. – М.: Просвещение, 1982.
- Алексинский В.Н. Занимательные опыты по химии. – М.: Химия, 1995.
- Аликберова Л.Ю., Н.С. Рукк. Полезная химия: задачи из история. М.: Дрофа – 2008.
- Артеменко А.И. Удивительный мир химии. М.: Дрофа, 2006.
- Артеменко А.И. Органическая химия. Номенклатура. Изомерия. Электронные эффекты. М.: Дрофа – 2004-2008.
- Белых З.Д. Проводим химическую олимпиаду. – Пермь: Книжный мир, 2001. – 45с.

- Артеменко А.И. Применение органических соединений. М.: Дрофа – 2008.
- Будруджак П. Задачи по химии: Пер. с румынск. – М.: Мир, 1989.
- Габриелян О.С. Органическая химия: задачи и упражнения: пособие для учащихся 10 кл. общеобразоват. учреждений с углубл. Изучением химии/ О.С. Габриелян и др. – М.: Просвещение, 2006.
- Габриелян О.С. Органическая химия: задачи и упражнения: пособие для учащихся 11 кл. общеобразоват. учреждений с углубл. Изучением химии/ О.С. Габриелян и др. – М.: Просвещение, 2006.
- Гроссе Э., Вейсмантель Х. Химия для любознательных. – Л.: Химия, 1985.
- Друдцова Д.Д. Окислительно-восстановительные реакции. М.: Дрофа, 2005.
- Задачи всероссийской олимпиады по химии/ Под общей ред. академика РАН, профессора В.В. Лунин – М.: Издательство «Экзамен», 2003.
- Емельянова Е.О., Иванова Р.Г. Именные реакции в органической химии 10-11 классы: учебное пособие. М.: - Вентана-Граф, 2009.
- Задачи Всероссийской олимпиады школьников по химии / Под общей редакцией академика РАН, профессора В.В.Лунина – М: «Экзамен», 2003.
- Колтун М.М. Мир химии. Книга для ученика. М.: Просвещение – 2009.
- Кузьменко Н.Е., Еремин В.В. Химия. 2400 задач для школьников и поступающих в вузы. – М.: Дрофа, 1999 (и все последующие издания).
- Кузьменко Н.Е. и др. Начала химии. – М.: Экзамен, 2005.
- Леенсон И.А. 100 вопросов и ответов по химии: Материалы для школьных рефератов, факультативных занятий и рефератов. – М.: ООО «Издательство АСТ»; ООО «Издательство Астрель», 2002.
- Леенсон И.А. Химические реакции: Тепловой эффект, равновесие, скорость / Леенсон И.А.. – М.: ООО «Издательство АСТ»; ООО «Издательство Астрель», 2002.
- Литвинов Т.Н. Задачи по общей химии с медико-биологической направленностью. – Ростов н/Д: «Феникс», 2001.
- Лисичкин Г.В., Бетанели В.И. Химики изобретают: Кн. для учащихся. – М.: Просвещение, 1990. Степин Б.Д. Занимательные задания и эффектные опыты по химии/ Б.Д. Степин, Л.Ю. Аликберова. – М.: Дрофа, 2002.
- Лунин В.В., Архангельская О.В., Тюльков И.А. Всероссийская олимпиада школьников по химии/Научн.редактор Э.М.Никитин.– М.: АПК и ППРО, 2005. – 128 с.
- Лунин В.В., Архангельская О.В., Тюльков И.А. Всероссийская олимпиада школьников по химии в 2006 году / Научн. редактор Э.М.Никитин.– М.: АПК и ППРО, 2006. – 144 с.
- Лунин В.В. Архангельская О.В., Тюльков И.А. Химия: Всероссийские олимпиады: Вып. 1. - М.: Просвещение, 2008.
- Раков Э. Вещества и люди. Заметки и очерки о химии. – М.: Академкнига, 2003.
- Рюмин В.В. Занимательная химия. М.: Просвещение – 2009.
- Степин Б.Д., Аликберова Л.Ю. Занимательные задания и эффектные опыты по химии. М.: Дрофа, 2006.
- Оржековский П.А. и др. Творчество учащихся на практических занятиях по химии: Книга для учителя. М., 1999 (Методическая библиотека).

- Тикунова И.В. и др. Учебное пособие для общеобразовательных школ с углубленным изучением химии. Белгород.: Институт усовершенствования учителей, 1993.
- Трифонов И.М., Трифонов В.Д. Как были открыты химические элементы: пособие для учащихся. М.: Просвещение, 1980.
- Фримантл М. Химия в действии. В 2 т. – М.: Мир, 1998.
- Химия XXI века в задачах международных Менделеевских олимпиад / под ред. В.В. Лунина. – М.: Изд-во Моск. Ун-т; Наука, 2006.
- Химия: Задачи с ответами и решениями: Учеб.-метод. пособие / П.А. Оржековский и др. М.: ООО «Издательство АСТ»; ООО «Издательство Астрель», 2004.
- Химия 10-11: Сборник задач с решениями и ответами/ В.В. Сорокин и др. – М.: ООО «Издательство АСТ»; ООО «Издательство Астрель», 2001
- Химия. Интересные уроки: Из зарубежного опыта преподавания / авт.-сост. В.Н. Головнер. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2001.
- Штрепплер Г.И. Химия на досуге. – М.: Просвещение, 1996.
- Чуранов С.С., Демьянович В.М. Химические олимпиады школьников. – М.: Знание, 1979.
- Уоддел Т., Райболт Т. Химические приключения Шерлока Холмса. М.; Просвещение – 2008.
- Энциклопедия для детей. Т. 17: Химия. – М.: Аванта +, 2001.
- Энциклопедия химических элементов. – М.: Дрофа, 2000.
- Эпштейн Д.А. Химия в промышленности. – М.Просвещение, 1983.

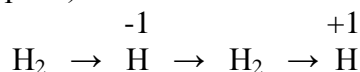
Представленный список литературы, конечно же, неполный. Учитель химии может обращаться и к другим источникам, позволяющим разработать систему занятий с одаренными детьми.

## Глава IV.

### Тренировочные задания «Готовимся к районной олимпиаде»

#### 4.1. Тренировочные задания по теме «Водород. Пероксид водорода. Вода»

1. Докажите, что существуют гидриды (общей формулой  $\text{ЭН}_x$ ), в которых содержится 12,5% водорода.
2. Земная кора и гидросфера содержат  $\approx 49\%$  кислорода и  $\approx 0,8\%$  водорода по массе. Сколько атомов кислорода приходится на один атом водорода?
3. Оксид углерода (II) смешали с водородом в мольном отношении 1 : 3 при давлении 101,5 кПа и температуре  $320^\circ\text{C}$ , полученную смесь пропустили через контактный аппарат для синтеза метанола. Объем газов, вышедших из аппарата при  $320^\circ\text{C}$  и 81,2 кПа, оказался равным исходному объему газов, измеренному до реакции. Определите объемную долю (в %) паров метанола в реакционной смеси и процент превращения оксида углерода (II) в метанол.
4. Задание касается гидридов различных элементов. В каждом из следующих пунктов укажите название гидрида и составьте уравнение описанной реакции: а) гидрид, который быстро и полностью гидролизуется в холодной воде; б) гидрид, который самопроизвольно возгорается на воздухе, в) гидрид, при электролизе которого в расплавленном состоянии на аноде выделяется водород, г) гидрид, водный раствор которого представляет собой двухосновную кислоту, д) гидрид, водный раствор которого представляет собой слабую щелочь, е) гидрид, который может быть лигандом для ионов переходных d-элементов.
5. Опишите, каковы структура и тип химической связи в молекуле воды. На основании этого а) опишите, что должно наблюдаться при опускании безводного сульфата меди в большой объем воды, б) объясните, почему в некоторых случаях при растворении солей происходит разогревание раствора, а в других – охлаждение раствора, в) поясните, почему воду называют «универсальным растворителем», во всех ли случаях это справедливо?
6. Пероксид водорода широко применяется для реставрации живописи на основе масляных красок, в состав которых входят «почерневшие» свинцовые белила ( $\text{PbCO}_3$ ). Почему свинцовые белила могут темнеть, и каким образом пероксид водорода «реставрирует» картины?
7. В закрытом сосуде объемом 26 л над 60 мл 90%-ной серной кислотой ( $\rho = 1,82$  г/мл) подожгли смесь водорода с избытком воздуха. После поглощения образовавшейся воды концентрация серной кислоты снизилась до 87%. Определите состав смеси газов до и после сжигания, если считать, что в воздухе содержится 21% кислорода по объему.
8. Вода считается амфотерным оксидом. Приведите не менее трех уравнений химических реакций, иллюстрирующих такое утверждение. Можно ли воду назвать «амфолитом»?
9. Напишите возможные реакции последовательного превращения в соответствии со схемой (указана степень окисления водорода):



Укажите для каждого простого вещества по два способа получения, которые не отражены в цепочке превращений.



10. Твердое кристаллическое вещество, состоящее из одновалентного металла и одновалентного неметалла, энергично реагирует с водными растворами кислот с выделением водорода. При взаимодействии с водой 2,4 г этого вещества выделился водород объемом 2630 мл (измерен при 37<sup>0</sup>С и 98 кПа), а раствор приобрел щелочную реакцию. Определите состав вещества и напишите уравнения его реакций с водой, соляной кислотой и хлором.

11. Газ, выделившийся при действии 2,0 г цинка на 18,7 мл 14,6%-ной соляной кислоты ( $\rho = 1,07$  г/мл), пропустили при нагревании над 4,0 г оксида меди (II). Чему равна масса полученной твердой смеси? С каким объемом хлора при 38<sup>0</sup>С и давлении 95 кПа сможет прореагировать данный объем водорода? Все реакции проходят количественно.

12. При определенных химических условиях вода может выступать в роли а) брэнстедовской кислоты, б) брэнстедовского основания, в) лиганда, г) нуклеофила, д) окислителя, е) восстановителя. Приведите по две реакции, иллюстрирующих каждое из приведенных выше свойств воды (укажите условия).

13. Расплавленное бинарное соединение **A** подвергается электролизу при определенных условиях. На катоде образуется пар, который удалось сконденсировать в твердое вещество серого цвета; на свежем разрезе это вещество имеет блестящую поверхность, которая быстро тускнеет на влажном воздухе. На аноде выделяется газ, который в атмосфере хлора образует «влажный дым». Запишите формулу бинарного вещества и химические реакции всех процессов.

14. Сложное вещество **A** с резким запахом образуется в результате каталитической реакции двух простых веществ **B** и **C**. Вещество **B** можно получить в результате реакции некоторых металлов с растворами кислот. Вещество **C** состоит из двух атомов и является достаточно инертным, за счет наличия в молекуле тройной связи. Определите все вещества, напишите уравнения химических реакций, о которых говорится в условии. Для каждого вещества **A**, **B** и **C** напишите не менее двух реакций, иллюстрирующих их химические свойства.

15. В цепочке химических реакций, все вещества содержат атомы водорода, четыре вещества содержат атомы кислорода и три вещества содержат атомы натрия:



Лакмус в среде вещества **G** приобретает синюю окраску, а в среде вещества **F** – красную. Вещество **E** при взаимодействии с хлоридом бария дает белый осадок. Определите вещества и напишите уравнения химических реакций в соответствии с цепочкой превращений.

16. Сложное вещество **A**, содержащее два атома кислорода, при освещении постепенно разлагается с выделением газа **B**, который является достаточно активным окислителем. При разложении некоторых сложных веществ может образовываться вещество **A**. Приведите несколько возможных вариантов решения задачи. Дайте характеристику окислительно-восстановительных свойств вещества **A**.

#### 4.2. Тренировочные задания по теме «Галогены»

$t^{\circ}\text{C}$

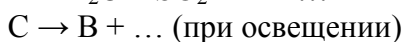
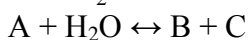
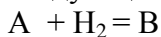
1. В цепочке превращений  $\mathbf{A} \rightarrow \mathbf{B} \xrightarrow{t^{\circ}\text{C}} \mathbf{C} \rightarrow \mathbf{A} \rightarrow \mathbf{D}$  представлены одно простое и три сложных вещества. **A** – зеленый газ, имеющий плотность 3,485 г/л при давлении 1,2 атм и температуре 25<sup>0</sup>С. **B** и **C** – кислоты, одна из которых является очень слабой. **D** – соль, которая используется в производстве спичек. Определите вещества и напишите уравнения химических реакций в соответствии с цепочкой превращений.

2. Через раствор иодида калия в течение продолжительного времени пропускали струю хлора, а затем испытали раствор на присутствие свободного иода крахмалом, однако посинение не обнаружили. Дайте объяснение этому факту.

3. Простое газообразное вещество **A** желто-зеленого цвета с резким запахом реагирует с серебристо-белым металлом **B**, плотность которого меньше плотности воды. В результате реакции образуется вещество **C**, окрашивающее пламя горелки в фиолетовый цвет. При действии на вещество **C** концентрированной серной кислоты выделяется газ **D**, хорошо растворимый в воде. Напишите уравнения реакций и определите вещества, о которых говорится в условии задачи.

4. Водный раствор иодида калия, содержащий примесь бромида калия, встряхивали с избытком бромной воды, а затем упарили и кристаллизовали. В результате получили продукт, масса которого на **A** граммов меньше массы первоначального препарата. Этот продукт растворили в воде и через полученный раствор пропустили избыток хлора, после чего упарили и опять кристаллизовали. Масса нового продукта также на **A** граммов меньше массы препарата, полученного в предыдущем опыте. Найдите массовую долю бромида калия в исходном препарате. Считать, что все химические реакции идут количественно.

5. Назовите вещества **A**, **B** и **C**, если известно, что они вступают в реакции, описываемые следующими схемами:



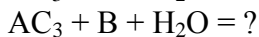
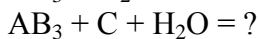
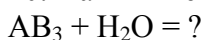
6. При пропускании хлора через раствор сильной кислоты **A** выделяется простое вещество **B** и раствор приобретает темную окраску. При дальнейшем пропускании хлора **B** превращается в кислоту **C** и раствор обесцвечивается. Назовите вещества **A**, **B** и **C**. Напишите уравнения реакций.

7. Смесь иодида магния и иодида цинка обработали избытком бромной воды, полученный раствор выпарили. Масса сухого остатка оказалась в 1,445 раза меньше исходной смеси. Во сколько раз масса осадка, полученного после обработки такой же смеси избытком карбоната натрия, будет меньше массы исходной смеси.

8. К подкисленному раствору, содержащему 0,543 г некоторой соли, в состав которой входят литий, хлор и кислород, добавили раствор иодида натрия до прекращения выделения иода. Масса образовавшегося иода равна 4,57 г. Установите формулу соли. На сколько процентов уменьшится масса твердого вещества при полном термическом разложении исходной соли?

9. Газ **A** под действием концентрированной серной кислоты превращается в простое вещество **B**, которое реагирует с сероводородной кислотой с образованием простого вещества **C** и раствора исходного вещества **A**. Назовите вещества **A**, **B** и **C**. Напишите уравнения химических реакций.

10. Напишите уравнения реакций, соответствующих следующим схемам:



### 4.3. Тренировочные задания по теме «Халькогены»

1. Какую массу оксида серы (VI) надо растворить в 100 г 91%-ного раствора серной кислоты для того, чтобы получить 30%-ный олеум.
2. В цепочке превращений  $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow B \rightarrow D$  все вещества являются сложными и содержат серу. Вещества **B** и **D** – средние соли, а вещество **C** – кислая соль. Назовите все вещества. Напишите уравнения химических реакций, с помощью которых можно осуществить данные превращения.
3. Простое неустойчивое газообразное вещество **A** превращается в другое газообразное вещество **B**, в атмосфере которого сгорает металл **C**, продуктом этой реакции является оксид, в котором металл находится в двух степенях окисления. Что из себя представляют вещества **A**, **B** и **C**. Приведите уравнения всех реакций.
4. При полном разложении нитрата щелочного металла масса выделившегося кислорода составила 8,2% от исходной массы нитрата. Установите формулу нитрата. Составьте цепочку превращений:  $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow \text{неизвестный нитрат} \rightarrow A \rightarrow B \rightarrow C$  (для осуществления химических реакций в вашем распоряжении любое оборудование).
5. Бесцветный газ **A** с резким характерным запахом окисляется кислородом в присутствии катализатора в соединение **B**, представляющее собой летучую жидкость. Соединяясь с негашеной известью, вещество **B** образует соль **C**. Что из себя представляют вещества **A**, **B** и **C**. Приведите уравнения всех реакций.
6. При пропускании удушливого газа **A** через бромную воду выпадает осадок простого вещества **B**, которое растворяется в концентрированном растворе сульфита натрия с образованием соли **C**. При приливании раствора соли **C** к осажденным галогенам серебра образуется прозрачный раствор. Определите вещества **A**, **B** и **C**. Приведите уравнения всех реакций.
7. Назовите вещества **A**, **B** и **C**, если известно, что они вступают в реакции, описываемые следующими схемами:  
 $A + O_2 = B + \dots$   
 $A + B = C + \dots$   
 $A + Br_2 = C + \dots$   
 $C + H_2SO_4 (\text{конц}) = B + \dots$
8. Сколько граммов кристаллогидрата  $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$  необходимо добавить к 100 мл 8%-ного раствора сульфата натрия ( $\rho = 1,07$  г/мл), чтобы удвоить массовую долю вещества в растворе? Какие кристаллогидраты имеют наибольшее значение в быту и производстве?
9. Смешали 14 г 14% -ного олеума, 20 г кристаллического карбоната натрия (десятиводного) и 56 г 8%-ного раствора гидросульфита натрия. Вычислите массовые доли веществ в полученном растворе.
10. Имеется смесь меди, углерода и оксида железа (III) с молярным соотношением компонентов 4 : 2 : 1 (в порядке перечисления). Какой объем 96%-ной серной кислоты ( $\rho = 1,84$  г/мл) нужен для полного растворения при нагревании 2,2 г такой смеси?

#### 4.4. Тренировочные задания по теме «Пниктогены»

1. Дождевая вода в грозу содержит немного азотной кислоты. В результате каких реакций она образуется? Укажите необходимые условия.
2. Аммиак можно получить непосредственным нагреванием фосфата аммония, тогда как для получения его из хлорида аммония последний необходимо смешать со щелочью. Зачем?
3. При сгорании в присутствии кислорода бесцветный газ **A**, обладающий резким характерным запахом, образуется газ **B** без цвета и запаха. Вещество **B** реагирует при комнатной температуре с литием с образованием твердого вещества **C**. Приведите возможные формулы **A**, **B**, **C** и приведите уравнения реакций.
4. Вещество **A**, образующиеся при взаимодействии двух простых веществ **B** и **C**, вступает в реакции как с хлором (в избытке) так и с хлороводородом. В результате обеих реакций получается вещество **D**. Определите вещества **A**, **B**, **C** и **D**, напишите уравнения химических реакций.
5. При взаимодействии вещества **A** с хлороводородной кислотой выделяется бесцветный газ, если после завершения реакции к смеси добавить твердый гидроксид натрия, снова выделяется газ, причем вдвое больше по объему и практически той же массы. Какое соединение **A** отвечает упомянутым условиям? (Подсказка: в состав **A** входят 3 элемента).
6. При взаимодействии некоторого металла массой 2,64 г с азотом образовался нитрид массой 2,92 г. Определите его формулу. Предложите три химических реакции, иллюстрирующих свойства данного бинарного соединения.
7. В процессе синтеза аммиака давление в реакторе упало на 10%. Определите состав полученной после реакции газовой смеси (в % по объему), если в исходной смеси содержание азота и водорода отвечало стехиометрическим соотношениям.
8. Царская водка растворяет не только золото, но и платину. Попробуйте закончить уравнение реакции и расставить коэффициенты:  $\text{Pt} + \text{HNO}_3 + \text{HCl} = \text{H}_2[\text{PtCl}_6] + \dots$
9. Напишите вещества **A**, **B** и **C**, если известно, что они вступают в реакции, описываемые в следующих схемах:  
 $\text{A} + \text{O}_2 = \text{B}$   
 $\text{B} + \text{H}_2\text{O} = \text{A} + \text{C}$   
 $\text{C} + \text{Cu} = \text{A} + \dots$
10. При прокаливании смеси нитратов натрия с нитратом неизвестного металла (степень окисления неизвестного металла +3, в ряду напряжений находится между магнием и медью), образовалось 27,3 г твердого остатка и выделилось 34,72 л (н.у.) смеси газов. После пропускания газов через раствор гидроксида натрия образовалось две соли и объем газов сократился до 7,84 л. Установите формулу нитрата неизвестного металла. Приведите расчеты.
11. После длительного действия на смесь, состоящую из 15 мл оксида азота (?) и избытка водорода (н.у.) искрового электрического разряда объем газовой смеси уменьшился на 15 мл. Пропускание получившейся в результате этой химической реакции смеси через раствор серной кислоты к изменению объема не привел. Установите формулу оксида азота и напишите уравнения химических реакций.

#### 4.5. Тренировочные задания по теме «Подгруппа углерода»

1. В одной из трех склянок имеется раствор гидроксида натрия, в другой – гидрокарбоната натрия, в третьей – карбоната натрия. Как распознать содержимое каждой склянки? Приведите уравнения химических реакций.

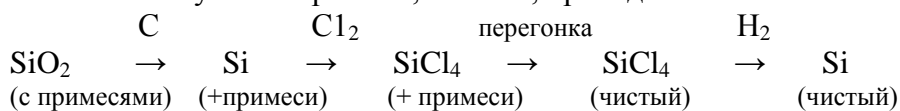
2. При полном гидролизе смеси карбидов кальция и алюминия образуется смесь газов, которая в 1,6 раз легче кислорода. Определите массовые доли карбидов в исходной смеси. Напишите химические реакции получения данных карбидов (укажите условия).

3. При взаимодействии сложного вещества **A** с избытком магния при нагревании образуются два вещества, одно из которых – **B**, под действием соляной кислоты выделяет ядовитый газ **C**. При сжигании газа **C** образуются исходное вещество **A** и вода. Назовите вещества **A**, **B** и **C**, напишите уравнения перечисленных химических реакций.

4. При взаимодействии углерода с концентрированной серной кислотой выделилось 13,44 л газов (н.у.). Рассчитайте массу углерода, вступившего в реакцию. Сколько литров газа выделится при взаимодействии данного количества углерода с избытком концентрированной азотной кислоты? Почему для полного растворения кремния недостаточно азотной кислоты и приходится использовать смесь концентрированной азотной и плавиковой кислот в молярном отношении 1 : 3?

5. Оксид углерода и кремния значительно отличаются по химическим свойствам: а) сопоставьте реакции оксидов со щелочами, б) как оксиды взаимодействуют с водой, в) взаимодействуют ли оксиды с магнием, г) как из данных оксидов можно получить чистое простое вещество **C** и **Si**?

6. Для транзисторов и других элементов электронной техники используется кремний высокой чистоты. Получение кремния, обычно, проводят по схеме:

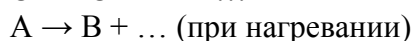
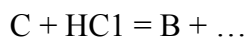
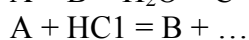
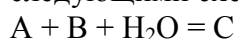


Рассчитайте, какое количество вещества высокой чистоты можно получить из 150 кг кремния, содержащего 10% примесей.

7. Что происходит, когда над раскаленным углем пропускают водяной пар? Как называется полученный при этом продукт, и для каких целей он используется? Напишите уравнения соответствующих реакций.

8. Взаимодействие соли слабой кислоты с более сильной кислотой должно происходить тем быстрее и полнее, чем большую концентрацию ионов оксония ( $\text{H}_3\text{O}^+$ ) создает сильная кислота. Но почему же реакция слабой уксусной кислоты с карбонатом кальция происходит быстрее, чем при взаимодействии карбоната кальция с серной кислотой? Напишите уравнения всех химических реакций.

9. Назовите вещества **A**, **B** и **C**, если известно, что они вступают в реакции, описываемые следующими схемами:



10. При действии гидроксида кальция на раствор соли **A** образуется осадок **B**, а при действии хлорида кальция на раствор соли **A** ничего не происходит. Сильные кислоты растворяют вещество **A** с выделением газа **C**, не обесцвечивающего раствор перманганата калия. Что из себя представляют вещества **A**, **B**, **C**? Напишите уравнения химических реакций, о которых говорится в условии.

11. При кипячении водного раствора пищевой соды образуется водный раствор карбоната натрия. Рассчитайте, какова должна быть массовая доля гидрокарбоната натрия в исходном растворе, чтобы после кипячения получить 5,83%-ный раствор карбоната натрия (потерями воды при кипячении пренебречь)?

12. Смесь оксида углерода (II) и паров воды, содержащая 50% (по объему) веществ, пропущена при высокой температуре над железным катализатором. Константа равновесия «реакции сдвига»  $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2$  при температуре проведения процесса оказалась 0,5. Рассчитайте выход продуктов и состав (в % по объему) равновесной газовой смеси.

13. Смесь оксида кремния (IV) и карбоната кальция сильно нагрели, масса выделившегося при этом газа оказалась в 1,818 раза меньше твердого остатка. Масса твердого остатка при промывании водой уменьшилась. Вычислите, во сколько раз в исходной смеси число атомов кислорода было больше, чем атомов кремния.

14. Какие соединения называют жидкими стеклами? На каких свойствах жидких стекол основано их применение. Как можно окрасить стекло в красный, светло-зеленый и голубой цвета (с помощью соединений каких элементов)?

15. Простое вещество **A** реагирует с водородом со взрывом, образуя газ **B**, водный раствор которого является слабой кислотой, растворяющей оксид кремния (IV) с выделением газа **C**. Назовите вещества, напишите уравнения химических реакций.

16. Газообразное при комнатной температуре вещество **A** горит в кислороде, при этом образуется только газообразное вещество **B**, количество вещества которого превышает количество **A** в три раза. При растворении **A** в воде образуется органическая кислота **C**, при растворении **B** в воде образуется раствор очень слабой неорганической кислоты **D**. При кипячении **C** выделяется вещество **B**. Определите все вещества, напишите уравнения химических реакций. (Подсказка: вещество **A** состоит из элементов неметаллов, соотношения атомов которых в веществе соответственно 3 : 2).

#### 4.6. Тренировочные задания по теме «Щелочные и щелочноземельные металлы»

1. Как можно установить, что при горении металлического калия образуется не оксид, а пероксид?

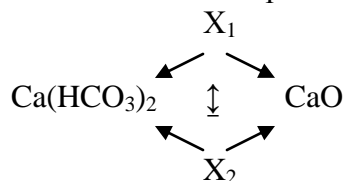
2. Объясните, почему при практическом осуществлении электролизе раствора хлорида натрия объем водорода, выделяющегося на катоде, бывает несколько больше объема хлора, выделяющегося на аноде (объемы газов измерены при одинаковых условиях).

3. Составьте уравнения реакций по схеме:  $\text{A} \rightarrow \text{B} \rightarrow \text{C} \rightarrow \text{нитрат натрия} \rightarrow \text{D} \rightarrow \text{E} \rightarrow \text{F}$ . **A**, **B**, **C**, **D**, **E**, **F** – сложные вещества, содержащие натрий. Каждое последующее вещество в схеме имеет молекулярную массу больше, чем предыдущее вещество.

4. Серебристо-белое легкое простое вещество **A**, обладающее хорошей тепло- и электропроводностью, реагирует с водой при нагревании, при этом образуются два вещества – простое и сложное (**B**). Вещество **B** реагирует с кислотой **C**, образуя соль, раствор которой при добавлении хлорида бария дает белый осадок, нерастворимый в кислотах и щелочах. Назовите вещества **A**, **B** и **C**, напишите уравнения химических реакций.
5. При действии избытка углекислого газа на 8,7 г неизвестного соединения металла с кислородом, образуется твердое вещество **A** и выделяется газ **B**. Вещество **A** растворили в воде и добавили избыток раствора нитрата бария, при этом выпало 9,85 г осадка. Газ **B** пропустили через трубку с раскаленной медью, а масса трубки увеличилась на 4,00 г. Установите формулы исходных соединений.
6. Какова биологическая роль соединений щелочных и щелочноземельных металлов? Классифицируйте их с учетом строения и выполняемых в живых организмах функций.
7. Как проще всего можно различить соединения калия и натрия?
8. Смесь гидридов лития и натрия прореагировала с водой объемом 193 мл. Масса полученного после этого раствора оказалась на 1 г меньше суммы масс исходных веществ, а массовая доля щелочи в растворе – 8%. Определите количества веществ исходных гидридов.
9. Натрий массой 5,75 г добавили к 96%-ному раствору этанола объемом 112,5 мл ( $\rho = 0,8$  г/мл). Определите массовые доли веществ в растворе по окончании реакции.
10. Щелочные металлы обычно получают электролизом расплавов их солей. Однако в небольших количествах эти металлы можно получить иначе (взаимодействие расплава их солей с другими металлами). Поскольку щелочные металлы летучи, то путем их отгонки в вакууме удается сдвинуть равновесие. Например,  $2\text{NaCl} + \text{Mg} \leftrightarrow \text{MgCl}_2 + 2\text{Na}\uparrow$   
Какой щелочноземельный металл наиболее пригодно использовать в данной реакции и почему?
11. После полного обезвоживания 2,11 г смеси глауберовой соли ( $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ) и соды ( $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ), ее масса уменьшилась до 0,85 г. Определите массовый состав (в % по массе) исходной смеси кристаллогидратов.
12. Учитель написал на доске несколько формул:  $\text{Ba}(\text{OH})_2$ ,  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ ,  $\text{N}_2\text{H}_4$ ,  $\text{FeO}(\text{OH})$ ,  $\text{TlOH}$ ,  $\text{NaOH}$ ,  $\text{CsOH}$ . И соответственно попросил ученика химико-биологического класса выбрать из этого списка сильные и слабые основания. Помогите ученику.
13. Какой из водных растворов будет более щелочным – раствор цианата калия, хлорида калия или гипохлорида натрия (концентрации растворов одинаковы – 1 моль/л)? Таким вопросам был озадачен на вступительных экзаменах абитуриент. Помогите с ответом.
14. Смесь карбонатов натрия и калия массой 10 г растворили в воде и добавили в нее избыток соляной кислоты. Выделившийся газ пропустили через трубку с пероксидом натрия. Образовавшегося кислорода хватило, чтобы сжечь 1,9 л водорода. Напишите уравнения всех реакций и рассчитайте состав смеси в % по массе.
15. Почему вместе с залежами каменной соли всегда встречаются месторождения гипса, но существуют месторождения гипса, не содержащие каменной соли. Каково происхождение этих минералов? Как эти вещества можно получить в лабораторных условиях.

16. 100 г водного раствора с массовой долей в нем пищевой соды 8,4% (при 20<sup>0</sup>С) кипятили в течение нескольких часов. Массовая доля соды в растворе после кипячения стала 8,0% (при 100<sup>0</sup>С). После охлаждения раствора до 0<sup>0</sup>С из раствора выпадает 2,8 г кристаллов, растворение которых в избытке соляной кислоты привело к выделению 0,224 л газа (н.у.). Какова массовая доля соды в охлажденном растворе?

17. Напишите уравнения химических реакций, соответствующих следующей схеме:



18. Кристаллическое строение металлов обуславливает их важнейшие свойства. Рентгеноструктурные исследования позволили установить 3 типа структур металлов: гексагональную упаковку (ГПУ), гранцентрированную кубическую (ГКУ) и объемно-центрированную кубическую (ОЦКУ). Какие типы упаковок имеют щелочноземельные металлы? Как это сказывается на их свойствах?

19. При обработке водой смеси гидрида и фосфида некоторого металла с равными массовыми долями образовалась газовая смесь с плотностью по гелию 2,2. Установите металл, входящий в состав соединений.

20. При прокаливании смеси, содержащей равные числа молей сульфата, нитрата и карбоната неизвестного металла, масса смеси уменьшилась на 46,4 г. Определите формулы 3-х указанных солей и их массовые доли в смеси, если смесь не содержит примесей, а содержащейся в ней металл составляет 30% по массе.

21. Произведение растворимости  $\text{CaSO}_4$  равно  $6,1 \cdot 10^{-5}$ . Укажите, будет ли выпадать осадок  $\text{CaSO}_4$  в следующих случаях: а) при смешивании равных объемов 0,002 М раствора сульфата хлорида кальция и 0,002 М раствора сульфата натрия; б) при сливании равных объемов 0,04 М раствора хлорида кальция и 0,04 М раствора сульфата натрия.

22. Для анализа сплава бария с магнием навеску этого сплава растворили в разбавленном растворе соляной кислоты, к полученному раствору добавили избыток раствора сульфата натрия. Масса выпавшего остатка оказалась равной массе исходного сплава. Определите массовую долю магния в сплаве.

23. Для полного разложения некоторого количества гашеной извести потребовалось 81 кДж теплоты. Полученная негашеная известь была растворена в 147 г 10%-ного раствора фосфорной кислоты. Рассчитайте массовую долю в растворе образовавшейся при этом соли. Тепловой эффект реакции разложения гашеной извести составляет 108 кДж/моль.

24. Сульфид кальция применяется в производстве святающихся составов (фосфоров), в кожевенной промышленности. Его можно получить из сульфата высокотемпературным восстановлением углем:  $\text{CaSO}_4 + \dots \rightarrow \dots + \dots$

Предложите углеродсодержащие вещества, которые экономически выгодно использовать для восстановления сульфата кальция.

25. В 1808 году в Лондоне появилась мода посещать по четвергам лабораторию знаменитого химика Г. Дэви. Сам Дэви этому не препятствовал, он очень любил удивлять своих гостей. И вот



очередной опыт: «Дэви зажег свечу и высыпал со шпателя в пламя немного белого порошка оксида металла ЭО, огонь окрасился в зеленый цвет, но цвет порошка не изменился, увеличился только его объем. Далее ученый растворил ЭО в соляной кислоте, а потом добавил серную кислоту, - из прозрачной жидкости выпал белый осадок. Раскройте секрет опытов Г. Дэви, напишите уравнения проведенных реакций.

26. Ученик штукатурка как-то раз услышал, что гипс при смешивании с водой через некоторое время превращается в камень. Он смешал порошок природного гипса, но затвердения смеси так и не дождался. Старшие друзья объяснили ученику, что затвердевает только алебастр (жженный гипс). Объясните химизм процессов?

27. Известно, что вблизи залежей сульфидных руд, например пирита, почва имеет кислотную реакцию и относительно высокое содержание «активных» ионов разных металлов ( $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^{2+}$  и другие). Объясните это явление. Почему на таких землях невозможно выращивать сельскохозяйственные культуры? Как можно данные земли сделать пригодными для земледелия, предложите экономный вариант, напишите химизм процесса.

#### 4.7. Тренировочные задания по теме «Алюминий»

1. Может ли взаимодействовать алюминий с а) холодными концентрированными растворами азотной серной кислот, б) горячими концентрированными растворами азотной серной кислот, в) разбавленным раствором соляной кислоты? Объясните ответ, проиллюстрируйте уравнениями химических реакций.

2. Серебристо-белое легкое простое вещество **A**, обладающее хорошей тепло- и электропроводностью, реагирует при нагревании с другим простым веществом **B**. Образуется твердое вещество, хорошо растворимое в кислотах с выделением газа **C**, при пропускании которого через раствор сернистой кислоты выпадает простое вещество **B**. Определите вещества и напишите уравнения химических реакций.

3. Электролиз расплава  $\text{Al}_2\text{O}_3$  проводили при пропускании постоянного тока силой 96.500 А. Рассчитайте, в течение какого времени должен длиться процесс для получения 777,6 кг алюминия?

4. Для полного разложения некоторого количества гидроксида алюминия потребовалось 76 кДж теплоты. Полученный гидроксид алюминия растворен в 400 г 8%-ного раствора гидроксида натрия. Вычислите массовую долю образовавшейся при этом соли. Тепловой эффект разложения гидроксида алюминия составляет 95 кДж/моль.

5. Имеется два газа – **A** и **B**, молекулы которых трехатомны. При добавлении каждого из них к раствору алюмината калия выпадает осадок. Предложите возможные формулы **A** и **B**, имея в виду, что молекулы каждого газа состоит из атомов только двух элементов. Как можно химическим путем различить **A** и **B**?

6. При обработке водой 11,6 г смеси фосфида алюминия и сульфида другого элемента III группы с равными массовыми долями образовался осадок массой 7,8 г и выделилось 5,43 л газовой смеси (н.у.) с плотностью по гелию 8,5. Установите, какой элемент входит в состав сульфида?

7. Элементы **A** и **B** расположены в одном периоде периодической системы, образуют между собой соединение, содержащее 79,77% элемента **B**. При гидролизе этого соединения выделяется

газ, обладающий кислотными свойствами. Выведите молекулярную формулу соединения и напишите уравнение гидролиза.

8. Хлорид алюминия находит широкое применение в препаративной химии: а) опишите, как можно получить безводный хлорид алюминия, б) приведите три реакции из органической химии, в которых хлорид алюминия является катализатором, в) объясните роль этого соединения в качестве катализатора.

9. Полученный в промышленности алюминий бывает загрязнен большим количеством натрия. Натрий понижает коррозионную стойкость алюминия. Предложите реагенты для очистки алюминия от примесей натрия, обеспечивающий высокую чистоту продукта. Опишите примерную технологию очистки, руководствуясь при этом требованиями наименьшего количества отходов.

10. Стехиометрическую твердую смесь некоторого вещества и оксида металла поместили в трубчатую печь и при  $1000^{\circ}\text{C}$  пропустили хлор до полного исчезновения твердой фазы. После отделения избытка хлора оставшаяся газовая смесь веществ **A**, **B** и **C** имела относительную плотность по водороду 39,9. При охлаждении смеси до  $600^{\circ}\text{C}$  остались газы **B** и **C** (плотность по водороду 43,9), а при охлаждении до  $25^{\circ}\text{C}$  – газ **C** (плотность по водороду 14), не взаимодействующий в обычных условиях со щелочью. Определите состав (в объемных долях) газовой смеси при указанных температурах. Установите качественный и количественный состав исходной смеси. Как и при каких условиях газ **C** реагирует со щелочью?

#### 4.8. Тренировочные задания по теме «d-элементы»

*(железо, хром, марганец, цинк и другие элементы)*

1. Железную пластину массой 5,2 г продолжительное время выдерживали в растворе, содержащем 1,6 г сульфата меди. По окончании реакции пластину вынули из раствора и высушили. Чему стала равна ее масса?

2. Газ, полученный при обжиге 5,82 г сульфида цинка, пропустили через смесь 77,6 г 10%-ного раствора хромата калия и 36,3 г 30%-ного раствора гидросульфата калия. Определите массовые доли веществ в конечной смеси.

3. Вычислите объемные (и массовые) доли газов в смеси, образовавшейся при действии горячей концентрированной серной кислоты на хлорид хрома (II).

4. Имеются две соли **A** и **B**. Соль **A** – оранжевая, хорошо растворима в воде, ее раствор окрашивает пламя горелки в бледно-фиолетовый цвет. Соль **A** – окислитель (при взаимодействии в кислой среде с восстановителем окраска раствора меняется на зеленовато-фиолетовую). Соль **B** – белая, при нагревании разлагается на газообразные продукты. Раствор соли при взаимодействии с раствором нитрата серебра дает белый творожистый осадок. Соли **A** и **B** при нагревании реагируют между собой. Определите, какие это соли, напишите уравнения химических реакций.

5. К насыщенному раствору соли оранжевого цвета, окрашивающей пламя в фиолетовый цвет, осторожно прилили концентрированную серную кислоту. Выпал осадок ярко-красного цвета. Кристаллы отфильтровали, осторожно высушили в эксикаторе, затем с помощью пипетки к ним прилили спирт, который воспламенился. В результате реакции образовался порошок зеленого цвета и выделился газ, который собрали и пропустили через избыток известковой воды. Выпал осадок массой 10 г. Определите состав исходной соли и ее массу.

6. В цепочке превращений  $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow A$  все вещества содержат элемент хром, вещество **A** – проявляет амфотерные свойства, вещества **B**, **C**, **D** – соль. Вещество **D** при взаимодействии с хлоридом бария дает белый осадок, нерастворимый в кислотах и щелочах. Определите вещества, напишите уравнения химических реакций, о которых говорится в условии задачи.

7. При прокаливании эквимолярной смеси нитрата, оксида и фторида двухвалентного металла масса смеси уменьшилась на 9,2 г. Определите формулы веществ и массу исходной смеси, если массовая доля металла в ней 48,1%.

8. В цепочке превращений  $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow B$  все вещества сложные и содержат элемент марганец. При действии на вещество **C** раствора нитрата серебра выпадает творожистый осадок, а при нагревании вещества **D** образуется бурый газ. Три из четырех реакций в данной цепочке превращений являются окислительно-восстановительными. Определите вещества, напишите уравнения химических реакций, о которых говорится в условии задачи.

9. В цепочке превращений  $A \rightarrow B \rightarrow C \leftarrow D \leftarrow A$  все вещества сложные и содержат элемент железо. Одно из веществ является оксидом, три других вещества – соли. При термическом разложении веществ **B** и **D** выделяются соответственно газы **E** и **F**, причем оба газа обладают кислотными свойствами и являются токсичными. Вещество **A** при взаимодействии с раствором нитрата серебра дает белый творожистый осадок, а вещество **C** обладает амфотерными свойствами. Определите вещества, напишите уравнения химических реакций, о которых говорится в условии задачи.

10. На 67,4 г оксида марганца (IV) с неизвестным оксидом состава  $\text{ЭO}_2$  подействовали избытком соляной кислоты (оксид  $\text{ЭO}_2$  взаимодействует с соляной кислотой также как и оксида марганца (IV)). При этом выделилось 1,344 л газа (н.у.). Мольное соотношение неизвестного оксида и оксида марганца (IV) равно 1 : 5. Определите состав неизвестного оксида и его массу.

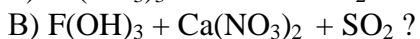
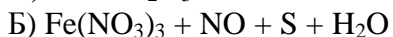
11. Через 273 г 10%-ного раствора перманганата калия пропустили 13,44 л смеси оксидов серы (IV) и азота, имеющей плотность по водороду 18,5. Вычислите массовые доли веществ в образовавшемся растворе.

12. Определите состав смеси оксида углерода (II) и сероводорода (9% по объему), если известно, что образовавшиеся при ее полном сгорании в избытке кислорода газы, могут восстановить в водной среде 31,6 г перманганата калия. Оставшиеся после восстановления перманганата калия продукты полностью поглощаются раствором гидроксида натрия, образуя по одному молю кислой и средней соли.

13. Нерастворимое в воде соединение **A** бурого цвета при нагревании разлагается с образованием двух оксидов, один из которых – вода. Другой оксид **B** – восстанавливается углеродом с образованием металла **C**, который взаимодействует с разбавленной соляной кислотой с образованием соли типа  $\text{ЭСI}_2$  и выделением горючего газа. Что собой представляют вещества, о которых сказано в условии задачи? Напишите уравнения всех реакций.

14. Соль **A** образована двумя элементами. При обжиге ее на воздухе образуется два оксида: **B** – твердый, бурого цвета и газообразный оксид. Вещество **B** вступает в реакцию замещения с серебристо-белым металлом **C** (при нагревании). Что собой представляют данные вещества, напишите уравнения химических реакций.

15. Какие вещества и при каких условиях вступили в реакцию, если в результате образовались следующие продукты (указаны продукты реакции без коэффициентов):



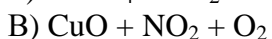
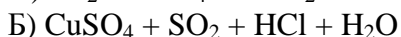
16. Напишите уравнения химических реакций, соответствующих схеме:  $\text{FeBr}_3 \rightarrow \text{X} \rightarrow \text{FeSO}_4$ , рассмотрев следующие случаи: а) обе реакции окислительно-восстановительные, б) окислительно-восстановительной является только вторая реакция, в) окислительно-восстановительной является только первая реакция.

17. При электролизе раствора, содержащего 2,895 г смеси  $\text{FeCl}_2$  и  $\text{FeCl}_3$ , на катоде выделилось 1,12 г металла. Вычислите массовую долю каждого из компонентов исходной смеси, если электролиз проводился до полного осаждения железа.

18. К 10 мл раствора, содержащего смесь двух сульфатов железа, добавляли 1,25 М раствора аммиака до прекращения выпадения осадка. Всего израсходовано 4,0 мл раствора. Осадок отфильтровали и прокалили до постоянной массы, равной 152 мг. Найдите молярные концентрации солей в исходном растворе (все процедуры проводились в атмосфере инертного газа).

19. Дана цепочка превращений:  $\text{Э}_2\text{O} \rightarrow \text{Э} \rightarrow \text{ЭSO}_4 \rightarrow \text{ЭBr}_2 \rightarrow \text{ЭCl}_2 \rightarrow \text{X}_1 \rightarrow \text{Э}_2\text{O}$ , в которой Э – неизвестный элемент,  $\text{X}_1$  – неизвестное сложное вещество. Неизвестный элемент может образовывать комплексные ионы  $[\text{Э}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$  и  $[\text{Э}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ . Определите элемент и неизвестное вещество, напишите все зашифрованные уравнения химических реакций. С помощью каких качественных реакций можно определить катион неизвестного элемента в растворе?

20. Какие два вещества вступили в реакцию и при каких условиях, если в результате образовались следующие вещества (указаны все продукты реакции без коэффициентов):



21. В растворе массой 100 г, содержащем смесь соляной и азотной кислот, растворяется максимум 24 г оксида меди (II). После упаривания раствора и прокаливания масса остатка составляет 29,5 г. Напишите уравнения происходящих реакций и определите массовые доли соляной и азотной кислот в исходной смеси.

22. Неизвестный металл массой 13 г полностью растворен в избытке очень разбавленного раствора азотной кислоты без выделения газа. При обработке полученного раствора избытком щелочи и легком нагревании выделилось 1,12 л газа (н.у.). Установите, какой металл был растворен в растворе азотной кислоты.

23. В цепочке превращений  $\text{A} \rightarrow \text{B} \rightarrow \text{C} \rightarrow \text{D} \rightarrow \text{A}$  представлены: простое вещество, основной оксид, неорганическая соль и органическая соль одного элемента **X**, который расположен в IB группе периодической системы химических элементов. При термическом разложении вещества **B** выделяется бурый газ, вещество **D** содержит 14,37% углерода, 19,16% кислорода и 1,796% водорода по массе. Определите вещества и составьте уравнения всех химических реакций.

24. Газ, выделившийся при действии 3,0 г цинка на 18,69 мл 14,6%-ной соляной кислоты (плотностью 1,07 г/мл), пропустили при нагревании над 4,0 г оксида меди (II). Рассчитайте,

каким минимальным объемом 19,6%-ной серной кислоты (плотностью 1,14 г/мл) надо обработать полученную смесь, чтобы выделить из нее металлическую медь?

25. При пропускании тока силой 0,804 А в течение 2 ч через 160 мл раствора, содержащего нитраты меди и серебра, на катоде выделилось 3,44 г смеси двух металлов. Определите молярную концентрацию обеих солей в исходном растворе, если известно, что раствор, полученный по окончании опыта, не содержит ни ионов меди, ни ионов серебра

26. В раствор, содержащий 4,2 г смеси хлоридов калия и натрия, прилили раствор, содержащий 17 г нитрата серебра. После отделения осадка в фильтрат поместили медную пластинку, при этом 1,27 г меди растворилось. Определите состав исходной смеси хлоридов.

27. Одним из способов получения высокочистых металлов является синтез карбониллов металлов с их последующим разложением. В порошковой металлургии высокочистый порошок железа получают разложением пентакарбонила железа. Рассчитайте необходимую массу пентакарбонила железа для получения 3 кг порошкообразного железа. Какие еще применения можно предложить для карбонильных соединений d-элементов?

28. В очерке о новых достижениях космической технологии мелькнула фраза об использовании в конструкции солнечных батарей «органических» металлов. Разве такие металлы существуют? Поясните вашу точку зрения.

29. В 1743 году российский ученый М.В. Ломоносов обнаружил, что холодная концентрированная азотная кислота лишает этот металл способности к взаимодействию с разбавленными кислотами, т.е. «пассивирует» его. Металл, химические свойства которого изучал русский ученый, образует оксиды типа ЭО и Э<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, а также смешанный оксид. О каком металле говорится в условии задачи, в чем причина вышеуказанных процессов.

30. Какой металл, по выражению немецкого химика и металлурга Георга Агриколы, «поедает олово, как волк овцу». Как можно получить данный металл из его оксида?

31. «Серебришко» - так презрительно в Испании называли этот металл, который был похож внешне на серебро, но не обладал полезными свойствами последнего - легкоплавкостью и ковкостью. На этот металл не действовали ни азотная, ни серная кислоты, даже концентрированные при нагревании. Он поддавался только реакции с царской водкой. Какой же это металл?

#### 4.9. Тренировочные задания по теме «Органическая химия»

1. При хлорировании некоторого алкана получена смесь двух монохлорпроизводных и трех дихлорпроизводных. Установите возможное строение алкана.

2. Соединение X в определенных условиях способно присоединять бром, бромоводород и водород, однако не реагирует с озоном и водным раствором перманганата калия (25<sup>0</sup>С). При действии хлора на свету вещество X дает только одно монохлорпроизводное. Определите простейшее вещество X, которое имеет перечисленные выше свойства.

3. Углеводород А, плотность которого при нормальных условиях равна 2,5 г/л, не обесцвечивает водный раствор перманганата калия, а при взаимодействии с водородом в присутствии платины дает смесь двух веществ. Определите структуру А.

4. При электролизе водного раствора натриевой соли одноосновной карбоновой кислоты на аноде образовались газ и жидкость, содержащая 83,72 % углерода по массе. Назовите неизвестную соль, Напишите уравнение ее электролиза.
5. Сколько существует индивидуальных веществ состава  $C_4H_7Cl$ , обесцвечивающих водный раствор перманганата калия? Приведите структурные формулы и названия молекул этих веществ.
6. Вещество **A** представляет собой бесцветную жидкость со своеобразным запахом, легче воды и хорошо в ней растворяющуюся. При нагревании это вещество в присутствии концентрированной серной кислоты образует газ **B**, который легче воздуха. Взаимодействуя с бромоводородом **B** образует тяжелую жидкость **C**. Приведите формулы веществ **A**, **B** и **C**. Напишите уравнения реакций.
7. Углеводород **A** легче воздуха, при гидрировании образуется соединение **B**, которое тяжелее воздуха. Вещество **B** вступает в реакцию замещения с хлором, образуя **C** – летучую жидкость. Приведите формулы веществ **A**, **B** и **C**. Напишите уравнения реакций.
8. Смесь этиленового углеводорода и водорода, общим объемом 13,44 л (н.у.) пропустили при  $200^{\circ}C$  над платиновым катализатором. При этом реакция прошла с выходом 75% от теоретического, и объем смеси уменьшился до 10,08 л. При пропускании исходной смеси через склянку с бромной водой весь углеводород прореагировал, и масса склянки увеличилась на 8,4 г. Определите состав исходной смеси (в % по объему) и строение исходного алкена.
9. Два нециклических углеводорода имеют по одной двойной связи. Молярные массы этих углеводородов относятся как 1 : 2. После полного гидрирования исходных углеводородов отношение молярных масс полученных соединений стало равным 0,5172. Какие это углеводороды?
10. Вещество **A** бурно реагирует с водой с образованием двух сложных веществ, одно из которых – **B**, – газообразное. Это вещество способно присоединять хлор в объеме, вдвое больше своего объема, при этом образуется вещество **C**, которое является растворителем для многих органических соединений. Приведите формулы веществ **A**, **B** и **C**. Напишите уравнения реакций.
11. Некоторый углеводород **X** при действии избытка бромной воды образует тетрабромпроизводное, содержащее 73,4% брома по массе, а при кипячении с раствором перманганата калия в присутствии с серной кислотой образует две одноосновные карбоновые кислоты. Установите молекулярную и структурную формулу углеводорода **X**. Напишите уравнения приведенных реакций.
12. Углеводород **A**, подвергаясь одновременному дегидрированию и циклизации, превращается в соединение **B**, которое способно при воздействии смеси концентрированной серной и азотной кислот образовывать **C** – взрывчатое вещество. Приведите формулы веществ **A**, **B** и **C**. Напишите уравнения реакций.
13. Напишите уравнения реакций (с указанием условий проведения), соответствующей следующей схеме:  $C_8H_{10} \rightarrow C_8H_6O_4 \rightarrow C_8H_4O_3$   
В уравнении укажите структурные формулы реагентов и продуктов реакций.
14. Какие вещества вступили в реакцию и при каких условиях, если в результате образовались следующие вещества (указаны все продукты реакции без коэффициентов):

- 1) 2-хлортолуол + HCl
- 2) бромметилбензол + HBr
- 3) 4-нитротолуол + H<sub>2</sub>O
- 4) HOOC – C<sub>6</sub>H<sub>4</sub> – COOH + K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + MnSO<sub>4</sub> + H<sub>2</sub>O

15. При нитровании гомолога бензола массой 6,0 г образовалась смесь четырех моонитропроизводных общей массой 6,0 г (с количественным выходом). Установите структурную формулу гомолога бензола.

16. При пропускании через прозрачный водный раствор соли **A** углекислого газа происходит помутнение раствора, поскольку образуется малорастворимое соединение **B**. При добавлении к соединению **B** бромной воды образуется белый осадок вещества **C**. Приведите формулы веществ **A**, **B** и **C**. Напишите уравнения реакций.

17. Газ, полученный с выходом 66,7% при действии концентрированной серной кислоты на 50 г насыщенного одноатомного спирта, полностью поглощен 1000 г 5%-ного раствора перманганата калия, при этом выпало 26,1 г осадка. Определите молекулярную формулу спирта.

18. Напишите уравнения реакций (с указанием условий проведения), соответствующей следующей схеме: C<sub>5</sub>H<sub>8</sub> → C<sub>5</sub>H<sub>10</sub>O → C<sub>5</sub>H<sub>8</sub>O → C<sub>5</sub>H<sub>9</sub>O<sub>4</sub>SNa  
В уравнении укажите структурные формулы реагентов и продуктов реакций.

19. При окислении одного моля неизвестного органического вещества водным раствором перманганата калия образовалось 46,0 г карбоната калия, 66,7 г гидрокарбоната калия, 116,0 г оксида марганца (IV) и вода. Какое вещество подверглось окислению?

20. При окислении углеводорода **A** образуется соединение **B** в количестве вдвое больше, чем вещество **A**. При взаимодействии **B** с гидрокарбонатом натрия образуются вещества **C** и **D**. Приведите возможные формулы веществ и уравнения указанных реакций.

21. Легко полимеризующееся вещество **A** состава C<sub>3</sub>H<sub>4</sub>O<sub>2</sub> в реакции с гидроксидом бария образует соединение состава C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>BaO<sub>4</sub>, с бромоводородом – C<sub>3</sub>H<sub>5</sub>BrO<sub>2</sub>, с этанолом в кислой среде – C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>O<sub>2</sub>. Напишите структурную формулу вещества **A** и уравнения химических реакций.

22. Напишите уравнения реакций, соответствующие следующей схеме:



Разные буквы обозначают разные вещества, каждая стрелка обозначает одну реакцию.

23. Соль **A**, водный раствор которой образуется с нитратом серебра белый творожистый осадок, при действии щелочи выделяет газ **B**, при сгорании которого образуется два газа, не поддерживающих горение, один из которых **C** – вызывает помутнение известковой воды. Приведите формулы веществ **A**, **B** и **C**. Напишите уравнения реакций.

24. К 35 л смеси, состоящей из углекислого газа и метиламина, добавили 25 л бромоводорода, после чего плотность газовой смеси по воздуху стала равна 1,942. Вычислите объемные доли газов в исходной смеси.

25. При нагревании соединения C<sub>7</sub>H<sub>12</sub>N<sub>2</sub>O<sub>5</sub> с избытком концентрированной соляной кислоты образовалось соединение C<sub>5</sub>H<sub>10</sub>NO<sub>4</sub>Cl. При обработке C<sub>7</sub>H<sub>12</sub>N<sub>2</sub>O<sub>5</sub> разбавленной азотной кислотой (без нагревания) образуется вещество C<sub>7</sub>H<sub>13</sub>N<sub>3</sub>O<sub>8</sub>. Установите структурные формулы веществ.

## Библиографический список

1. Лунин В.В., Архангельская О.В., Тюльков И.А. Всероссийская олимпиада школьников по химии / Научн. редактор Э.М.Никитин.– М.: АПК и ППРО, 2005. – 128 с.
2. Лунин В.В., Архангельская О.В., Тюльков И.А. Всероссийская олимпиада школьников по химии в 2006 году / Научн. редактор Э.М.Никитин.– М.: АПК и ППРО, 2006. – 144 с.
3. Чуранов С.С., Демьянович В.М. Химические олимпиады школьников. – М.: Знание, 1979. – 63с.
4. Белых З.Д. Проводим химическую олимпиаду. – Пермь: Книжный мир, 2001. – 45с.
5. «Химия в школе» - научно-методический журнал
6. Большой энциклопедический словарь, Химия. – М: «Большая Российская энциклопедия», 1998
7. Энциклопедия для детей, Аванта<sup>+</sup>, Химия, т.17, М: «Аванта<sup>+</sup>», 2000.
8. Задачи Всероссийской олимпиады школьников по химии / Под общей редакцией академика РАН, профессора В.В.Лунина – М: «Экзамен», 2003.
9. Некрасов Б.В. Основы общей химии : [В 2 т.]. - СПб. [и др.] : Лань, 2003
10. Глинка Н.Л. Общая химия: учебное пособие для вузов / Под ред. А.И.Ермакова. – М.: Интеграл-Пресс, 2000.
11. Шрайдер Д., Эткинс П. Неорганическая химия. В 2-х т. – М: Мир, 2004
12. Еремин В.В. Теоретическая и математическая химия для школьников. – М.: МЦНМО, 2007.
13. Эткинс П.. Физическая химия. – М.: Мир, 2006.
14. Задачи по физической химии: Учеб. пособие для студентов, обучающихся по специальности 011000 - Химия и по направлению 510500 - Химия / В.В. Еремин , С.И. Каргов, И.А. Успенская [и др.]. - М. : Экзамен, 2003 - 318 с
15. Шабаров Ю.С. Органическая химия. М.: Химия. 1994. Т.1,2.
16. Травень В.Ф. Органическая химия: Учебник для вузов: В 2т./– М.: ИКЦ «Академия», 2004
17. Органическая химия : учеб. для студентов вузов, обучающихся по направлению и специальности "Химия" : в 4-х ч. / О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин. - 2-е изд. - М. : БИНОМ. Лаб. знаний, 2005- (Классический университетский учебник / Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова).
18. Ленинджер А. "Основы биохимии" в 3-х томах, М.: Мир, 1985
19. Эллиот В., Эллиот Д. "Биохимия и молекулярная биология", М.: МАИК "Наука/Интерпериодика", 2002.



20. Основы аналитической химии : учеб. для студентов хим. направления и хим. специальностей вузов : в 2 кн. / [Т. А. Большова и др.] ; под ред. Ю. А. Золотова. - Изд. 3-е, перераб. и доп. - М. : Высшая шк., 2004. - 22 см. - (Классический университетский учебник / Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова).
21. Дорохова Е.Н., Прохорова Г.В. Задачи и вопросы по аналитической химии : Мир, 2001.
22. Практикум по общей химии : Учеб. пособие для студентов вузов. - М. : Изд-во МГУ, 2005. - 335 с. - (Классический университетский учебник).
23. Химическая энциклопедия в 5 т. – М: «Советская энциклопедия», 1988–1998.
24. Леенсон И.А. Почему и как идут химические реакции. – М.: Мирос, 1995.
25. Коттон Ф., Уилкинсон Дж. Современная неорганическая химия. М.: Мир, 1969. Ч. 1 –3.
26. Р. Дикерсон, Г. Грей, Дж. Хейт Основные законы химии, в 2т. Москва: «Мир», 1982.
27. Хаусткрофт К., Констебл Э. Современный курс общей химии. В 2-х томах. Пер. с англ.– М.: Мир, 2002.
28. Фримантл М. Химия в действии. М.: Мир, 1991. Ч. 1,2
29. Неорганическая химия: В 4-х т. /Под ред. Ю.Д.Третьякова/ А.А.Дроздов, В.П.Зломанов, Г.Н.Мазо, Ф.М.Спиридонов. – М.: Издательский центр «Академия», 2004-2007.
30. Полинг Л. Общая химия. – М.: Мир, 1974.
31. Реми Г. Курс неорганической химии, в 2-х томах, перевод с немецкого, под редакцией чл.-корр. АН СССР А.В.Новоселовой, М.: Иностранная литература, 1063.
32. Пригожин И., Кондепуди Д. Современная термодинамика. – М.: Мир, 2002.
33. Тиноко И. и др. Физическая химия. Принципы и применение к биологическим наукам. – М.: Техносфера, 2005.
34. Эткинс П. Кванты. Справочник концепций. – М.: Наука, 1977.
35. Химия: Энциклопедия химических элементов, под ред. А.Н. Смоленского, М.: Дрофа, 2000
36. Потапов В.М., Татаринчик С.Н. Органическая химия, М: «Химия», 1989.
37. Несмеянов А.Н., Несмеянов А.Н. Начала органической химии. М.: Мир, 1974.
38. Химия и жизнь (Солтеровская химия) Часть I II и IV: Пер. с англ. – М.: РХТУ им. Д.И.Менделеева, 1997.
39. Справочник химика. - 2-е изд. - М.; Л.: ГХИ, 1963.
40. Воскресенский П. И. Техника лабораторных работ. - М.: Химия, 1966.
41. Степин Б.Д. Техника лабораторного эксперимента в химии, М.: Химия, 1999
42. Химия и жизнь (Солтеровская химия) Часть III Практикум: Пер. с англ. – М.: РХТУ им. Д.И.Менделеева, 1997.
43. Эмсли Дж. Элементы. - М.: Мир, 1998.