

# **ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ХИМИИ**

**Тюльков И.А., Емельянов В.А., Архангельская О.В., Долженко В.Д., Лунин В.В.**

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РАЗРАБОТКЕ ЗАДАНИЙ И ТРЕБОВАНИЙ К ПРОВЕДЕНИЮ МУНИЦИПАЛЬНОГО ЭТАПА ВСЕРОССИЙСКОЙ ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ В 2016/2017 УЧ.Г. ПО ХИМИИ**

**Москва, 2016 г.**

## **ОГЛАВЛЕНИЕ**

<b>ПРИНЦИПЫ СОСТАВЛЕНИЯ ОЛИМПИАДНЫХ ЗАДАНИЙ И ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЛЕКТОВ ОЛИМПИАДНЫХ ЗАДАНИЙ ДЛЯ МУНИЦИПАЛЬНОГО ЭТАПА</b>	<b>3</b>
<b>ПРИМЕРЫ ДЛЯ ЗАДАЧИ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ТУРА С РАЗВЕРНУТЫМИ РЕШЕНИЯМИ И СИСТЕМОЙ ОЦЕНИВАНИЯ.</b>	<b>8</b>
<b>МЕТОДИКА ОЦЕНИВАНИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ОЛИМПИАДНЫХ ЗАДАНИЙ</b>	<b>20</b>
<b>ОПИСАНИЕ СПЕЦИФИКИ ХИМИЧЕСКОЙ ОЛИМПИАДЫ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ТРЕБОВАНИЙ К ПРОВЕДЕНИЮ МУНИЦИПАЛЬНОГО ЭТАПА ПО ХИМИИ В СУБЪЕКТАХ РФ</b>	<b>21</b>
<b>ОПИСАНИЕ НЕОБХОДИМОГО МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ОЛИМПИАДНЫХ ЗАДАНИЙ</b>	<b>28</b>
<b>ПЕРЕЧЕНЬ СПРАВОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ, СРЕДСТВ СВЯЗИ И ЭЛЕКТРОННО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ, РАЗРЕШЕННЫХ К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ВО ВРЕМЯ ПРОВЕДЕНИЯ ОЛИМПИАДЫ</b>	<b>29</b>
<b>ОБРАЗЦЫ (ПРИМЕРЫ) ЗАДАНИЙ</b>	<b>30</b>
<b>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ, ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСОВ И ДРУГИХ ИСТОЧНИКОВ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИ СОСТАВЛЕНИИ ЗАДАНИЙ МУНИЦИПАЛЬНОГО ЭТАПА</b>	<b>39</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ 1</b>	<b>41</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ 2</b>	<b>42</b>

## ПРИНЦИПЫ СОСТАВЛЕНИЯ ОЛИМПИАДНЫХ ЗАДАНИЙ И ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЛЕКТОВ ОЛИМПИАДНЫХ ЗАДАНИЙ ДЛЯ МУНИЦИПАЛЬНОГО ЭТАПА

Олимпиадные задания разрабатываются на основе содержания образовательных программ основного общего и среднего общего образования углублённого уровня и соответствующей направленности (профиля).

*Олимпиадные задачи теоретического тура обычно основаны на материале 4 разделов химии: неорганической, аналитической, органической и физической.*

Из раздела неорганической химии необходимо знание основных классов соединений: оксидов, кислот, оснований, солей; их строения и свойств; способов получения неорганических соединений; номенклатуры; периодического закона и периодической системы: основных закономерностей в изменении свойств элементов и их соединений.

Из раздела аналитической химии следует знать качественные реакции, используемые для обнаружения катионов и анионов неорганических солей; уметь проводить стехиометрические расчеты и пользоваться данными по количественному анализу описанных в задаче веществ.

Из раздела органической химии требуется знание основных классов органических соединений: алканов, циклоалканов, алкенов, алкинов, аренов, галогенпроизводных, аминов, спиртов и фенолов, карбонильных соединений, карбоновых кислот, их производных (сложных эфиров, полимерных соединений); номенклатуры; изомерии; строения, свойств и синтеза органических соединений.

Из раздела физической химии нужно знать строение вещества: строение атома и молекулы, типы и характеристики химической связи; закономерности протекания химических реакций: основы химической термодинамики и кинетики.

*В программу экспериментального тура входят*

**1) практические навыки, необходимые для работы в химической лаборатории:** взвешивание (аналитические весы); измерение объемов жидкостей с помощью мерного цилиндра, пипетки, бюретки, мерной колбы; приготовление раствора из твердого вещества и растворителя, смешивание и разбавление, выпаривание растворов; нагревание с помощью горелки, электрической плитки, колбонагревателя, на водяной и на песчаной бане; смешивание и перемешивание жидкостей, использование магнитной мешалки, использование капельной и делительной воронок; фильтрование через плоский бумажный фильтр, фильтрование через свернутый бумажный фильтр; промывание осадков на фильтре, высушивание осадков на фильтре; перекристаллизация веществ из водных

растворов; высушивание веществ в сушильном шкафу, высушивание веществ в эксикаторе;

**2) синтез неорганических и органических веществ:** синтез в плоскодонной колбе, синтез в круглодонной колбе, работа с водоструйным насосом, фильтрование через воронку Бюхнера; аппаратура для нагревания реакционной смеси с дефлегматором, аппарат для перегонки жидкостей при нормальном давлении;

**3) качественный и количественный анализ неорганических и органических веществ:** реакции в пробирке, обнаружение катионов и анионов в водном растворе; групповые реакции на катионы и анионы; идентификация элементов по окрашиванию пламени; качественное определение основных функциональных групп органических соединений; титрование, приготовление стандартного раствора; кислотно-основное титрование, цветовые переходы индикаторов при кислотно-основном анализе;

**4) специальные измерения и процедуры:** измерение кислотности среды рН-метром;

**5) оценка результатов:** оценка погрешности эксперимента (значащие цифры, графики).

При разработке олимпиадных задач важную роль играют *межпредметные связи*, поскольку сегодня невозможно проводить полноценные исследования только в одной области науки, неизбежно будут затронуты смежные дисциплины. Знания по физике, биологии, геологии, географии и математике применяются в различных областях химии. Интеграция математической составляющей в задание по химии ни в коем случае не умаляет «химичности» задачи, а, наоборот, способствует расширению кругозора участников олимпиады, творческому развитию знаний школьников. Такие «межпредметные» задачи усиливают химическую составляющую и показывают тесную взаимосвязь естественных наук.

### ***Методические требования к олимпиадным задачам***

Олимпиадная задача должна быть познавательной, будить любопытство, удивлять.

В задачах необходимо активно использовать различные способы названий веществ, которые используются в быту, технике.

При составлении задачи нужно учитывать, что при решении участники должны использовать не столько знание фактического материала, сколько умение логически мыслить и использовать химическую интуицию.

Задача должна быть комбинированной: включать вопросы как качественного, так и расчетного характера; желательно, чтобы в задаче содержался материал из других естественнонаучных дисциплин.

Важно показать участникам олимпиады связь химии с обыденной жизнью, продемонстрировать, что в быту они постоянно сталкиваются с веществами и их превращениями, показать важность понимания тех процессов, которые встречаются на каждом шагу в жизни современного человека.

Условие задачи не должно занимать больше одной страницы печатного текста.

Вопросы к задаче должны быть выделены и четко сформулированы, категорически не допускается двоякое толкование. На основе вопросов строится система оценивания.

Центральная предметная методическая комиссия по химии Всероссийской олимпиады школьников (ЦПМК по химии ВСОШ) настоятельно рекомендует включать химический эксперимент на муниципальном этапе, пусть даже этот эксперимент будет совсем простым. Это крайне важно для того, чтобы учащиеся овладели основными лабораторными операциями и отработали экспериментальные навыки. Понимание теоретических основ необходимо, но важен и практический опыт работы в химической лаборатории, ведь ***химия – экспериментальная наука!***

Олимпиадная задача – это единое целое. В нее входит **условие, развернутое решение, система оценивания.**

**Условия олимпиадных задач** могут быть сформулированы по-разному: условие с вопросом или заданием в конце (при этом вопросов может быть несколько); тест с выбором ответа; задача, в которой текст условия прерывается вопросами (так зачастую строятся задачи на высоких уровнях олимпиады).

Олимпиадные задачи по химии можно разделить на три основных группы:

***качественные, расчётные (количественные) и экспериментальные.***

В ***качественных задачах*** может потребоваться: объяснение экспериментальных фактов (например, изменение цвета в результате реакции); распознавание веществ; получение новых соединений; предсказание свойств веществ, возможности протекания химических реакций; описание, объяснение тех или иных явлений; разделение смесей веществ.

Классической формой качественной задачи является задание со схемами (цепочками) превращений. (В схемах стрелки могут быть направлены в любую сторону, иногда даже в обе стороны (в этом случае каждой стрелке соответствуют два различных уравнения реакций)). Схемы превращений веществ можно классифицировать следующим образом:

1. *По объектам:*
  - a. неорганические;
  - b. органические;
  - c. смешанные.

2. По форме «цепочки» схемы могут быть линейными, разветвленными.
3. По объему и типу предоставленной информации
  - a. Даны все вещества без указаний условий протекания реакций.
  - b. Все или некоторые вещества зашифрованы буквами. Разные буквы соответствуют разным веществам, условия протекания реакций не указаны.
  - c. Вещества в схеме полностью или частично зашифрованы буквами и указаны условия протекания реакций или реагенты.
  - d. В схемах вместо веществ даны элементы, входящие в состав веществ, в соответствующих степенях окисления.
  - e. Схемы, в которых органические вещества зашифрованы в виде брутто-формул.

Другой формой качественных задач являются задачи на описание химического эксперимента (мысленный эксперимент) с указанием условий проведения реакций и наблюдений.

В *расчетных (количественных) задачах* обычно необходимы расчеты состава смеси (массовый, объемный и мольный проценты); расчеты состава раствора (способы выражения концентрации, приготовление растворов заданной концентрации); расчеты с использованием газовых законов (закон Авогадро, уравнение Клапейрона-Менделеева); вывод химической формулы вещества; расчеты по химическим уравнениям (стехиометрические соотношения); расчеты с использованием законов химической термодинамики (закон сохранения энергии, закон Гесса); расчеты с использованием законов химической кинетики (закон действия масс, правило Вант-Гоффа, уравнение Аррениуса).

Чаще всего олимпиадные задания включают в себя несколько типов задач, т.е. являются **комбинированными**. В задаче может быть избыток данных (тогда школьник должен выбрать те данные, которые необходимы для ответа на поставленный в задаче вопрос). Или в олимпиадных задачах может не хватать данных. Тогда школьнику необходимо показать умение пользоваться источниками справочной информации и извлекать необходимые для решения данные или проявлять химическую интуицию.

Примерами задач экспериментального тура являются небольшие практические работы на различение веществ или на простейший синтез, приготовление раствора с заданной концентрацией.

Условия экспериментальных задач должны быть составлены так, чтобы у учащихся появился интерес к экспериментальной химии. Для достижения этой цели необходимо освоение учащимися простейших лабораторных операций. В формулировках экспериментальных заданий обязательно должны быть задания: описать выполнение эксперимента и наблюдения в ходе эксперимента (можно в виде таблицы), сделать вывод из

наблюдений и написать химические реакции.

**Решение задач.** Написать решение задачи не легче, чем создать само задание. Решение должно ориентировать школьника на самостоятельную работу: оно должно быть развивающим, обучающим (ознакомительным). Важно, чтобы задачи имели ограниченное число верных решений, и эти решения были понятны, логически выстроены и включали систему оценивания.

**Система оценивания.** Ее разработка – процесс такой же творческий, как написание условия и решения задачи. Система оценивания решения задачи опирается на поэлементный анализ. Особые сложности возникают с выбором оцениваемых элементов, т.к. задания носят творческий характер и путей получения ответа может быть несколько. Таким образом, авторами-разработчиками необходимо выявить основные характеристики верных ответов, не зависящие от путей решения, или рассмотреть и оценить каждый из возможных вариантов решения. Система оценок должна быть гибкой и сводить субъективность проверки к минимуму. При этом она должна быть четко детерминированной.

#### ***Рекомендации по разработке системы оценивания***

1. Решения задачи должны быть разбиты на элементы (шаги).
2. В каждом задании баллы выставляются за каждый элемент (шаг) решения. Причем балл за один шаг решения может варьироваться от 0 (решение соответствующего элемента отсутствует или выполнено полностью неверно) до максимально возможного балла за данный шаг. Если есть отдельные верно выполненные части решения элемента, оценка лежит от нуля до максимального балла.
3. Баллы за правильно выполненные элементы решения **суммируются**.
4. Шаги, демонстрирующие умение логически рассуждать, творчески мыслить, проявлять интуицию оцениваются выше, чем те, в которых показаны более простые умения, владение формальными знаниями, выполнение тривиальных расчетов и др.

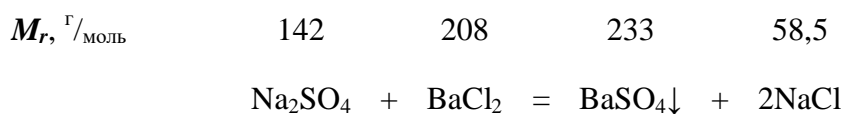
**Суммарный балл за каждое задание («стоимость» каждого задания) не обязательно должен быть одинаковым.**

## Примеры для задачи теоретического и экспериментального тура с развернутыми решениями и системой оценивания.

### Задача 1

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.

РЕШЕНИЕ:



Было, моль	x	y	0	0
Прореагировало, моль	y	y		
Образовалось, моль	x-y	0	y	y

$$233 \cdot 3y = 142x - 142y + 117y;$$

$$699y = 142x - 142y + 117y$$

$$724y = 142x$$

$$y = 0,2x$$

$$m_{\text{исх.см.}} = 142x + 0,2 \cdot 208x = 142x + 41,6x = 183,6x$$

$$\omega(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 14200x / 183,6x = \mathbf{77,3\%} \quad \omega(\text{BaCl}_2) = 4160x / 183,6x = \mathbf{22,7\%}$$

Ответ:  $\omega(\text{Na}_2\text{SO}_4) = \mathbf{77,3\%}$        $\omega(\text{BaCl}_2) = \mathbf{22,7\%}$

**Система оценивания:**

1.	Уравнение реакции	<b>1 балл</b>
2.	Составление математического уравнения	<b>3 балла</b>
3.	Решение математического уравнения	<b>2 балла</b>
4.	Определение % состава исходной смеси 2·2балла	<b>4 балла</b>
<b>ИТОГО:</b>		<b>10 баллов</b>



## Задача 2

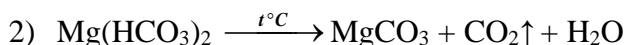
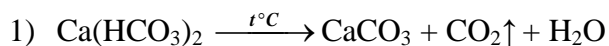
Юный химик отдыхал летом в деревне, где бабушка попросила отчистить накипь со старого чайника, для этого ему дали песок и щетку. Юный химик был ленив от природы, поэтому сходил в ближайший магазин, где продавались уксусная эссенция (70% раствор уксусной кислоты), сода (гидрокарбонат натрия), лимонная кислота ( $C_6H_8O_7$ ), электролит для аккумуляторов (20%-ный раствор серной кислоты), средство для прочистки труб (40%-ный раствор NaOH).

Купив необходимое, он приготовил раствор, залил его в чайник, нагрел и пошел гулять, а когда вернулся, слил раствор из чайника, ополоснул его чистой водой и отчитался перед бабушкой о проделанной работе.

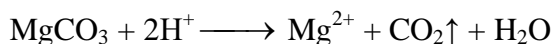
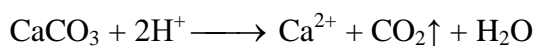
Что представляет собой накипь с химической точки зрения? Напишите уравнения реакций образования накипи. Что из доступного в магазине можно было бы с успехом использовать для чистки чайника от накипи? Поясните свой выбор. Напишите уравнения возможных реакций веществ из ассортимента магазина с компонентами накипи. Какой выбор, на Ваш взгляд станет оптимальным?

## РЕШЕНИЕ

Накипь представляет собой карбонаты кальция и магния, которые образуются в результате разложения гидрокарбонатов:

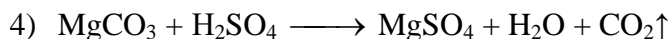
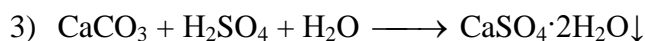


Для удаления накипи возможно механическое её удаление, что и было предложено Юному химику, судя по набору инструментов, однако, карбонаты могут быть растворены в кислотах. Ниже приведены сокращенные ионные уравнения взаимодействия карбонатов магния и кальция с протонами:

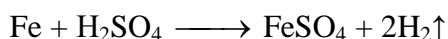


Среди того, что продавалось в магазине уксусная эссенция, электролит для аккумуляторов, лимонная кислота являются кислотами или растворами кислот. Нагревание ускоряет реакцию.

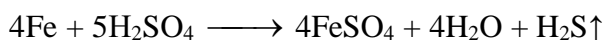
При взаимодействии с серной кислотой образуется гипс, нерастворимый дигидрат сульфата кальция:



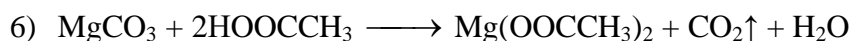
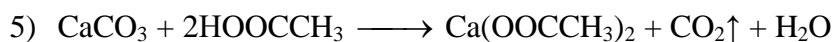
Кроме того, серная кислота является достаточно сильной и может повредить стальной чайник:



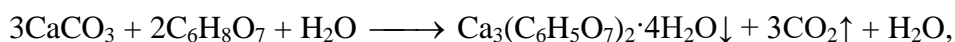
Разбавленная серная кислота не окисляет железо до Fe(III), при этом, возможно частичное восстановление серной кислоты до сероводорода, имеющего неприятный запах:



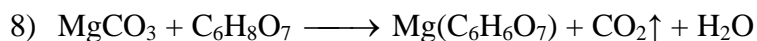
Уксусная кислота является более слабой при этом, образующиеся ацетаты хорошо растворимы:



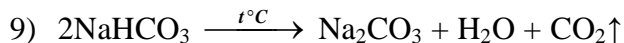
Лимонная кислота является многоосновной, при этом она более сильная, чем уксусная, цитрат кальция в воде нерастворим:



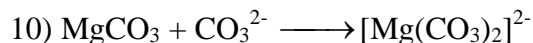
однако, в избытке лимонной кислоты, осадок может растворяться:



Сода также может быть использована для чистки чайника. При нагревании гидрокарбоната натрия происходит его разложение:



Карбонат магния растворяется в избытке карбоната натрия благодаря образованию карбонатного комплекса:



Т.к. при этом растворяется только карбонат магния, слой накипи становится более «рыхлым» и проще счищается механически. Однако этот способ не соответствует условию задачи.

Реакции, в которых из одного осадка образуется другой, протекают достаточно медленно, т.к. частицы осадка покрываются новым осадком, что блокирует диффузию.

Таким образом, оптимальными для растворения являются уксусная эссенция и лимонная кислота.

#### Система оценивания:

1.	Состав накипи	1 балл
2.	Реакции образования накипи	2 балла
3.	Выбор кислот в качестве возможных реагентов	3 балла
4.	Уравнения реакций с кислотами	6 баллов
5.	Уравнения реакций с содой	2 балла
ИТОГО:		14 баллов

### Задача 3

Оценки экономистов показывают, что в настоящее время мировой дефицит нефтяных моторных топлив составляет порядка 10 млн т. Одной из главных альтернатив таким топливам является пропан-бутановая смесь (т. н. пропан-бутан), масштабы использования которой в последние годы резко увеличиваются в связи с ростом цен на бензин, истощением запасов нефти, ухудшением экологической обстановки в городах и т. д. Заправка автомобилей такой смесью осуществляется на автомобильных газозаправочных станциях (АГЗС).

Пропан-бутан – смесь двух газообразных углеводородов, вырабатываемая из нефти и сконденсированных нефтяных газов. В обиходе ее часто называют просто пропан. Смесь легко сжижается при понижении температуры ( $t_{\text{кип}} \sim -42^\circ\text{C}$  при  $p = 1$  атм) или повышении давления; критическая температура смеси составляет около  $+96^\circ\text{C}$ . Хранят и перевозят жидкую смесь под давлением в 16 атм.

Газовоз привез на АГЗС  $3,5 \text{ м}^3$  жидкого пропан-бутана с плотностью  $0,584 \text{ г/см}^3$  (измерения проведены при  $0^\circ\text{C}$ ) и массовым содержанием 58 %  $\text{C}_3\text{H}_8$  и 42 %  $\text{C}_4\text{H}_{10}$ .

1. Рассчитайте мольное отношение компонентов смеси и общее количество атомов в цистерне газовоза. Во сколько раз больший объем заняла бы эта смесь при н. у. ( $t = 0^\circ\text{C}$ ,  $p = 1$  атм)?

2. Напишите уравнения реакций сгорания пропана и бутана и рассчитайте их тепловые эффекты. Стандартные теплоты образования газообразных веществ составляют (кДж/моль): 103,9 (пропан), 126,2 (бутан), 393,5 (углекислый газ), 241,8 (водяной пар).

3. Вычислите количество тепла, которое выделится при сгорании всей смеси, содержащейся в газовозе. Поясните физический смысл понятия «критическая температура» для этой смеси.

4. На соседнюю заправку (АЗС) завезли бензин в цистерне такого же объема. Считая, что бензин состоит из чистого октана ( $t_{\text{кип}} = 125,5^\circ\text{C}$ ,  $\rho = 0,703 \text{ г/см}^3$ ,  $Q_{\text{обр}}^0 = 249,9 \text{ кДж/моль}$ ), рассчитайте количество тепла, которое выделится при сгорании всего бензина. Какой вид топлива более выгоден для автолюбителя и во сколько раз, если соотношение цен за  $1 \text{ м}^3$  топлива на рынке  $5 : 3$  не в пользу бензина?

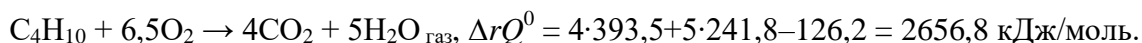
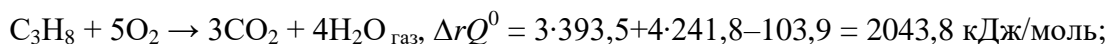
5. Назовите изомеры октана, которые при радикальном хлорировании дадут:  
а) максимальное; б) минимальное количество моноклорпроизводных. Сколько моноклорпроизводных образует 4-метилгептан? А какие из структурных изомеров октана оптически активны? Назовите их.

### РЕШЕНИЕ

1. Масса смеси составит  $3,5 \cdot 10^6 \cdot 0,584 = 2044000 \text{ г}$  или  $2044 \text{ кг}$ . Пропана в смеси  $0,58 \cdot 2044 = 1185,5 \text{ кг}$  или  $1185,5/44 = 26,94 \text{ кмоль}$ . Бутана в смеси  $0,42 \cdot 2044 = 858,5 \text{ кг}$  или  $858,5/58 = 14,80 \text{ кмоль}$ . Мольное отношение пропан/бутан составляет  $1,82$ , общее количество атомов в цистерне газовева  $(26,94 \cdot 11 + 14,80 \cdot 14) \cdot 10^3 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 3,03 \cdot 10^{29}$  шт.

Объем газообразной смеси при н.у. равен  $(26,94 + 14,80) \cdot 10^3 \cdot 22,4 = 935 \cdot 10^3 \text{ л}$  или  $935 \text{ м}^3$ , что в  $935/3,5 = 267$  раз больше объема жидкости.

2. Уравнения реакций сгорания пропана и бутана и их тепловые эффекты:



3. При сгорании всей смеси, содержащейся в газовева, выделится

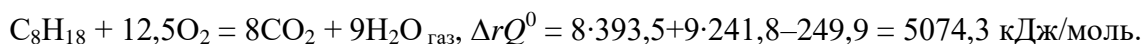
$$26,94 \cdot 10^3 \cdot 2043,8 + 14,80 \cdot 10^3 \cdot 2656,8 = (55060 + 39321) \cdot 10^3 \text{ кДж} = 94,4 \cdot 10^6 \text{ кДж тепла}.$$

Для таких смесей критической называется температура, при которой плотности насыщенного пара и жидкости становятся одинаковыми, и граница между жидкостью и паром исчезает.

4. Масса бензина (октана)  $3,5 \cdot 10^6 \cdot 0,703 = 2460500 \text{ г}$  или  $2460,5 \text{ кг}$ .

Его количество  $2460,5/114 = 21,58 \text{ кмоль}$ .

Уравнение реакции сгорания октана (бензина) и ее тепловой эффект:



Количество тепла, которое выделится при сгорании всего бензина  $21,58 \cdot 10^3 \cdot 5074,3 = 109,5 \cdot 10^6 \text{ кДж}$ . Получается, что приобретать пропан-бутановую смесь выгоднее в  $(94,4 \cdot 10^6/3) : (109,5 \cdot 10^6/5) = 1,44$  раза.

5. а)  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}(\text{CH}_3)\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$  (3-метилгептан) – 8 моноклорпроизводных;

б)  $(\text{CH}_3)_3\text{C-C}(\text{CH}_3)_3$  (2,2,3,3-тетраметилбутан) – 1 моноклорпроизводное;

$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}(\text{CH}_3)\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$  (4-метилгептан) – 5 моноклорпроизводных.

Оптически активные изомеры октана: 3-метилгептан, 2,3-диметилгексан, 2,4-диметилгексан, 3,4-диметилгексан, 2,2,3-триметилпентан.

#### Система оценивания:

1.	Мольное отношение компонентов смеси	2 балла
	Количество атомов и отношение объемов	2 балла
2.	Уравнения реакций и тепловые эффекты	4 балла
3.	Расчет количества тепла при сгорании всей смеси	2 балла
	Смысл критической температуры	1 балл
4.	Уравнение реакции, ее тепловой эффект и общее кол-во тепла	3 балла
	Вывод о том, что газ выгоднее и расчет, во сколько раз	2 балла
5.	Названия изомеров с min и max количеством производных	2 балла
	Количество моноклорпроизводных у 4-метилгептана	0,5 балла
	Названия изомеров с оптической активностью	2,5 балла
ИТОГО:		21 балл

#### Задача 4

*Задача для «мысленного эксперимента» на теоретический тур, которая может быть модифицирована и использована для практического тура.*

На экспериментальных турах школьных химических олимпиад участникам часто предлагают выполнить задачу по распознаванию водных растворов различных веществ. Для решения таких задач от участника требуется не только знание различных качественных реакций, но и наблюдательность, логическое мышление, аккуратность и другие весьма важные качества для химика-экспериментатора. Давайте попытаемся разобрать решение одной из таких задач и провести мысленный эксперимент по установлению содержимого восьми пронумерованных пробирок, содержащих водные растворы следующих солей: сульфата меди(II), карбоната натрия, хлорида железа(III), сульфида натрия, хлорида аммония, хлорида никеля, нитрата алюминия, хромата калия.

**1. Напишите формулы предложенных для распознавания солей.**

Заметим, что перечисленные растворы можно разделить на две группы: половина из них окрашена в различные цвета, другие – бесцветны. Ниже Вашему вниманию предлагается соответствие окрасок растворов и номеров пробирок в одном из вариантов, предложенных для распознавания.

№ пробирки	1	4	5	7
Окраска раствора	желтая	зеленая	голубая	коричневая

2. Руководствуясь указанными окрасками растворов веществ, попробуйте соотнести номер пробирки с формулами соответствующих солей.

Для распознавания оставшихся четырех бесцветных растворов можно воспользоваться их взаимодействием с растворами дополнительных реактивов – **нитрата серебра, соляной кислоты и гидроксида натрия**. Происходящие при этом изменения отмечены в приведенной ниже таблице.

№ пробирки		2	3	6	8
Изменения, происходящие при добавлении	AgNO <sub>3</sub>	белый осадок	белый "творожистый" осадок	черный осадок	нет видимых изменений
	HCl	"вскипание" раствора (выделяется газ без запаха)	нет видимых изменений	появление запаха "тухлых яиц"	нет видимых изменений
	NaOH	нет видимых изменений	появление запаха нашатырного спирта	нет видимых изменений	белый осадок, который исчезает при добавлении избытка NaOH

3. На основании отмеченных в таблице изменений попробуйте соотнести номер пробирки с формулами соответствующих солей.

4. Напишите уравнения всех реакций, которые были использованы для распознавания бесцветных растворов (NaOH + 8 – две реакции, всего 8 реакций, отмеченных в таблице).

5. Попробуйте записать уравнения реакций, происходящих при сливании растворов, находящихся в пробирках а) № 2 и № 7; б) № 6 и № 8; в) № 5 и № 6, а также уравнение реакции, протекающей при подкислении азотной кислотой раствора в пробирке № 1.

#### РЕШЕНИЕ

1. Сульфат меди(II) – **CuSO<sub>4</sub>**, карбонат натрия – **Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>**, хлорид железа(III) – **FeCl<sub>3</sub>**, сульфид натрия – **Na<sub>2</sub>S**, хлорид аммония – **NH<sub>4</sub>Cl**, хлорид никеля – **NiCl<sub>2</sub>**, нитрат алюминия – **Al(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>**, хромат калия – **K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>**.

2. Окраска водных растворов обусловлена присутствием в них следующих ионов: голубая – **Cu<sup>2+</sup>**, коричневая – **Fe<sup>3+</sup>**, зеленая – **Ni<sup>2+</sup>**, желтая – **CrO<sub>4</sub><sup>2-</sup>**. Остальные ионы не окрашивают

водные растворы. Эти знания позволяют установить содержимое пробирок с окрашенными растворами: №1 – р-р  $K_2CrO_4$ , №4 – р-р  $NiCl_2$ , №5 – р-р  $CuSO_4$ , №7 – р-р  $FeCl_3$ .

3. Составим теоретическую таблицу, расположив по горизонтали вещества, которые нам нужно определить, а по вертикали – дополнительные реагенты. На пересечении каждого столбца и строки укажем явления, которые мы бы наблюдали при сливании этих растворов.

Анализируемые вещества		$Na_2CO_3$	$Al(NO_3)_3$	$Na_2S$	$NH_4Cl$
Изменения, происходящие при добавлении	$AgNO_3$	белый осадок	нет видимых изменений	черный осадок	белый творожистый осадок
	$HCl$	"вскипание" раствора (выделяется газ без запаха)	нет видимых изменений	появление запаха "тухлых яиц"	нет видимых изменений
	$NaOH$	нет видимых изменений	белый осадок, который исчезает при добавлении избытка $NaOH$	нет видимых изменений	появление запаха нашатырного спирта

Сопоставив полученную таблицу с результатами эксперимента, приходим к выводу, что в пробирках с бесцветными растворами находятся следующие вещества:

№2 – р-р  $Na_2CO_3$ , №3 – р-р  $NH_4Cl$ , №6 – р-р  $Na_2S$ , №8 – р-р  $Al(NO_3)_3$ .

4. Уравнения реакций:

- 1)  $Na_2CO_3 + 2AgNO_3 = Ag_2CO_3\downarrow + 2NaNO_3$ ; 2)  $Na_2S + 2AgNO_3 = Ag_2S\downarrow + 2NaNO_3$ ;
- 3)  $NH_4Cl + AgNO_3 = AgCl\downarrow + NH_4NO_3$ ; 4)  $Na_2CO_3 + 2HCl = 2NaCl + CO_2\uparrow + H_2O$ ;
- 5)  $Na_2S + 2HCl = H_2S\uparrow + 2NaCl$ ; 6)  $Al(NO_3)_3 + 3NaOH = Al(OH)_3\downarrow + 3NaNO_3$ ;
- 7)  $Al(OH)_3 + NaOH = Na[Al(OH)_4]$  или  $Al(OH)_3 + 3NaOH = Na_3[Al(OH)_6]$ ;
- 8)  $NH_4Cl + NaOH = NH_3\uparrow + H_2O + NaCl$ .

5. Уравнения реакций:

- а)  $3Na_2CO_3 + 2FeCl_3 + 3H_2O = 6NaCl + 2Fe(OH)_3\downarrow + 3CO_2\uparrow$ ;
  - б)  $3Na_2S + 2Al(NO_3)_3 + 6H_2O = 6NaNO_3 + 2Al(OH)_3\downarrow + 3H_2S\uparrow$ ;
  - в)  $Na_2S + CuSO_4 = Na_2SO_4 + CuS\downarrow$ ;
- $2K_2CrO_4 + 2HNO_3 = K_2Cr_2O_7 + 2KNO_3 + H_2O$ .

**Система оценивания:**

1.	Формулы солей	4 балла
2.	Соотнесение солей по цвету	2 балла
3.	Соотнесение солей по признакам реакций	2 балла
4.	Уравнения реакций	8 баллов
5.	Уравнения реакций	4 балла
ИТОГО:		20 баллов

**Эксперимент**

В четырех пронумерованных и неподписанных пробирках находятся растворы хлорида бария, карбоната натрия, сульфата калия и соляной кислоты. Не пользуясь никакими другими реактивами, определите, содержимое каждой из пробирок.

1. Для рассмотрения возможных парных взаимодействий составьте таблицу, в которой обозначьте возможные наблюдения:

«↑» - выделяется газ; «↓» - выделяется осадок; «—» - нет признаков реакции

2. Напишите возможные уравнения реакций.

3. На основании проведенных экспериментов, определите, какое вещество находится в каждой пробирке.

**РЕШЕНИЕ.**

1. Рассмотрим содержимое пробирок, вещества визуально неразличимы – представляют собой бесцветные прозрачные растворы.

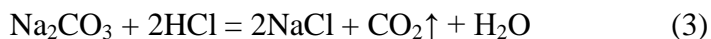
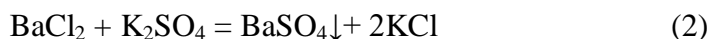
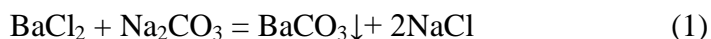
2. Составим таблицу, возможных парных взаимодействий веществ, в результате которых мы будем (или не будем) наблюдать определенные признаки реакций

**Таблица парных взаимодействий веществ**

	BaCl <sub>2</sub>	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	HCl
BaCl <sub>2</sub>	_____	↓	↓	—
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	↓	_____	—	↑
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	↓	—	_____	—
HCl	—	↑	—	_____



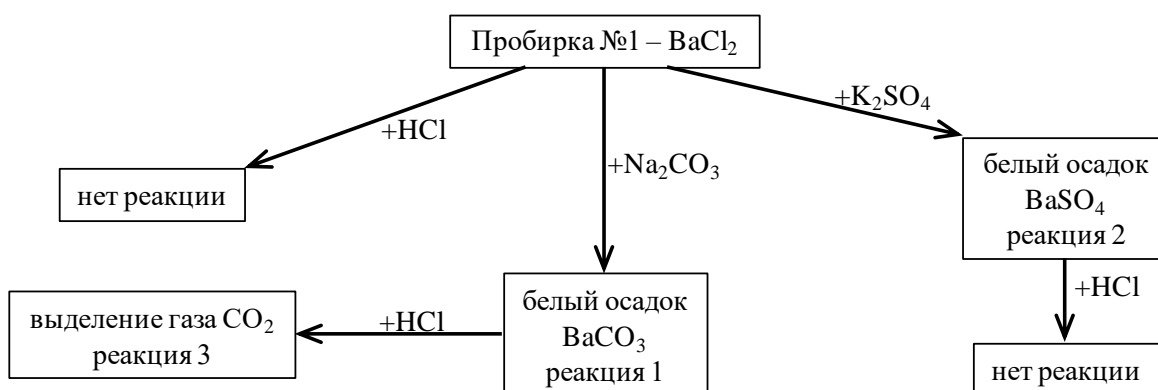
3. Запишем уравнения реакций:



4. Возьмем пробирку под номером 1. Из остальных пробирок отольем по ~ 2 мл растворов в три пустые пробирки и добавим в каждую из них по 5-6 капель раствора пробирки №1. Рассмотрим 4 возможных варианта. Естественно, каждому школьнику будет представлен один из четырех вариантов, решение которого он должен подробно описать. При этом каждому школьнику понадобятся только 4 пробирки. Для более ясного понимания идентификации для каждого из вариантов приведены схемы распознавания веществ. Изображать схему при этом не обязательно. Они приведены в решении всех четырех вариантов только для наглядности:

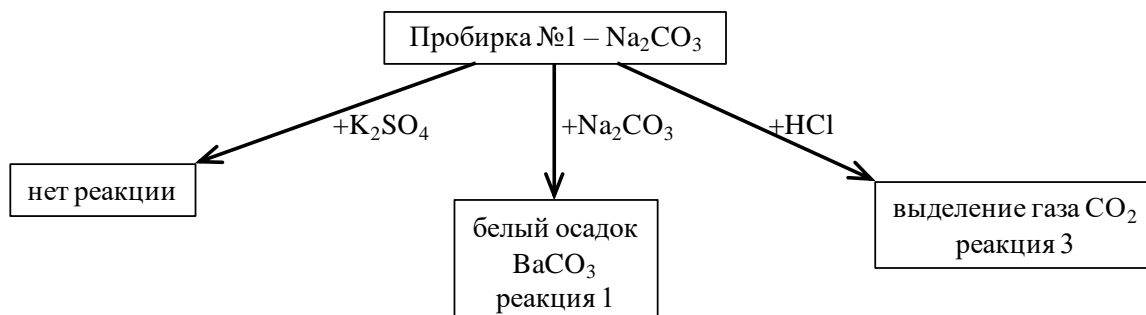
1. В двух пробирках выпали белые осадки, в третьей - признаков реакции не наблюдается. Это означает, что в пробирке №1 находится  $\text{BaCl}_2$  (первая строка таблицы). В этом случае в той из пробирок, где не будет признаков химической реакции – находится  $\text{HCl}$ . В двух других, где наблюдали выпадение белых осадков ( $\text{BaCO}_3\downarrow$  или  $\text{BaSO}_4\downarrow$ ), находились  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  и  $\text{K}_2\text{SO}_4$  соответственно. Прильем в пробирки с осадками по несколько капель раствора  $\text{HCl}$ . Там, где осадок растворяется с выделением газа, изначально находился раствор  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  и там имели место реакции 1 и 3. В другой пробирке при прибавлении  $\text{HCl}$  осадок не растворяется ( $\text{BaSO}_4$ , не растворяется в кислотах). Значит, изначально в ней находился  $\text{K}_2\text{SO}_4$  и имела место только одна реакция 2.

Ниже приводится схема варианта 1:



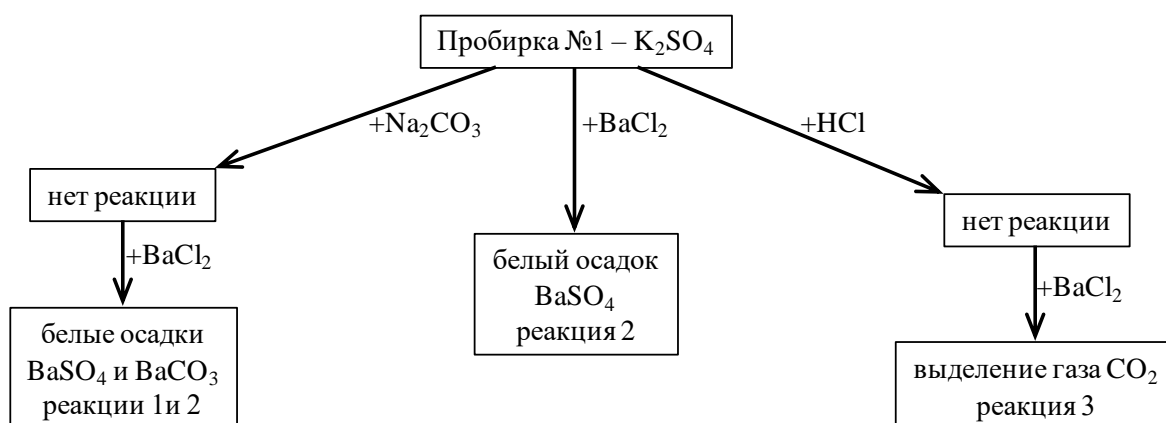
2. При добавлении нескольких капель из пробирки 1 в одной из трех пробирок выпал белый осадок, в другой выделился газ, в следующей не было признаков реакции. В этом случае в пробирке 1 находился  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (вторая строка таблицы). Там, где выпал белый осадок, находился  $\text{BaCl}_2$ , где выделился газ -  $\text{HCl}$ , где не было признаков реакции -  $\text{K}_2\text{SO}_4$ .

Ниже приводится схема варианта 2:



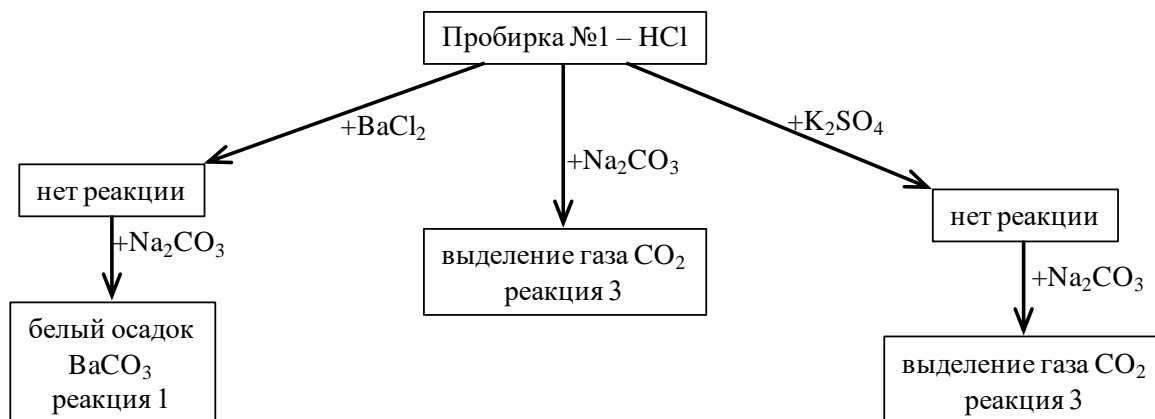
3. При добавлении нескольких капель из пробирки 1 в одной из трех пробирок выпал белый осадок, в двух других не было признаков реакции. В этом случае в пробирке 1 находился  $K_2SO_4$  (третья строка таблицы). Там, где выпал белый осадок, находился  $BaCl_2$ . В две пробирки, где не было признаков реакции, добавляем  $BaCl_2$ . Выпадение белого осадка ( $BaCO_3\downarrow$  и  $BaSO_4\downarrow$ ) указывает, что первоначально в этой пробирке находился  $Na_2CO_3$ . В пробирке, где выделился газ первоначально находился раствор  $HCl$ .

Ниже приводится схема варианта 3:



4. При добавлении нескольких капель из пробирки 1 в одной из трех пробирок выделяется газ, в двух других не было признаков реакции. В этом случае в пробирке 1 находился раствор  $HCl$  (четвертая строка таблицы). Там, где выделился газ находился  $Na_2CO_3$ . В две пробирки, где не было признаков реакции, добавляем  $Na_2CO_3$ . Выпадение белого осадка ( $BaCO_3\downarrow$ ) указывает, что первоначально в этой пробирке был  $BaCl_2$ . В пробирке, где выделился газ первоначально находился раствор  $K_2SO_4$ .

Ниже приводится схема варианта 4:



Задачу при необходимости легко можно упростить или усложнить, взяв два, три или более четырех веществ.

**Система оценивания:**

1. Составление и заполнение таблицы 7 баллов
2. Уравнения реакций 3 балла
3. Аргументированное обоснование наблюдений, с помощью которых определяются вещества в выданных четырех пробирках. Можно в виде схем  $4 \cdot 5 = 20$  баллов

**ИТОГО 30 баллов**

## МЕТОДИКА ОЦЕНИВАНИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ОЛИМПИАДНЫХ ЗАДАНИЙ

Оценивание работ участников муниципального этапа Всероссийской олимпиады проводится согласно системе оценивания, разработанной предметной методической комиссией (см. рекомендации по разработке системы оценивания). Члены жюри перед проверкой знакомятся с решениями и с системой оценивания, распределяют задания, которые будут проверять. Проверка проводится парой членов жюри. Важным условием объективности проверки является то, что одна пара членов жюри проверяет одно и то же задание.

Члены жюри приступают к проверке только после кодировки работ.

В системе оценивания указан максимальный балл за тот или иной элемент решения. При неполном или частично ошибочном ответе ставится меньшее число баллов. Если ответ неправильный, то за элемент решения баллы не начисляются. Недопустимо снижение баллов за неаккуратное оформление.

Баллы могут начисляться также за оригинальное решение. При этом максимальный балл за решение не меняется.

Общая оценка результата участника олимпиады является арифметической суммой всех баллов, полученным им за задания всех туров олимпиады. Баллы за задания и общая сумма заносится членами жюри в ведомость и вместе с работами передаются на декодирование, а затем фиксируются в итоговой ведомости, по которой подводятся итоги олимпиады.

## ОПИСАНИЕ СПЕЦИФИКИ ХИМИЧЕСКОЙ ОЛИМПИАДЫ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ТРЕБОВАНИЙ К ПРОВЕДЕНИЮ МУНИЦИПАЛЬНОГО ЭТАПА ПО ХИМИИ В СУБЪЕКТАХ РФ

В муниципальном этапе Всероссийской олимпиады принимают индивидуальное участие обучающиеся 7-11 классов:

- а) участники школьного этапа олимпиады текущего учебного года, набравшие на школьном этапе необходимое для участия в муниципальном этапе количество баллов, установленное организатором муниципального этапа олимпиады;
- б) победители и призеры муниципального этапа олимпиады предыдущего учебного года, продолжающие обучение в организациях, осуществляющих образовательную деятельность по образовательным программам основного общего и среднего общего образования.

### **Форма проведения муниципального этапа**

Согласно Порядку проведения Всероссийской олимпиады школьников муниципальный этап олимпиады проводит образовательная организация в октябре по олимпиадным заданиям для 7-11 классов, разработанным предметно-методической комиссией регионального этапа с учетом методических рекомендаций центральной методической комиссии по химии. Срок окончания муниципального этапа – не позднее 25 декабря.

Задания могут быть авторскими или выбраны из литературных источников. За основу могут быть взяты задания олимпиад прошлых лет, опубликованные в сборниках и на интернет порталах (см. список литературы, Интернет-ресурсов). **Ссылка на источник обязательна.** **Задания муниципального этапа разрабатываются для 4 возрастных параллелей – 7-8, 9, 10 и 11 классы.**

Информационная поддержка муниципального этапа олимпиады заключается в широком оповещении через сайт образовательного учреждения, социальные сети и другие средства информационно-коммуникационных технологий, а также через методические объединения учителей и преподавателей естественнонаучного цикла.

Муниципальный этап Олимпиады по химии для старших возрастных параллелей желательно проводить в 2 тура (теоретический и экспериментальный) в сроки, установленные Порядком проведения Всероссийской олимпиады школьников. Длительность теоретического тура составляет не более 4 (четырёх), а экспериментального тура – не более 2 (двух)

астрономических часов. Если проведение экспериментального тура невозможно, то в комплект теоретического тура включается задача, требующая мысленного эксперимента, и время проведения тура увеличивается до 5 (пяти) астрономических часов с учетом возрастных особенностей участников.

**Особое внимание следует уделить первым двум возрастным параллелям. Для учащихся 7-8 классов олимпиада по химии должна быть в большей степени занимательной, чем традиционной: в отличие от классической формы проведения олимпиады (теоретический и экспериментальный тур), в данном случае рекомендуется игровая форма: олимпиада может быть проведена в виде викторин и конкурсов химического содержания, включающих:**

- 1. элементарные лабораторные операции (кто точнее взвесит или измерит объем, кто точнее и аккуратнее отберет необходимый объем жидкости, кто быстро, при этом аккуратно и точно, приготовит раствор вещества заданной концентрации или разделит смесь на компоненты);**
- 2. простые химические опыты, связанные с жизнью: гашение соды уксусной кислотой, разложение хлорида аммония, изменение цвета природных индикаторов в кислой и щелочной среде (например, изменение цвета настоя черного чая в зависимости от среды раствора).**

**К подготовке туров для обучающихся 7-8 классов необходимо активно привлекать старшеклассников.**

В случае проведения заочного тура на сайте и на информационно-тематических стендах образовательных учреждений, а также на сайтах организаторов соответствующего этапа ВсОШ публикуются задания, и указывается срок, до которого учащиеся могут подать свои решения.

### **Порядок проведения туров муниципального этапа Олимпиады**

Участники Олимпиады допускаются до всех предусмотренных программой туров. Промежуточные результаты не могут служить основанием для отстранения от участия в Олимпиаде.

Проведению олимпиады должен предшествовать инструктаж участников о правилах участия в олимпиаде, в частности, о продолжительности тура, о случаях удаления с олимпиады, о дате, времени и месте ознакомления с результатами олимпиады. Перед началом

экспериментального тура учащихся необходимо кратко проинструктировать о правилах техники безопасности (при необходимости сделать соответствующие записи в журнале регистрации инструктажа на рабочем месте) и дать рекомендации по выполнению той или иной процедуры, с которой они столкнутся при выполнении задания. Все учащиеся должны работать в халатах и, если необходимо, в очках и перчатках. При выполнении экспериментального тура членам жюри и преподавателям, находящимся в практикуме, необходимо наблюдать за ходом выполнения учащимися предложенной работы.

Участник берет с собой в аудиторию ручки синего или черного цвета, может взять инженерный калькулятор, прохладительные напитки в прозрачной упаковке, шоколад. Работа выполняется ручкой одного цвета.

**В аудиторию категорически запрещается брать бумагу, справочные материалы, средства сотовой связи; участники не вправе общаться друг с другом, свободно передвигаться по аудитории.**

**Для проведения олимпиады необходимы аудитории (школьные классы), в которых каждому участнику должно быть предоставлено отдельное рабочее место, в отдельных случаях за одной партой могут находиться два участника. План (схема) размещения участников составляется оргкомитетом, исключая возможность того, что рядом окажутся учащиеся из одной возрастной параллели и из одного образовательного учреждения.**

Для нормальной работы участников в помещениях необходимо обеспечивать комфортные условия: тишину, чистоту, свежий воздух, достаточную освещенность рабочих мест, температуру 20-22°C, влажность 40-60%.

## **I. Теоретический тур**

1. Задания каждого из комплектов составлены в одном варианте, поэтому участники должны сидеть по одному за столом (партой), максимум по двое, но при условии выполнения плана (схемы) рассадки.

2. Вместе с заданиями каждый участник получает необходимую справочную информацию для их выполнения (периодическую систему, таблицу растворимости, электрохимический ряд напряжений металлов).

3. Во время проведения олимпиады участник может выходить из аудитории. При этом работа в обязательном порядке остается в аудитории. На ее обложке делается пометка о времени выхода и возвращения учащегося.

Инструкция для дежурного в аудитории.

1. на первую страницу (не обложку!) каждой тетради прикрепить бланк для оценивания работы;

№ задачи	Баллы	подписи

2. раздать тетради;
3. проследить за правильным заполнением обложки: фамилия, имя, отчество (ФИО) участника;
- 4) раздать задания;
- 5) записать на доске время начала и окончания теоретического тура;
- 6) по окончании тура каждому участнику раздать решения.**

## **II. Экспериментальный тур**

Экспериментальный тур проводится в специально оборудованных практикумах или кабинетах химии. Для выполнения экспериментального тура участники получают необходимые реактивы, оборудование и тетради для оформления работы.

### ***Процедура кодирования и декодирования работ***

Ответы участников на задания теоретических туров перед началом проверки кодируются представителями оргкомитета. Конфиденциальность данной информации является основным принципом проверки теоретических туров заключительного этапа Олимпиады.



Для кодирования и декодирования работ Оргкомитетом создается специальная комиссия в количестве не менее двух человек на каждый класс (возрастную параллель), один из которых является председателем.

После окончания каждого теоретического тура работы участников Олимпиады отдельно по каждому классу передаются шифровальной комиссии на кодирование. Для показа работ шифровальная комиссия декодирует работы.

Работа по кодированию, проверке и процедура внесения баллов в базу данных должны быть организованы так, чтобы полная информация о рейтинге каждого участника заключительного этапа Олимпиады была доступна только членам шифровальной комиссии.

### **Процедура оценивания выполненных заданий**

1. Перед проверкой работ председатель жюри раздает членам жюри решения и систему оценивания, а также формирует рабочие группы для проверки.
2. Для каждой возрастной параллели члены жюри заполняют оценочные ведомости (листы):

Лист проверки теоретического тура \_\_\_\_\_ класс

Код работы	Задача 1	Задача 2	Задача 3	Задача 4	...	...	

3. Выполнение задач экспериментального тура оценивается в ходе самого тура. В ходе итоговой беседы по результатам выполнения экспериментального тура члены жюри выставляют оценку каждому участнику.

### **Процедура разбора заданий и показа работ**

1. По окончании туров участники должны иметь возможность ознакомиться с развернутыми решениями олимпиадных задач. Поэтому ЦПМК по химии настоятельно рекомендует публиковать развернутые решения и систему оценивания на сайтах организаторов муниципального этапа.
2. Основная цель разбора заданий – объяснить участникам Олимпиады основные идеи решения каждого из предложенных заданий на турах (конкурсах), возможные способы

выполнения заданий, а также продемонстрировать их применение на конкретном задании. Разбор задач может заключаться в изложении подробных решений, предлагаемых на олимпиаде задач. Основная цель показа работ – ознакомить участников с результатами выполнения их работ, снять возникающие вопросы.

3. Разбор олимпиадных заданий и показ работ проводится после проверки и анализа олимпиадных заданий в отведенное программой проведения соответствующего этапа время.
4. Разбор задач и показ работ может быть объединен.
5. Показ работ проводится в спокойной и доброжелательной обстановке.
6. В ходе разбора заданий представляются наиболее удачные варианты выполнения олимпиадных заданий, анализируются типичные ошибки, допущенные участниками Олимпиады.

**При подготовке к разбору задач и показу работ необходимо привлекать старшеклассников. Можно организовать дискуссионную защиту решения задачи, мастер-класс от победителя.**

#### **Порядок подведения итогов муниципального этапа**

Подведение итогов проводится согласно принятому Порядку проведения Всероссийской олимпиады школьников.

1. Победители и призеры соответствующего этапа Олимпиады определяются по результатам решения участниками задач туров. Итоговый результат каждого участника подсчитывается как сумма полученных этим участником баллов за решение каждой задачи на теоретическом и экспериментальном турах.
2. Окончательные результаты проверки решений всех участников фиксируются в итоговой таблице (по каждой возрастной параллели отдельной), представляющей собой ранжированный список участников, расположенных по мере убывания набранных ими баллов. Участники с одинаковыми баллами располагаются в алфавитном порядке. На основании итоговой таблицы и в соответствии с квотой, установленной оргкомитетом, жюри определяет победителей и призеров соответствующего этапа Олимпиады.
3. Председатель жюри передает протокол по определению победителей и призеров в Оргкомитет для утверждения списка победителей и призеров соответствующего этапа Олимпиады по химии.

4. Список всех участников соответствующего этапа Олимпиады с указанием набранных ими баллов и типом полученного диплома (победителя или призера) заверяется председателем Оргкомитета соответствующего этапа Олимпиады.

5. Для создания общероссийской базы муниципального этапа Всероссийской олимпиады школьников по химии председателям предметных методических комиссий соответствующих этапов олимпиады надлежит выслать задания и решения с указанием ответственного по составлению (ссылки на литературные источники обязательны) на электронный адрес заместителя председателя и (или) ответственного секретаря Центральной предметной методической комиссии Всероссийской олимпиады школьников по химии (Архангельская Ольга Валентиновна ([olga.arkh@gmail.com](mailto:olga.arkh@gmail.com)), Долженко Владимир Дмитриевич ([Doljenko\\_VD@inorg.chem.msu.ru](mailto:Doljenko_VD@inorg.chem.msu.ru))).

6. Орган местного самоуправления, осуществляющий управление в сфере образования публикует результаты муниципального этапа на своем официальном сайте в сети "Интернет", в том числе протоколы жюри муниципального этапа олимпиады по каждому общеобразовательному предмету. Рекомендуется публиковать задания и решения муниципального этапа на сайте организатора.

## **ОПИСАНИЕ НЕОБХОДИМОГО МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ОЛИМПИАДНЫХ ЗАДАНИЙ**

Для тиражирования материалов необходима компьютерная техника, множительная техника (лазерные принтеры и копиры) и расходные материалы. Материалы (условия и решения) следует размножать в расчете на каждого участника и каждое сопровождающее лицо.

Для каждого участника необходимо распечатать периодическую систему и таблицу растворимости (приложения 1 и 2), условия, отдельно решения с системой оценивания.

Для выполнения заданий теоретического и экспериментального туров требуются проштампованные тетради в клетку/листы бумаги формата А4, небольшой запас ручек синего (или черного цвета).

### Для работы жюри и оргкомитета

Компьютерная и множительная техника, 4-5 пачек бумаги, ручки синие и красные (в расчете по 2 шт. на каждого члена жюри), карандаши простые (из расчета по 2 шт. на каждого члена жюри), ножницы (6 шт.), степлеры и скрепки к ним (6 шт.), антистеплеры (6 штук), клеящий карандаш (6 шт.), стикеры (5-6 блоков);

Для экспериментального тура достаточно реактивов и оборудования, которыми укомплектована каждая школа.

## **ПЕРЕЧЕНЬ СПРАВОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ, СРЕДСТВ СВЯЗИ И ЭЛЕКТРОННО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ, РАЗРЕШЕННЫХ К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ВО ВРЕМЯ ПРОВЕДЕНИЯ ОЛИМПИАДЫ**

Периодическая система химических элементов (приложение 1)

Таблица растворимости и ряд напряжения металлов (приложение 2)

Инженерный непрограммируемый калькулятор

## ОБРАЗЦЫ (ПРИМЕРЫ) ЗАДАНИЙ

Для разработки заданий муниципального этапа ВсОШ по химии ЦПМК по химии предлагает несколько идей олимпиадных задач, отнесенных к различным темам.

### Неорганическая химия

**Н1.** В олимпиадных задачах можно использовать “отвлекающие” данные. Например, цвета раствора.

*Оксид металла с массовой долей металла 80% растворяется в 20% серной кислоте с образованием раствора голубого цвета и в 24% соляной кислоте с образованием раствора зеленого цвета. Установите состав оксида, выведите формулу продукта взаимодействия оксида с соляной кислотой, если известно, что в нем содержится 30,8% металла и 68,3% хлора по массе. Напишите уравнения соответствующих реакций.*

**Н2.** Задачи могут также быть составлены на основе химии кобальта, хрома, никеля, марганца.

Использование знаний о специфических свойствах одготипных соединений, например, различное отношение амфотерных гидроксидов к взаимодействию с раствором аммиака.

*Металл(X) растворяется в соляной кислоте. При взаимодействии хлорида этого металла с избытком щелочи образуется прозрачный раствор, а при добавлении к раствору этого же хлорида избытка аммиака выпадает гелеобразный осадок. Определите неизвестный металл и запишите уравнения указанных в задаче реакций.*

**Н3.** Задача может быть построена на том, что может быть получено несколько ответов.

Например, разные вещества могут иметь одну и ту же молярную массу:

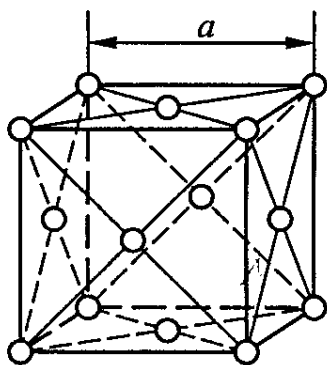
*В неорганической кислоте массовая доля кислорода равна 65,3%. Напишите структурную формулу кислоты.*

**Н4.** Другой вариант развития идеи – по относительной плотности газа по воздуху (водороду или другому любому газу) определить молярную массу газа и предложить несколько формул веществ.

*Запишите химические формулы нескольких газов, плотность которых по воздуху составляет 0,966. Опишите их окислительно-восстановительные свойства.*

**Н5.** В задачах на строение вещества можно использовать знание геометрии.

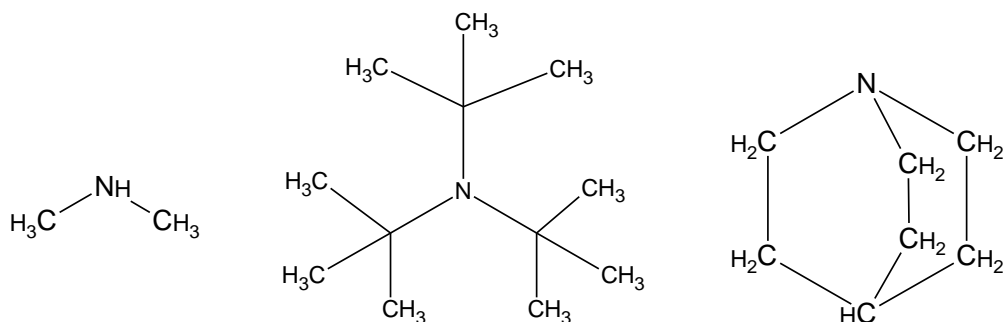
Плотность золота составляет  $19,30 \text{ г/см}^3$ . Золото имеет гранецентрированную кубическую ячейку. Сколько атомов золота приходится на одну элементарную ячейку? Определите параметр элементарной ячейки  $a$  и оцените радиус атома золота.



### Органическая химия

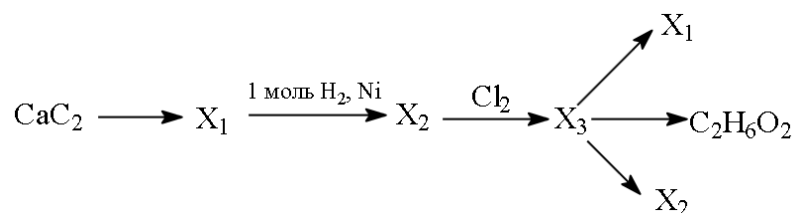
**О1.** В заданиях на взаимное влияние функциональных групп друг на друга при сравнении кислотных или основных свойств можно дать вещества, которые «опровергают» общие закономерности.

Какое соединение проявляет более сильные основные свойства?



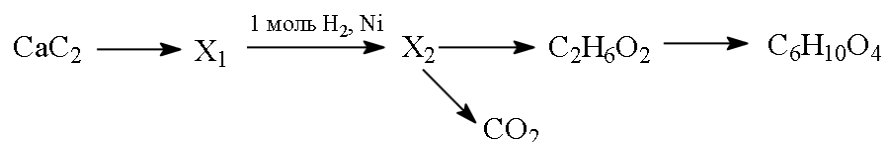
Ответ обоснуйте.

**О2.** В олимпиадных задачах активно используется влияние растворителя на продукт реакции. Запишите уравнения химических реакций, определите зашифрованные вещества, укажите условия протекания реакций.



**О3.** Задачи, в которых окисляют или восстанавливают органические вещества.

Определите зашифрованные вещества, запишите соответствующие уравнения реакций:



Данная задача построена на окислении алкена в разных условиях. Ее можно видоизменить, добавив окисление ацетилена. При разработке подобных заданий следует обращать внимание на среду, в которой происходит превращение. Так нитросоединения в кислой среде превращаются в соли аминов, в результате окисления альдегидов в щелочной среде получают соли карбоновых кислот и т.д.

**О4.** Возможно использование задач, в которых варьирование соотношения количеств реагирующих веществ, приводит к разным результатам.

*Продукты сгорания 1,000 г органического соединения X в избытке кислорода пропустили через 700мл 0,050М раствора Ba(OH)<sub>2</sub>. Масса склянки с раствором Ba(OH)<sub>2</sub> увеличилась на 3,822 г, при этом образовалось 1,387 г осадка. Определите состав вещества X, изобразите три его изомера, если известно, что плотность паров этого вещества по воздуху составляет 3,834.*

### Физическая химия

**Ф1.** При разработке заданий с использованием энергетических эффектов реакции должное внимание следует уделять использованию закона Гесса и следствий из него.

*Рассчитайте энергию связи C–H в CH<sub>4</sub>, используя следующие термохимические уравнения:*



Для решения этих задач требуется владеть понятиями стандартная теплота образования вещества, энергия связи, теплота фазового перехода (кипения, конденсации, возгонки и т.д.).

**Ф2.** Теплоты образования органических веществ в разных агрегатных состояниях можно достаточно точно оценивать при помощи следующего метода: учитывается вклад каждой функциональной группы. Рассчитайте теплоту образования метилпропана, если известны вклады CH (9.2 кДж/моль), CH<sub>3</sub> (48.5 кДж/моль).

**Ф3.** Для задач на химическое равновесие следует активно использовать принцип Ле Шателье.

*К разбавленному раствору хлорида железа (III) добавили раствор роданида аммония до образования красно-оранжевого раствора. Полученный раствор разделили на три пробирки. Первую оставили в качестве «свидетеля». Во вторую добавили хлорида железа.*



*В третью добавили фторид аммония. Напишите уравнения реакций, опишите наблюдаемые явления во второй и в третьей пробирке и дайте им обоснование, используя принцип Ле Шателье.*

**Ф4.** Для более глубокого понимания школьниками равновесных процессов необходимо вставлять в комплект задачи, включающие использование или расчет констант равновесия.

*Константа изомеризации некоторого вещества  $A \rightleftharpoons B$  равна 0,8. Смешали 5 г вещества A и 10 г его изомера B. Вычислите массовую долю изомера B в полученной смеси. Зависит ли результат от количества изомеров в исходной смеси?*

**Ф5.** В силу того, что для расчета кинетических параметров требуется сложный математический аппарат, задачи по кинетике должны быть достаточно простыми и доступными для большинства учащихся. При этом работа с экспонентами должна прочно входить в арсенал участников олимпиады по химии.

*Энергия активации некоторой реакции в отсутствие катализатора равна 80 кДж/моль, а в присутствии катализатора энергия активации уменьшается до значения 53 кДж/моль. Во сколько раз возрастает скорость реакции в присутствии катализатора, если реакция протекает при 20°C?*

### **Эксперимент**

**Э1.** Задание на приготовление растворов заданной концентрации.

*Приготовьте 50 мл 1М раствора соляной кислоты исходя из 20% раствора HCl (плотностью 1,1 г/мл). Опишите подробно все Ваши действия.*

Можно давать задачи на приготовление растворов (из кристаллогидрата и воды, из двух растворов веществ, продуктами которых являются: а) одно растворенное вещество и растворитель, б) одно растворенное вещество, растворитель и газ, в) одно растворенное вещество, растворитель и осадок и т.д.).

## ЗАДАНИЯ ДЛЯ 7-8 КЛАССОВ

Для обучающихся 5-7 классов представляется интересным разработка заданий на приготовление растворов заданной концентрации, если вместо весов и мерных цилиндров или колб предложить им воспользоваться кухонной посудой (чайная, столовая ложки, стакан и т.д.), сообщив школьникам примерный объем посуды или массу помещенных в нее продуктов. Главное, чтобы все использованные в таких практико-ориентированных задачах числа были реальными, а не взятыми «с потолка», поскольку в этом возрасте школьники обычно надолго запоминают такие вещи.

Поскольку с «задачами на проценты» школьники знакомятся в курсе математики гораздо раньше, чем с химией, необходимо активно предлагать школьникам использовать эти знания для решения прикладных химических задач.

*1. В обычном атмосферном воздухе, котором мы дышим, содержание углекислого газа составляет 0,04 объемных процента. Оцените объем углекислого газа (в л), содержащийся в помещении, в котором проводится олимпиада (параметры помещения задайте сами). Вычислите объем воздуха, в котором содержится 100 мл углекислого газа.*

*2. Открытие бронзы (сплавы меди с оловом) сыграло огромную роль в освоении металлов и ознаменовало собой целую эпоху человеческой истории. Для улучшения различных физических характеристик к меди и олову порой добавляют и другие металлы, но сплав по-прежнему называют бронзой. Например, свинцовая бронза содержит 25 масс. % свинца и всего 5 % олова. Вычислите массы свинца, олова и меди, которые требуется загрузить в плавильную печь для получения 3 тонн свинцовой бронзы.*

Могут быть разработаны задачи на приготовление растворов, использующихся в быту, так и растворов, производимых в промышленных масштабах, на расчет состава газовых смесей, твердых растворов, самыми яркими примерами которых являются металлические сплавы.

Учитывая, что химию начинают изучать в 8 классе, материал для задач может быть взят из курса естествознания.

*3. Одним из распространенных народных методов лечения вирусных и бактериальных инфекций является полоскание горла соленой водой, в которую добавлена питьевая сода. Перечислите химические элементы, содержащиеся в таком растворе, если Вам известны химические названия поваренной соли и пищевой соды. Атомы каких элементов содержатся в водном растворе поваренной соли?*

Задания ориентированы на знание тривиальной номенклатуры, умение записывать химические формулы по названию. Задачи можно дополнить расчетами массовых долей соды и соли, либо расчетом необходимого количества компонентов для приготовления

фиксированного объема раствора (если известны массовые доли).

**4.** Фламандский аристократ Ян Баптист Ван Гельмонт в XVII веке провел первое исследование механизма роста растений. Он взвесил сухую землю, засыпал ее в горшок и посадил в него дерево. В течение нескольких лет он поливал дерево, а затем снова взвесил дерево и сухую землю и обнаружил, что вес дерева увеличился на 74 кг. Вес почвы при этом уменьшился примерно на 100 г. Эксперимент Ван Гельмонта не оставил ни у кого сомнения в том, что биомасса в основном образуется не из компонентов почвы, а из других веществ. Назовите два вещества, усвоение которых обеспечило дереву набор основной части массы. Почему уменьшилась масса почвы?

**5.** Большинство окружающих нас металлических изделий изготовлены не из чистых металлов, а их сплавов. Приведите примеры названий известных Вам 5 металлов и 3 металлических сплавов.

**6.** Из перечисленного списка (плавление, горение, испарение, возгонка, гниение, кристаллизация, брожение и т.п.) выберите процессы, которые являются химическими (т.е. сопровождаются химическим превращением одних веществ в другие).

**7.** Имеется список газов: углекислый газ; кислород; азот; водород; аргон. Наличие какого из них в выдыхаемом воздухе устанавливают, когда дуют через трубочку в известковую воду? А какого из этих газов в выдыхаемом Вами воздухе меньше всего?

Те же самые вопросы могут быть зашифрованы в виде различных ребусов, шарад, головоломок, кроссвордов и т.д., а могут быть выданы в виде тестов.

**8.** Одним из первых металлических сплавов, которые человек начал использовать в глубокой древности, является

А) сталь; Б) бронза; В) дюралюминий; Г) чугун; Д) победит.

**9.** Соединение углерода, играющее основную роль в его природном круговороте: А) угарный газ; Б) сажа; В) нефть; Г) метан; Д) углекислый газ.

**10.** Мельчайшая частица вещества, являющаяся носителем его химических свойств, называется:

А) крупинка; Б) кристаллик; В) атом; Г) молекула; Д) ион.

**11.** Какая вода из списка содержит меньше всего примесей?

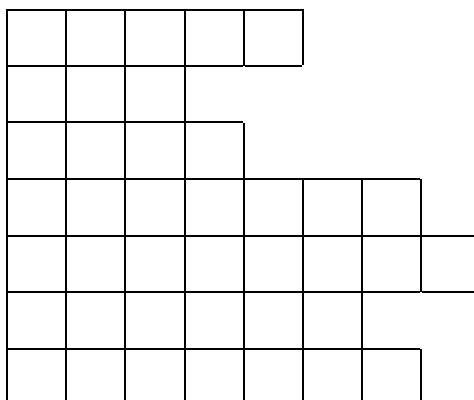
А) водопроводная; Б) родниковая; В) дождевая; Г) колодезная; Д) минеральная.

**12.** Из перечисленных химических и физико-химических процессов выберите такой, для проведения которого не требуется высокая температура:

А) обжиг; Б) прокаливание; В) брожение; Г) спекание; Д) сплавление.

- 13.** Укажите простое вещество, которое не является металлом: А) олово; Б) фосфор; В) ртуть; Г) магний; Д) медь.
- 14.** «Разбирая» молекулу воды на части, мы точно не найдем внутри нее ни одной из следующих частиц:  
А) атомы; Б) электроны; В) позитроны; Г) нейтроны; Д) протоны.
- 15.** Среди перечисленных металлических материалов, используемых для изготовления призовых медалей, жетонов и монетных знаков, сплавом является  
А) золото; Б) серебро; В) бронза; Г) никель; Д) алюминий.
- 16.** Какая из перечисленных операций не используется в химической лаборатории для разделения и очистки веществ?  
А) перекристаллизация; Б) переохлаждение;  
В) перегонка; Г) возгонка.
- 17.** В какой из перечисленных жидкостей смоченная лакмусовая бумага не будет окрашиваться в красный цвет?  
А) лимонный сок; Б) яблочный сок; В) морковный сок; Г) уксусная эссенция;  
Д) хлебный квас.
- 18.** Некоторым химическим элементам их первооткрыватели дали имена в честь названий своих государств (на родном или латинском языке). Все перечисленные элементы названы в честь европейских стран, кроме  
А) полония; Б) германия; В) рутения; Г) палладия; Д) франция.
- 19.** Дымный (черный) порошок был изобретен китайскими монахами и алхимиками в IX веке н.э., затем распространился по Ближнему Востоку и только через несколько веков попал в Европу. В его состав входит индийская селитра, которая является калиевой солью  
А) серной кислоты; Б) сернистой кислоты; В) угольной кислоты; Г) азотной кислоты;  
Д) азотистой кислоты.
- 20.** Минерал пирит, имеющий красивый золотисто-желтый цвет, обладает замечательным свойством при ударе высекать искры. Какие продукты получаются при обжиге пирита на воздухе?  
А) оксид железа(II) и сернистый газ; Б) оксид железа(III) и сера; В) оксид железа(III) и сернистый газ; Г) оксид железа(II) и серный ангидрид; Д) оксид железа(III) и серный ангидрид.
- 21.** Самым распространенным металлом в земной коре является алюминий. В составе какой горной породы содержание алюминия максимально?  
А) гранит; Б) глина; В) базальт; Г) песок; Д) кварцит.

22. Заполните пустые клетки русскими названиями по горизонтали следующих элементов:  
Ag, Br, Fe, H, I, O, Sn.



Можно также предложить задания на знание правил техники безопасности работы с веществами

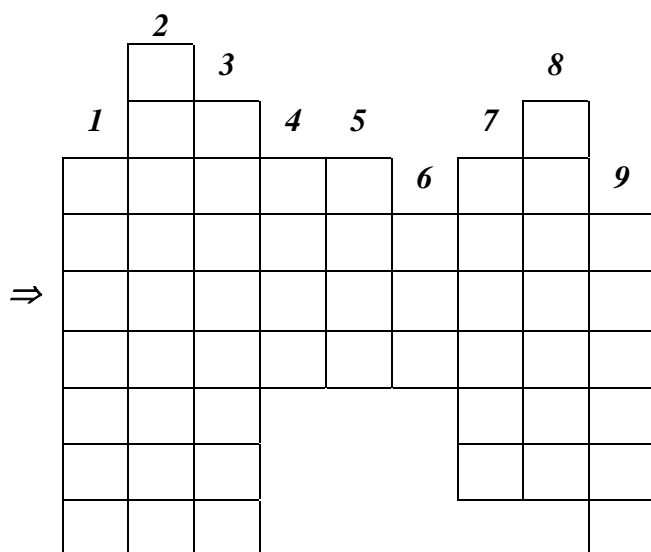
23. Начав движение с верхней левой клетки и передвигаясь по горизонтали (влево или вправо) или вертикали (вверх или вниз), пройдите все клетки таким образом, чтобы из букв, приведенных в клетках, получилось правило по мерам предосторожности при обращении с химическими реактивами.

Каждая клетка может использоваться только один раз.

Х	И	Р	Е	А	К	П	Р	О	Б	О	У	С
И	М	Е	И	И	Т	Я	З	Ь	А	В	К	В
Ч	Е	С	К	В	Ы	Н	Е	Л	Т	Ь	Н	А

24. Решите кроссворд, заполняя его русскими названиями химических элементов. Ключевым словом является фамилия великого русского ученого, одного из создателей атомно-молекулярного учения.

1) С, 2) О, 3) Al, 4) N, 5) Zn, 6) I, 7) Р, 8) Н, 9) Pb.



A crossword puzzle grid with a central 5x5 square. The grid is filled with black squares in a checkerboard pattern. The letters are placed in the white squares: 'Cu' in the center-left, 'Cl' in the center-top, 'N' in the center-bottom, and 'S' in the center-right. The question mark '?' is in the center square.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ, ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСОВ И ДРУГИХ ИСТОЧНИКОВ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИ СОСТАВЛЕНИИ ЗАДАНИЙ МУНИЦИПАЛЬНОГО ЭТАПА

1. Чуранов С.С., Демьянович В.М. Химические олимпиады школьников. – М.: Знание, 1979.
2. Белых З.Д. Проводим химическую олимпиаду. – Пермь: Книжный мир, 2001.
3. Лунин В., Тюльков И., Архангельская О. Химия. Всероссийские олимпиады. Выпуск 1. (Пять колец) / Под ред. акад. Лунина В. В. — Просвещение Москва, 2010.
4. Лунин В., Тюльков И., Архангельская О. Химия. Всероссийские олимпиады. Выпуск 2. (Пять колец) / Под ред. акад. Лунина В. В. — Просвещение Москва, 2012.
5. Задачи Всероссийской олимпиады школьников по химии/ Под общей редакцией академика РАН, профессора В.В.Лунина / О. Архангельская, И. Тюльков, А. Жиров и др. — Экзамен Москва, 2003.
6. Вступительные экзамены и олимпиады по химии: опыт Московского университета. Учебное пособие / Н. Кузьменко, В. Теренин, О. Рыжова и др. — Издательство Московского Университета Москва, 2011.
7. Химия: формулы успеха на вступительных экзаменах. Учебное издание / Н. Кузьменко, В. Теренин, О. Рыжова и др. — Наука Москва, 2006.
8. "Химия в школе" - научно-методический журнал
9. Энциклопедия для детей, Аванта+, Химия, т.17, М: «Аванта+», 2003.
10. Общая химия. Под редакцией профессора С.Ф.Дунаева. Издание 2 исправленное / Г. П. Жмурко, Е. Ф. Казакова, В. Н. Кузнецов и др. — Издательский центр Академия Москва, 2012
11. Практикум по общей химии: Учеб. пособие для студентов вузов / Под ред. С.Ф. Дунаева. - Учебник. – 4-е изд., перераб. и доп. – (Классический университетский учебник) / Н. Л. Абрамычева, Л. М. Азиева, О. В. Архангельская и др. — Изд-во МГУ Москва, 2005
12. Химия. 11 класс. Профильный уровень. Учебник для общеобразовательных учреждений / В. Еремин, Н. Кузьменко, В. Лунин и др. — Дрофа Москва, 2013
13. Химия. 10 класс. Профильный уровень. Учебник для общеобразовательных учреждений / В. Еремин, Н. Кузьменко, В. Теренин и др. — Дрофа Москва, 2013
14. Химическая энциклопедия в 5 т. – М: «Советская энциклопедия», 1988–1998.
15. Леенсон И. Как и почему происходят химические реакции. Элементы химической термодинамики и кинетики. — ИД Интеллект Москва, 2010.
16. Крестинин А.Н. Задачи по химии. Нет ничего проще. 8–11 класс. М.: Генжер, 1998, 92 с.
17. Дикерсон Р., Грей Г., Хейт Дж. Основные законы химии, в 2 т. Москва: «Мир», 1982.
18. Хаусткрофт К., Констебл Э. Современный курс общей химии. В 2-х томах. Пер. с англ.— М.: Мир, 2002.

19. Фримантл М. Химия в действии. М.: Мир, 1991. Ч. 1,2
20. Потапов В.М., Татаринчик С.Н. «Органическая химия», М.: «Химия», 1989
21. Органическая химия / под ред. Н.А. Тюкавкиной в двух томах, М.: «Дрофа», 2008
22. Кузьменко Н.Е., Еремин В.В., Попков В.А. Начала химии для поступающих в вузы 16-е изд., дополненное и переработанное М. : Лаборатория знаний, 2016
23. МГУ - школе. Варианты экзаменационных и олимпиадных заданий по химии: 2015/Под редакцией проф. Н. Е.Кузьменко. М.: Химический ф-т МГУ, 2015 (ежегодное издание, см. предыдущие годы)
24. Еремин В. В. Теоретическая и математическая химия для школьников. Изд. 2-е, дополненное. М.: МЦНМО, 2014
25. Еремина Е. А., Рыжова О. Н. Химия: Справочник школьника. Учебное пособие. М.: Издательство Московского университета. 2014
26. Лисицын А.З., Зейфман А.А. Очень нестандартные задачи по химии. Под ред. профессора В.В. Ерёмина. М.: МЦНМО, 2015
27. Вопросы и задачи по общей и неорганической химии / С. Ф. Дунаев, Г. П. Жмурко, Е. Г. Кабанова и др. — Книжный дом "Университет" Москва, 2016

#### ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

1. Архив задач и решений Регионального и Заключительного этапа Всероссийской олимпиады на Портале Всероссийской олимпиады школьников. Химия – [http://www.rosolymp.ru/index.php?option=com\\_participant&action=task&Itemid=6789](http://www.rosolymp.ru/index.php?option=com_participant&action=task&Itemid=6789)
2. Электронный практикум для подготовки к олимпиадам (авторы Емельянов В.А., Ильин М.А., Коваленко К.А.) – <http://www.niic.nsc.ru/education/problem-book/>
3. Раздел «Школьные олимпиады по химии» портала “ChemNet” – <http://www.chem.msu.ru/rus/olimp/>
4. Электронная библиотека учебных материалов по химии портала “ChemNet” <http://www.chem.msu.ru/rus/elibrary/>
5. Архив задач на портале «Олимпиады для школьников» – <https://olimpiada.ru/>
6. Методический сайт всероссийской олимпиады школьников <http://www.olymp.apkpro.ru/>
7. Свитанько И.В., Кисин В.В., Чуранов С.С. Стандартные алгоритмы решения нестандартных химических задач: Учебное пособие для подготовки к олимпиадам школьников по химии. М., Химический факультет МГУ им. М. В. Ломоносова; М., Высший химический колледж РАН; М., Издательство физико-математической литературы (ФИЗМАТЛИТ). 2012 (<http://www.chem.msu.ru/school/svitanko-2012/fulltext.pdf>)



## Приложение 1

**Периодическая система элементов Д.И. Менделеева**

	1	2	3		4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	1 H 1,008																		2 He 4,003
2	3 Li 6,941	4 Be 9,012												5 B 10,811	6 C 12,011	7 N 14,007	8 O 15,999	9 F 18,998	10 Ne 20,180
3	11 Na 22,990	12 Mg 24,305												13 Al 26,982	14 Si 28,086	15 P 30,974	16 S 32,066	17 Cl 35,453	18 Ar 39,948
4	19 K 39,098	20 Ca 40,078	21 Sc 44,956		22 Ti 47,867	23 V 50,942	24 Cr 51,996	25 Mn 54,938	26 Fe 55,845	27 Co 58,933	28 Ni 58,693	29 Cu 63,546	30 Zn 65,39	31 Ga 69,723	32 Ge 72,61	33 As 74,922	34 Se 78,96	35 Br 79,904	36 Kr 83,80
5	37 Rb 85,468	38 Sr 87,62	39 Y 88,906		40 Zr 91,224	41 Nb 92,906	42 Mo 95,94	43 Tc 98,906	44 Ru 101,07	45 Rh 102,91	46 Pd 106,42	47 Ag 107,87	48 Cd 112,41	49 In 114,82	50 Sn 118,71	51 Sb 121,75	52 Te 127,60	53 I 126,91	54 Xe 131,29
6	55 Cs 132,91	56 Ba 137,33	57 La 138,91	*	72 Hf 178,49	73 Ta 180,95	74 W 183,84	75 Re 186,21	76 Os 190,23	77 Ir 192,22	78 Pt 195,08	79 Au 196,97	80 Hg 200,59	81 Tl 204,38	82 Pb 207,2	83 Bi 208,98	84 Po [209]	85 At [210]	86 Rn [222]
7	87 Fr [223]	88 Ra [226]	89 Ac [227]	**	104 Rf [265]	105 Db [268]	106 Sg [271]	107 Bh [270]	108 Hs [277]	109 Mt [276]	110 Ds [281]	111 Rg [280]	112 Cn [285]	113 Uut [284]	114 Fl [289]	115 Uup [288]	116 Lv [293]	117 Uus [294]	118 Uuo [294]

*	58 Ce 140,12	59 Pr 140,91	60 Nd 144,24	61 Pm [145]	62 Sm 150,36	63 Eu 151,96	64 Gd 157,25	65 Tb 158,93	66 Dy 162,50	67 Ho 164,93	68 Er 167,26	69 Tm 168,93	70 Yb 173,04	71 Lu 174,97
**	90 Th 232,04	91 Pa 231,04	92 U 238,03	93 Np [237]	94 Pu [242]	95 Am [243]	96 Cm [247]	97 Bk [247]	98 Cf [251]	99 Es [252]	100 Fm [257]	101 Md [258]	102 No [259]	103 Lr [262]

## Приложение 2

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ РЯД НАПРЯЖЕНИЙ МЕТАЛЛОВ  
**Li, Rb, K, Cs, Ba, Sr, Ca, Na, Mg, Be, Al, Mn, Zn, Cr, Fe, Cd, Co, Ni, Pb, (H), Bi, Cu, Hg, Ag, Pd, Pt, Au**

### РАСТВОРИМОСТЬ СОЛЕЙ, КИСЛОТ И ОСНОВАНИЙ В ВОДЕ

<b>анион катион</b>	<b>OH<sup>-</sup></b>	<b>NO<sub>3</sub><sup>-</sup></b>	<b>F<sup>-</sup></b>	<b>Cl<sup>-</sup></b>	<b>Br<sup>-</sup></b>	<b>I<sup>-</sup></b>	<b>S<sup>2-</sup></b>	<b>SO<sub>3</sub><sup>2-</sup></b>	<b>SO<sub>4</sub><sup>2-</sup></b>	<b>CO<sub>3</sub><sup>2-</sup></b>	<b>SiO<sub>3</sub><sup>2-</sup></b>	<b>PO<sub>4</sub><sup>3-</sup></b>	<b>CH<sub>3</sub>COO<sup>-</sup></b>
<b>H<sup>+</sup></b>		P	P	P	P	P	P	P	P	P	H	P	P
<b>NH<sub>4</sub><sup>+</sup></b>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	–	P	P
<b>K<sup>+</sup></b>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
<b>Na<sup>+</sup></b>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
<b>Ag<sup>+</sup></b>	–	P	P	H	H	H	H	H	M	H	–	H	M
<b>Ba<sup>2+</sup></b>	P	P	M	P	P	P	P	H	H	H	H	H	P
<b>Ca<sup>2+</sup></b>	M	P	H	P	P	P	M	H	M	H	H	H	P
<b>Mg<sup>2+</sup></b>	H	P	M	P	P	P	M	H	P	H	H	H	P
<b>Zn<sup>2+</sup></b>	H	P	M	P	P	P	H	H	P	H	–	H	P
<b>Cu<sup>2+</sup></b>	H	P	P	P	P	–	H	H	P	–	–	H	P
<b>Co<sup>2+</sup></b>	H	P	H	P	P	P	H	H	P	H	–	H	P
<b>Hg<sup>2+</sup></b>	–	P	–	P	M	H	H	–	P	–	–	H	P
<b>Pb<sup>2+</sup></b>	H	P	H	M	M	H	H	H	H	H	H	H	P
<b>Fe<sup>2+</sup></b>	H	P	M	P	P	P	H	H	P	H	H	H	P
<b>Fe<sup>3+</sup></b>	H	P	H	P	P	–	–	–	P	–	–	H	P
<b>Al<sup>3+</sup></b>	H	P	M	P	P	P	–	–	P	–	–	H	M
<b>Cr<sup>3+</sup></b>	H	P	M	P	P	P	–	–	P	–	–	H	P
<b>Sn<sup>2+</sup></b>	H	P	H	P	P	M	H	–	P	–	–	H	P
<b>Mn<sup>2+</sup></b>	H	P	H	P	P	H	H	H	P	H	H	H	P

**P** - растворимо    **M** - малорастворимо (< 0,1 М)    **H** - нерастворимо (< 10<sup>-4</sup> М)    – не осаждается из водного раствора