

# **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 ШКОЛЬНОГО 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 ШКОЛЬНОГО ЭТАПА</b>	<b>3</b>
<b>ПРИМЕРЫ ЗАДАЧ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ТУРА С РАЗВЕРНУТЫМИ РЕШЕНИЯМИ И СИСТЕМОЙ ОЦЕНИВАНИЯ</b>	<b>8</b>
<b>МЕТОДИКА ОЦЕНИВАНИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ОЛИМПИАДНЫХ ЗАДАНИЙ</b>	<b>17</b>
<b>ОПИСАНИЕ СПЕЦИФИКИ ХИМИЧЕСКОЙ ОЛИМПИАДЫ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ТРЕБОВАНИЙ К ПРОВЕДЕНИЮ ШКОЛЬНОГО ЭТАПА ПО ХИМИИ В СУБЪЕКТАХ РФ</b>	<b>18</b>
<b>ОПИСАНИЕ НЕОБХОДИМОГО МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ОЛИМПИАДНЫХ ЗАДАНИЙ</b>	<b>23</b>
<b>ПЕРЕЧЕНЬ СПРАВОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ, СРЕДСТВ СВЯЗИ И ЭЛЕКТРОННО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ, РАЗРЕШЕННЫХ К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ВО ВРЕМЯ ПРОВЕДЕНИЯ ОЛИМПИАДЫ</b>	<b>23</b>
<b>ОБРАЗЦЫ (ПРИМЕРЫ) ЗАДАНИЙ</b>	<b>24</b>
<b>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ, ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСОВ И ДРУГИХ ИСТОЧНИКОВ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИ СОСТАВЛЕНИИ ЗАДАНИЙ ШКОЛЬНОГО ЭТАПА</b>	<b>32</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ 1</b>	<b>34</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ 2</b>	<b>35</b>

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

Олимпиадные задания разрабатываются на основе содержания образовательных программ начального общего, основного общего и среднего общего образования углубленного 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; измерение объемов жидкостей с помощью мерного цилиндра; приготовление раствора из твердого вещества и растворителя, смешивание и разбавление; нагревание (с помощью горелки, электрической плитки, на водяной и на песчаной бане); фильтрование через плоский бумажный фильтр, фильтрование через свернутый бумажный фильтр; промывание осадков на фильтре, высушивание осадков на фильтре; перекристаллизация веществ из водных растворов;

**2) синтез неорганических и органических веществ;**

**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;

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

**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.

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.

### ***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. Использовать коммерческие названия совместно с номенклатурными, чтобы у школьников возникало понимание, что за названиями из рекламы зачастую скрываются почти чистые вещества или их растворы, а также, что одно и то же вещество может продаваться в аптеке под разными торговыми марками, отличаясь в цене на порядок.

Для успешного решения задачи необходимо не только и не столько знание фактического материала, сколько умение учащихся логически мыслить и их химическая интуиция.

Желательно, чтобы задачи олимпиады имели междисциплинарный характер и были основаны на практической деятельности.

Задача должна быть интересна (не только с точки зрения занимательности). В ней должна быть «изюминка». По возможности и задачи, и вопросы должны быть составлены и сформулированы оригинально.

Условие задачи не должно занимать больше одной страницы.

Вопросы к задаче должны быть выделены и четко сформулированы, не допуская двоякого толкования.

Центральная предметная методическая комиссия по химии Всероссийской олимпиады школьников (ЦПМК по химии ВсОШ) настоятельно рекомендует включать химический эксперимент на школьном 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!* Кроме того, только "магия" эксперимента благодаря своей наглядности в состоянии увлечь.

При составлении олимпиадных заданий необходимо понимать, что в него 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.***

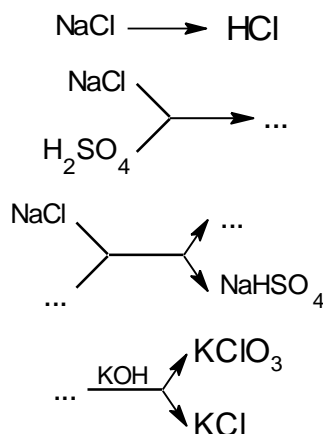
В ***качественных задачах*** может потребоваться: объяснение экспериментальных фактов (например, изменение цвета в результате реакции); распознавание веществ; получение новых соединений; предсказание свойств веществ, возможности протекания химических реакций; описание, объяснение тех или иных явлений; 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 двум стрелкам соответствуют два различных уравнения реакций)). Схемы превращений веществ можно классифицировать следующим образом:

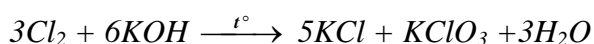
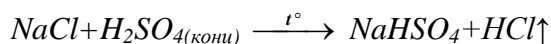
1. *По объектам:*
  - a. неорганические;
  - b. органические;
  - c. смешанные.

2. По форме «цепочки» (схемы могут быть линейными, разветвленными):

Задание



Решение:



3. По объему и типу предоставленной информации

- Даны все вещества без указаний условий протекания реакций.
- Все или некоторые вещества зашифрованы буквами. Разные буквы соответствуют разным веществам, условия протекания реакций не указаны.
- Вещества в схеме полностью или частично зашифрованы буквами и указаны условия протекания реакций или реагенты.
- В схемах вместо веществ даны элементы, входящие в состав веществ, в соответствующих степенях окисления.
- 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. Последнее касается заданий заочных туров олимпиад<sup>1</sup>.

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 должно быть задание описать выполнение эксперимента, наблюдения происходящих реакций и сделать вывод из наблюдений.

**Решение задач.** Решение пишется не столько для облегчения работы жюри, сколько для обучения участников олимпиады. 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 олимпиады имели ограниченное число верных решений, и эти решения были понятны, логически выстроены и включали систему оценивания. Задачи с большим числом вариантов решения трудны в проверке и для них сложно разрабатывать 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. Система оценивания не должна отдавать предпочтения какому-либо способу решения. В системе оценивания необходимо предусмотреть случай, когда школьник находит **верное** (случайное "попадание в ответ" таковым не является) альтернативное решение.

---

<sup>1</sup> Очному туру школьного этапа ВсОШ могут предшествовать заочные туры. Они имеют репетиционную и ориентационную цели. Заочный тур школьного этапа олимпиады может быть сопряжен с подготовкой и защитой реферата на заданную тему. При этом при оценивании необходимо учитывать корректность цитирования, полноту сбора информации, умение обобщать, сравнивать, анализировать, делать выводы.

### 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.
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 задач теоретического и экспериментального тура с развернутыми решениями и системой оценивания**

### **Задача 1**

#### **Условие задачи**

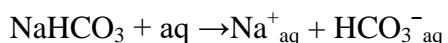
Известно, что в качестве разрыхлителя для теста используется пищевая сода (бикарбонат или гидрокарбонат натрия), так как в результате термического разложения этого соединения и взаимодействия с кислотой образуется газ. Напишите уравнения упомянутых реакций. В качестве кислоты может быть, например, мед, имеющий  $\text{pH} < 7$ . Напишите уравнение реакции с кислотами в ионной форме, чтобы не писать все кислоты, которые могут встречаться в продуктах питания.

Какие еще вещества могут быть использованы (используются) в качестве разрыхлителей. Приведите пример такого вещества, обоснуйте свой выбор, напишите уравнение реакций, которые могут протекать при взаимодействии с кислотами (в ионной форме) и нагревании.

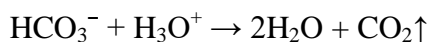
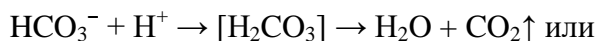
#### **Решение**



Гидрокарбонат натрия в воде диссоциирует на ионы:



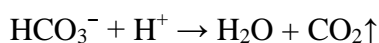
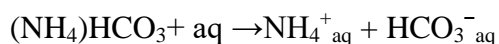
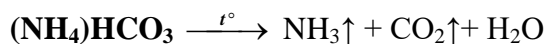
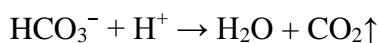
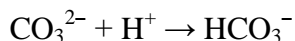
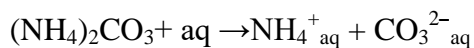
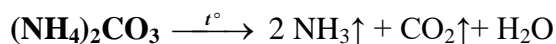
С кислотами реагирует только гидрокарбонат-ион:



угольная кислота  $[\text{H}_2\text{CO}_3]$  неустойчива, поэтому писать ее в качестве продукта реакции нельзя.



В качестве разрыхлителя можно использовать другие вещества, разлагающиеся с выделением газа и взаимодействующие с кислотами, не дающие вредные для здоровья продукты. Например, в качестве таких веществ можно предложить карбонат или гидрокарбонат аммония.



**Система оценивания:**

1	Реакция разложения гидрокарбоната натрия	1 балл
2	Реакция гидрокарбонат-иона с протоном или гидроксонием	1 балл
3	Обоснованный выбор вещества	1 балл
4	Реакция разложения предложенного разрыхлителя	1 балл
5	Реакция продуктов диссоциации предложенного разрыхлителя с протоном или гидроксонием	1 балл

ИТОГО: 5 баллов

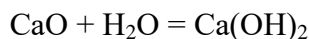
## Задача 2

**Условие задачи**

При пропускании паров воды через оксид кальция масса реакционной смеси увеличилась на 9,65%. Определите процентный состав полученной твердой смеси.

**Решение**

Запишем уравнения химической реакции:



Конечная смесь является твердым веществом и состоит только из оксида и гидроксида кальция, поэтому можно сделать вывод, что вода прореагировала полностью и прирост массы реакционной смеси равен массе прореагировавшей воды.

Проведем расчеты:

пусть исходное количество оксида кальция равна  $x$  моль, тогда:

масса прореагировавшей воды:  $m(\text{H}_2\text{O}) = M(\text{CaO}) \cdot \nu(\text{CaO}_{\text{исх}}) \cdot \omega = (40+16) \cdot x \cdot 0,0965 = 5,4 x$ ,

количество моль прореагировавшей воды:  $\nu(\text{H}_2\text{O}) = 5,4 x / 18 = 0,3 x$

т.к. по уравнению реакции  $\text{CaO}$  и  $\text{H}_2\text{O}$  реагируют в соотношении 1:1, количество реагирующих веществ равны:  $\nu(\text{CaO}_{\text{реак}}) = \nu(\text{H}_2\text{O}) = \nu(\text{Ca}(\text{OH})_2) = 0,3x$

Зная количества веществ можно определить массы оставшегося  $\text{CaO}$  и образовавшегося  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ :

$$m(\text{CaO}_{\text{ост.}}) = 0,7 \cdot x \cdot (40+16) = 39,2x,$$

$$m(\text{Ca}(\text{OH})_2) = (40+32+2) \cdot 0,3x = 22,2x,$$

$$\text{при этом общая масса конечной смеси } m(\text{смеси}) = 61,4x$$

$$\omega(\text{CaO}) = 100\% \cdot 39,2x / 61,4x = 63,84\%$$

$$\omega(\text{Ca}(\text{OH})_2) = 100\% \cdot 22,2x / 61,4x = 36,16\%$$

Те же результаты можно получить, предположив, что исходная смесь содержит 1 моль оксида кальция, т.е.  $x = 1$ .

$$\text{Ответ: } \omega(\text{CaO}) = 63,84\% \quad \omega(\text{Ca}(\text{OH})_2) = 36,16\%$$

#### ***Система оценивания:***

1	Уравнение химической реакции	2 балла
2	Обоснованный вывод о том, что вода прореагировала полностью	1 балл
3	Обоснованный вывод о том, что представляет собой полученная смесь	2 балла
4	Расчет массы $\text{CaO}$ в полученной смеси	2 балла
5	Расчет массы $\text{Ca}(\text{OH})_2$ в полученной смеси	1 балл
6	Расчет массы полученной смеси	1 балл
7	Расчет $w(\text{CaO})$	1 балл
8	Расчет $w(\text{Ca}(\text{OH})_2)$	1 балл

ИТОГО: 10 баллов

### **Задача 3**

#### ***Условие задачи***

Известь является одним из наиболее распространенных и разносторонне используемых химических продуктов, производимых и потребляемых по всему миру. Общемировое производство негашеной извести (оксид кальция), включая мелких производителей извести для собственных нужд (металлургические заводы, производители стройматериалов, целлюлозно-бумажные и сахарные комбинаты), оценивается в 300 млн. тонн в год. Получают ее обжигом известняка (карбонат кальция) при температуре 1100-1200 °С. При взаимодействии негашеной извести с водой происходит процесс «гашения» и получается гашеная известь (гидроксид кальция).

1. Напишите уравнения реакций, приводящих к получению гашеной извести из известняка. Приведите по 1 примеру использования извести дома (в квартире) и в саду (огороде, на даче).

2. Оцените массу известняка, расходуемую ежегодно на производство извести и массу гашеной извести, которую можно было получать каждый год, погасив всю известь.

Насыщенный водный раствор гашеной извести называется «известковая вода» и используется как качественный реактив на углекислый газ. В 100 г такого раствора содержится всего 0,16 г самой гашеной извести. Плотность этого раствора практически не отличается от плотности чистой воды ( $\rho_{H_2O} = 1$  г/мл).

3. Какие видимые изменения происходят с известковой водой при пропускании через нее углекислого газа? Напишите уравнение реакции.

4. Рассчитайте для 300 г известковой воды:

- а) Количество ионов кальция (в штуках);
- б) Концентрацию гидроксид-ионов в моль/л;
- в) Массу углекислого газа, которую этот раствор может поглотить с образованием максимального количества осадка;

г) Минимальный объем углекислого газа (н.у.), который следует пропустить через этот раствор, чтобы выпадающий вначале осадок полностью растворился. Напишите уравнение реакции.

5. Из перечисленного списка веществ: хлорид натрия, хлорид меди, хлороводород, оксид серы(IV), оксид натрия, оксид меди(II):

- а) Выберите и укажите вещества, с которыми известковая вода не реагирует;
- б) Выберите и укажите вещества, с которыми известковая вода реагирует, и напишите уравнения реакций.

### **Решение**

1. Уравнения реакций:  $CaCO_3 = CaO + CO_2 \uparrow$ ;  $CaO + H_2O = Ca(OH)_2$ .

Дома известь используют при ремонте (побелка, добавление в штукатурные, шпатлевочные и др. вяжущие смеси), в саду для борьбы с вредителями и для предотвращения солнечных ожогов белят стволы деревьев и кустарников, а также известкуют кислые почвы.

2. По уравнениям реакций из 1 моля ( $40+12+3 \cdot 16 = 100$  г) известняка получается 1 моль ( $40+16 = 56$  г) негашеной, а затем 1 моль ( $40+2 \cdot (16+1) = 74$  г) гашеной извести. Соответственно, для получения 300 млн. т. негашеной извести требуется  $300 \cdot 100 / 56 = 536$  млн. т. известняка. Масса гашеной извести, которую можно получать каждый год, погасив всю известь, составляет  $300 \cdot 74 / 56 = 396$  млн. т.

3. При пропускании углекислого газа через прозрачную известковую воду наблюдается ее помутнение.

Уравнение реакции:  $\text{Ca(OH)}_2 + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3\downarrow + \text{H}_2\text{O}$ .

4. В 300 г известковой воды содержится  $0,16 \cdot 300 / 100 = 0,48$  г  $\text{Ca(OH)}_2$ , что составляет  $0,48 / (40 + 2 \cdot 17) = 6,49 \cdot 10^{-3}$  моля. Отвечаем по пунктам:

а) Количество ионов кальция будет равно  $6,49 \cdot 10^{-3} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 3,91 \cdot 10^{21}$  штук;

б) Молярная концентрация гидроксид-ионов  $2 \cdot 6,49 \cdot 10^{-3} / 0,3 = 0,0433$  моль/л;

в) Осадок, образующийся в реакции с углекислым газом, - карбонат кальция:

Уравнение реакции:  $\text{Ca(OH)}_2 + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3\downarrow + \text{H}_2\text{O}$ .

Его максимальное количество равно количеству  $\text{Ca(OH)}_2$ , для чего в молях необходимо столько же  $\text{CO}_2$ , масса которого составит  $6,49 \cdot 10^{-3} \cdot 44 = 0,286$  г;

г) При избытке углекислого газа осадок растворяется.

Уравнение реакции:  $\text{CaCO}_3\downarrow + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 = \text{Ca(HCO}_3)_2$ .

Чтобы он растворился весь, требуется как минимум еще столько же  $\text{CO}_2$  ( $6,49 \cdot 10^{-3}$  моля), т.е. всего  $2 \cdot 6,49 \cdot 10^{-3} = 12,98 \cdot 10^{-3}$  моля.

Минимальный объем углекислого газа при н.у. составит  $12,98 \cdot 10^{-3} \cdot 22,4 = 0,291$  л.

5. а) Не реагирует известковая вода только с хлоридом натрия и оксидом меди;

б) С остальными 4 веществами известковая вода реагирует, причем оксид натрия реагирует не с растворенной известью, а с водой.

*Уравнения реакций:*

$\text{Ca(OH)}_2 + \text{CuCl}_2 = \text{Cu(OH)}_2\downarrow + \text{CaCl}_2$ ;

$\text{Ca(OH)}_2 + 2\text{HCl} = 2\text{H}_2\text{O} + \text{CaCl}_2$ ;

$\text{Ca(OH)}_2 + \text{SO}_2 = \text{CaSO}_3\downarrow + \text{H}_2\text{O}$ ;

$\text{Na}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} = 2\text{NaOH}$ .

**Система оценивания:**

- |   |   |                 |
|---|---|-----------------|
| 1 | Два уравнения реакций по 1 б                            | 2 балла;        |
|   | Два примера использования известки по 1 б               | 2 балла;        |
| 2 | Верные расчеты масс известняка и гашеной извести по 2 б | 2+2 = 4 балла;  |
| 3 | Помутнение 1 б, уравнение реакции 1 б                   | 1+1 = 2 балла;  |
| 4 | Верные расчеты а)-г) по 2 б, уравнение реакции г) 1 б   | 4·2+1=9 баллов; |
| 5 | Верные указания «реагирует/не реагирует» по 0,5 б       | 6·0,5 = 3 балла |
|   | Уравнения реакций по 1 б                                | 4·1=4 балла.    |

**ИТОГО 26 баллов**

#### Задача 4 (экспериментальный тур)

На экспериментальных турах школьных химических олимпиад участникам можно предложить 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.

Для проведения такого тура необходимо

- 1) несколько пронумерованных пробирок с исследуемыми растворами,
- 2) пробирки с подписанными растворами веществ, с помощью которых проводится определение,
- 3) свободная пробирка или несколько пробирок для проведения опытов,
- 4) стакан с дистиллированной водой для промывки пробирок и большой стакан для слива,
- 5) желательно расположить все пробирки в штативе на пластиковом подносе.

#### Задание

Установите содержимое пронумерованных пробирок **1-8**, используя вспомогательные растворы нитрата серебра, серной кислоты, гидроксида натрия. Пронумерованные пробирки содержат растворы сульфата меди(II), карбоната натрия, перманганата калия, сульфида натрия, хлорида аммония, хлорида никеля, нитрата алюминия, хромата калия.

1. Напишите формулы предложенных для распознавания солей.
2. Исследуйте взаимодействие всех неокрашенных веществ с всеми вспомогательными растворами. Для этого небольшое количество исследуемого раствора перелейте в чистую пробирку, добавьте несколько капель вспомогательного раствора, перемешайте, запишите наблюдения в таблицу: Вм

Анализируемые вещества		Пробирка №__	Пробирка №__	Пробирка №__	Пробирка №__
Изменения, происходящие при добавлении	<b>AgNO<sub>3</sub></b>				
	<b>H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></b>				
	<b>NaOH</b>				

Вылейте содержимое пробирки в стакан для слива, промойте пробирку несколько раз водой.

3. Напишите уравнения всех реакций, которые были использованы для распознавания бесцветных растворов.

4. Руководствуясь окрасками растворов веществ, попробуйте соотнести номер пробирки с формулами соответствующих солей. Испытайте действие щелочи и кислоты на растворы окрашенных солей, заполните таблицу:

Анализируемые вещества		Пробирка №__	Пробирка №__	Пробирка №__	Пробирка №__
Изменения, происходящие при добавлении	<b>H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></b>				
	<b>NaOH</b>				

5. И напишите уравнения всех реакций, протекающих при взаимодействии растворов кислоты и щелочи с исследуемыми растворами.

### Решение

1. Сульфат меди(II) – **CuSO<sub>4</sub>**, карбонат натрия – **Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>**, перманганат калия – **KMnO<sub>4</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>**, хромата калия – **K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>**.

2. Перечисленные растворы можно разделить на две группы: половина из них окрашена в различные цвета, другие – бесцветны:

Окрашенные	Неокрашенные
<b>CuSO<sub>4</sub></b>	<b>Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub></b>
<b>KMnO<sub>4</sub></b>	<b>Na<sub>2</sub>S</b>
<b>NiCl<sub>2</sub></b>	<b>NH<sub>4</sub>Cl</b>
<b>K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub></b>	<b>Al(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub></b>

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 <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	Al(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> S	NH <sub>4</sub> Cl
Изменения, происходящие при добавлении	<b>AgNO<sub>3</sub></b>	белый осадок	нет видимых изменений	черный осадок	белый творожистый осадок
	<b>H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></b>	"вскипание" раствора (выделяется газ без запаха)	нет видимых изменений	появление запаха "тухлых яиц"	нет видимых изменений
	<b>NaOH</b>	нет видимых изменений	белый осадок, который исчезает при добавлении избытка NaOH	нет видимых изменений	появление запаха аммиака

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

В той пробирке, где выпал белый осадок при добавлении  $\text{AgNO}_3$ , при добавлении кислоты выделялся газ без цвета и запаха (наблюдалось «вскипание»), а при добавлении щелочи видимых изменений не было, находился **p-p  $\text{Na}_2\text{CO}_3$**  (это пробирка № \_\_\_\_);

В той пробирке, где выпал черный осадок при добавлении  $\text{AgNO}_3$ , при добавлении кислоты был запах тухлых яиц, а при добавлении щелочи видимых изменений не было, находился **p-p  $\text{Na}_2\text{S}$**  (это пробирка № \_\_\_\_);

В той пробирке, где выпал белый творожистый осадок при добавлении  $\text{AgNO}_3$ , при добавлении щелочи был запах аммиака, а при добавлении кислоты видимых изменений не было, находился **p-p  $\text{NH}_4\text{Cl}$**  (это пробирка № \_\_\_\_);

В той пробирке, где выпал белый осадок при добавлении  $\text{NaOH}$ , который растворялся в избытке щелочи, а при добавлении кислоты или нитрата серебра видимых изменений не было, находился **p-p  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$** . (это пробирка № \_\_\_\_)<sup>2</sup>

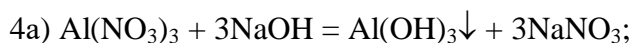
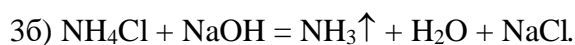
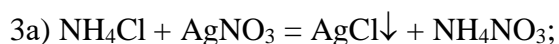
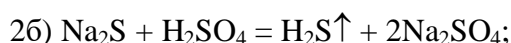
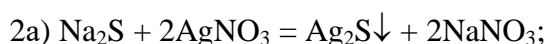
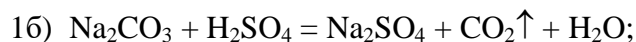
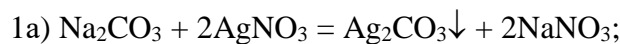
Итак: в пробирке № \_\_\_\_ находится **p-p  $\text{Na}_2\text{CO}_3$**

в пробирке № \_\_\_\_ находится **p-p  $\text{Na}_2\text{S}$**

в пробирке № \_\_\_\_ находится **p-p  $\text{NH}_4\text{Cl}$**

в пробирке № \_\_\_\_ находится **p-p  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$**

### 3. Уравнения реакций:



4. Ниже предлагается соответствие окрасок растворов и номеров пробирок в одном из вариантов для распознавания.

№ пробирки				
Окраска раствора	желтая	зеленая	голубая	от розовой до фиолетовой

<sup>2</sup> Вместо «\_\_» школьник пишет №, пробирки, который написал лаборант

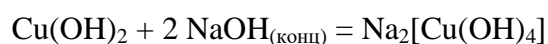
Окраска водных растворов обусловлена присутствием в них следующих ионов: голубая –  $\text{Cu}^{2+}$ , зеленая –  $\text{Ni}^{2+}$ , желтая –  $\text{CrO}_4^{2-}$ , от розовой до фиолетовой –  $\text{MnO}_4^-$ . Эти знания позволяют установить содержимое пробирок с окрашенными растворами: № \_\_ – р-р  $\text{K}_2\text{CrO}_4$ , № \_\_ – р-р  $\text{NiCl}_2$ , № \_\_ – р-р  $\text{CuSO}_4$ , № \_\_ – р-р  $\text{KMnO}_4$ .

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.

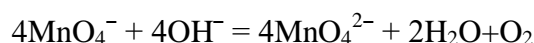
Анализируемые вещества		$\text{CuSO}_4$	$\text{NiCl}_2$	$\text{K}_2\text{CrO}_4$	$\text{KMnO}_4$
Изменения, происходящие при добавлении	$\text{H}_2\text{SO}_4$	нет видимых изменений	нет видимых изменений	р-р изменил окраску на оранжевую	нет видимых изменений
	$\text{NaOH}$	выпал осадок синего цвета	выпал яблочно-зеленый осадок	нет видимых изменений	нет видимых изменений

Приведены наблюдения при сливании разбавленных растворов.

Если использовать концентрированный раствор  $\text{NaOH}$ , то в избытке этого раствора растворится синий осадок гидроксида меди:

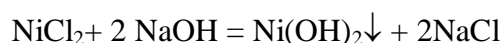
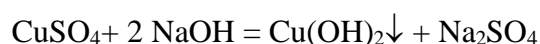


Кроме этого возможно изменение окраски раствора перманганата калия в щелочной среде из-за разложения:



Раствор приобретет сначала темную, почти черную окраску из-за смешения зеленого и фиолетового, а потом станет зеленым.

**5. Уравнения реакций:**



**Система оценивания:**

- |   |   |                            |
|---|---|----------------------------|
| 1 | Формулы солей по 0,5 б                          | $0,5 \cdot 8 = 4$ балла;   |
| 2 | Соотнесение солей по признакам реакций по 0,5 б | $0,5 \cdot 4 = 2$ балла;   |
|   | Заполнение таблицы с наблюдениями по 0,5 баллов | $0,5 \cdot 12 = 6$ баллов; |
| 3 | Уравнения реакций по 1 б                        | $1 \cdot 8 = 8$ баллов;    |
| 4 | Соотнесение солей по цвету по 0,5 б             | $0,5 \cdot 4 = 2$ балла;   |
|   | Заполнение таблицы с наблюдениями по 0,5 баллов | $0,5 \cdot 8 = 4$ балла    |
| 5 | Уравнения реакций по 1 б                        | $1 \cdot 3 = 3$ балла.     |

**ИТОГО 29 баллов**



## **МЕТОДИКА ОЦЕНИВАНИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ОЛИМПИАДНЫХ ЗАДАНИЙ**

Оценивание работ участников школьного 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. Важным условием объективности проверки является то, что один член жюри проверяет одно и то же задание в работах всех участников.

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.

В задачах с последовательными вычислениями каждый шаг оценивается отдельно и ошибка в начале не является основанием для выставления нулевой отметки за дальнейшие вычисления, кроме случаев использования физически необоснованных величин, например, отрицательных масс, или масс продуктов реакции превосходящих массы исходных веществ.

Общая оценка результата участника олимпиады является арифметической суммой всех баллов, полученных 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 ШКОЛЬНОГО ЭТАПА ПО ХИМИИ В СУБЪЕКТАХ РФ**

Школьный этап Всероссийской олимпиады является открытым. В нем на добровольной основе принимают индивидуальное участие обучающиеся 4-11 классов. Так в полной мере реализуется принцип равнодоступности и добровольности участия в олимпиадном движении.

### **Форма проведения школьного этапа**

Согласно Порядку проведения Всероссийской олимпиады школьников школьный этап олимпиады проводит образовательная организация в октябре по олимпиадным заданиям для 4-11 классов, разработанным предметно-методической комиссией муниципального этапа с учетом методических рекомендаций центральной методической комиссии по химии. Срок окончания школьного этапа – не позднее 01 ноября.

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-ресурсы). **Ссылка на источник обязательна. Задания школьного и муниципального этапов целесообразно разрабатывать для 4 возрастных параллелей: 4-8, 9, 10 и 11 классы.**

Информационная поддержка школьного 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.

Школьный 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 может быть увеличено до 5 (пяти) астрономических часов с учетом возрастных особенностей участников.

**Особое внимание следует уделить первым двум возрастным параллелям. Для учащихся 4-8 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 или отвара свеклы в зависимости от кислотности раствора).**

**К подготовке туров для обучающихся 4-8 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 школьного 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.**

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%.

Для выполнения экспериментального тура участники получают необходимые реактивы, оборудование и тетради для оформления работы.

1. Задания каждого из комплектов составлены в одном варианте, поэтому участники должны сидеть по одному за столом (партой).
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, только в сопровождении дежурного. 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.**

### **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 составе в количестве не менее двух человек.

После окончания теоретического тура работы участников Олимпиады передаются шифровальной комиссии на кодирование. Для показа работ шифровальная комиссия декодирует работы.

Работа по кодированию, проверке и процедура внесения баллов в базу данных организованы так, что полная информация о рейтинге каждого участника доступна только членам шифровальной комиссии.

### **Процедура оценивания выполненных заданий**

1. Перед проверкой работ жюри знакомится с решениями и системой 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 школьного этапа.

2. Основная цель разбора заданий – объяснить участникам Олимпиады возможные (если их несколько) решения каждого из предложенных заданий на турах (конкурсах). В ходе

разбора заданий представляются наиболее удачные варианты выполнения олимпиадных заданий, анализируются типичные ошибки, допущенные участниками Олимпиады.

3. Основная цель показа работ – ознакомить участников с результатами выполнения их работ, снять возникающие вопросы. Показ работ проводится в спокойной и доброжелательной обстановке.

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

### **Порядок подведения итогов школьного этапа**

Подведение итогов проводится согласно принятому Порядку проведения Всероссийской олимпиады школьников.

1. Победители и призеры определяются по результатам решения участниками задач. 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 итоговых таблицах (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, жюри определяет победителей и призеров.

3. Председатель жюри передает протокол по определению победителей и призеров в Оргкомитет для утверждения списка победителей и призеров Олимпиады по химии.

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

5. Для создания общероссийской базы школьного 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 школьного этапа на своем официальном сайте в сети "Интернет", в том числе протоколы жюри школьного этапа олимпиады по каждому

общеобразовательному предмету. Рекомендуется публиковать задания и решения школьного 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 к ним. Материалы (условия и решения) следует размножать в расчете на каждого.

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 (1 шт.), степлеры (2 шт.) и скрепки к ним, антистеплеры (1 шт.), клеящий карандаш (2 шт.), стикеры (1-2 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 школьного этапа ВсОШ по химии ЦПМК по химии предлагает несколько идей олимпиадных задач, отнесенных к различным темам.

### Неорганическая химия

**Н1.** Варьирование соотношения количеств реагирующих веществ, приводящее к разным результатам.

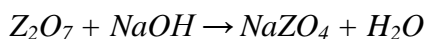
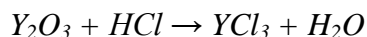
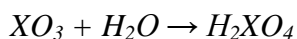
*К трем порциям 0,1 М  $H_2SO_4$  объемом 20 мл каждая прилили а) 10 мл 0,2 М КОН, б) 80 мл 0,025 М NaOH, в) 30 мл 0,25 М КОН.*

*Рассчитайте молярные концентрации продуктов реакции в каждом из трех случаев. Укажите pH среды полученных растворов (больше, меньше или около 7). В ходе решения этой задачи в случае а) получается средняя соль  $K_2SO_4$  (pH раствора нейтральный), в случае б) получается кислая соль  $KHSO_4$  (значение pH раствора меньше 7), в случае в) получается, что щелочь остается в избытке (значение pH раствора больше 7).*

Количества исходных веществ можно задавать по-разному – задавая массовую долю веществ в сливаемых растворах или указывая массы веществ в растворах. Если вместо серной кислоты взять слабую многоосновную кислоту, например, фосфорную, то в зависимости от соотношения исходных веществ вариантов получается гораздо больше: продуктами могут быть кислая соль (дигидрофосфат или гидрофосфат), средняя соль (фосфат), буферный раствор (гидрофосфат/дигидрофосфат) или раствор фосфата и оставшейся щелочи. Вариант разработки этой идеи – пропускание через воду в разном соотношении хлороводорода и аммиака.

**Н2.** Задание на умение использовать Периодический закон Д.И.Менделеева для предсказания тех или иных свойств веществ различных элементов.

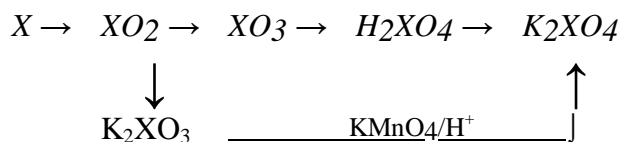
*Определите возможные элементы (X, Y, Z), соединения которых участвуют в схемах превращений:*



*если буквами X, Y, Z зашифрованы p-элементы*

*Запишите уравнения соответствующих реакций.*

*Дана цепочка превращений:*



*Определите элемент X. Напишите уравнения соответствующих реакций.*

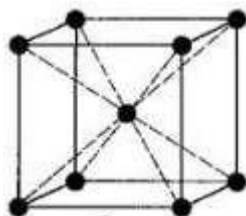


**Н3.** Можно построить задачу на «выпадающих» из общих закономерностей свойств соединений, например, литий. Причем, необязательно учащийся может об этих свойствах знать, вывод о них он сделает в ходе решения задачи.

*Навеску металла массой 0,5 г осторожно растворили в 50 мл воды. В полученный раствор пропустили избыток газа с плотностью по неону 2,2. Продукт выпарили и прокалили до постоянной массы в инертной атмосфере. Масса продукта составила 1,07 г. При растворении 51,1 г неизвестного металла в 500 мл 10% соляной кислоты (плотность 1,01 г/мл) выделилось 2,8 л водорода (н.у.). Запишите формулу высшего оксида этого металла.*

**Н4.** В задачах на строение вещества можно использовать знание геометрии для расчета числа атомов в элементарных ячейках кристаллических решеток.

*Кристаллическая решетка лития является кубической объемноцентрированной.*



*Рассчитайте, сколько атомов лития приходится на одну элементарную ячейку.*

### Органическая химия

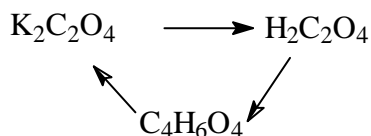
**О1.** В заданиях изобразить все возможные изомеры можно дать вещества, которые имеют оптические изомеры.

*Изобразите все изомеры соединения состава  $C_4H_9Cl$ .*

Всего должно быть 5 изомеров.

**О2.** Использование в заданиях би- и полифункциональных органических соединений. При этом требуются знания основных свойств классов органических веществ.

*Напишите уравнения реакций:*



В данном примере используются знания, что карбоновые кислоты слабее, чем минеральные и что карбоновые кислоты могут образовывать сложные эфиры, которые вступают в реакцию щелочного гидролиза.

*При сжигании 2,25 г органическое вещество X широко распространенного в природе, образовалось 2,64 г диоксида углерода, 0,42 г азота и 1,35 г воды. Известно, что X*

реагирует с соляной кислотой и с гидроксидом натрия, образуя соли. Напишите структурную формулу X, напишите уравнения реакций. Приведите изомер вещества X.

**ОЗ.** Задачи на удлинения цепи.

Определите зашифрованные вещества, запишите соответствующие уравнения реакций:



В основу цепочки положен способ удлинения цепи с использованием нитрилов.

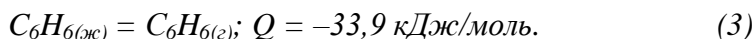
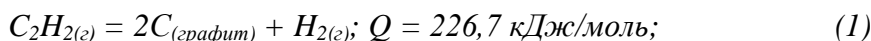
В подобных задачах можно использовать также декарбоксилирование по Кольбе.

## **Физическая химия**

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

При конденсации 9 г воды выделяется 22 кДж теплоты. Рассчитайте количество теплоты, затрачиваемое на испарение 15 г воды при стандартном давлении.

**Ф2.** Известны тепловые эффекты следующих реакций:



Рассчитайте теплоту образования газообразного бензола из графита и водорода.

**Ф3.** Для задач на химическое равновесие следует активно использовать принцип Ле Шателье, а также понятия «равновесие» и «константа равновесия».

Напишите выражение для константы электролитической диссоциации сернистой кислоты по второй ступени. Как сместится равновесие в растворе сернистой кислоты при добавлении к нему небольшого количества сульфита натрия? Ответ обоснуйте.

## **Эксперимент**

**Э1.** Можно давать задачи на приготовление растворов. Для обучающихся 4-7 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.

**Э2.** Для решения задач экспериментального тура требуется знание качественных

реакций в органической и неорганической химии.

*Как доказать, что глюкоза – это альдегидоспирт? Напишите уравнения реакций.*

*Докажите экспериментальным путем, что в выданной пробирке находится раствор серной кислоты.*

*Вам выдан галогенид состава  $\text{BaG}_2$ . Предложите методы качественного определения состава этой соли. Экспериментально установите ее состав и запишите уравнения проведенных реакций.*

Часть задач экспериментального тура является т.н. «пробирочной» и строится по следующему сценарию: выданы несколько пронумерованных пробирок. Не используя других реактивов или используя выданные реактивы, следует определить вещества в пробирках. Аналогично строится задача на идентификацию твердых веществ.

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

**Э3.** В экспериментальный тур можно включить простой неорганический или органический синтез.

*Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:  $\text{CuO} \rightarrow \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{CuCl}_2 \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CuO}$*

*Экспериментально осуществите указанные химические превращения. Запишите наблюдаемые явления.*

*Выданы растворы серной, соляной кислот и гидроксид натрия, оксид меди (II) и. Достаточно ли данного набора реактивов?*

*Даны: серная кислота, гидроксид меди (II) и железо. Получите металлическую медь.*

**Э4.** Задача экспериментального тура может быть построена на объяснении наблюдаемых явлений.

*Приготовьте оранжевый раствор смешиванием 0,1 М  $\text{FeCl}_3$  и 0,1 М  $\text{NH}_4\text{CNS}$ . В 3 пробирки налейте примерно по 1,5 – 2 мл полученного раствора. Первую пробирку оставьте в качестве «свидетеля». Во вторую внесите несколько капель 0,1 М  $\text{FeCl}_3$ . В третью внесите на кончике шпателя кристаллический хлорид натрия. Перемешайте растворы во второй и третьей пробирках. Опишите наблюдаемые явления и дайте им обоснование, используя принцип Ле Шателье.*

В этой задаче смещение равновесия в третьей пробирке связано с уменьшением концентрации ионов железа за счет связывания их в хлоридный комплекс.

## **ЗАДАНИЯ ДЛЯ 4-8 КЛАССОВ**

1) 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.

*1а. 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.*

*1б. 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.*

2) 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.

*2а. 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 (хлорид натрия) и пищевой соды (гидрокарбонат натрия).*

*2б. Атомы каких элементов содержатся в водном растворе поваренной соли?*

3) 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).

*3а. Фламандский аристократ Ян Баптист Ван Гельмонт в XVII веке провел первое исследование механизма роста растений. Он взвесил землю, засыпал ее в горшок и посадил в него дерево. В течение нескольких лет он поливал дерево, а затем снова взвесил дерево и 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 образуется не из компонентов почвы, а из других веществ.*

*Назовите два вещества, усвоение которых обеспечило дереву набор основной части*

массы.

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

3в. 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).

3г. 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?

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

4а. Одним из первых металлических сплавов, которые человек начал использовать в глубокой древности, является

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

4б. Соединение углерода, играющее основную роль в его природном круговороте: А) угарный газ; Б) сажа; В) нефть; Г) метан; Д) углекислый газ.

4в. Мельчайшая частица вещества, являющаяся носителем его химических свойств, называется:

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

4г. Самой чистой водой из перечисленных в списке является:

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

4д. 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.

4е. Укажите простое вещество, которое не является металлом: А) олово; Б) фосфор; В) ртуть; Г) магний; Д) медь.

4ж. «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.

4з. 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.

4и. Какая из перечисленных операций не используется в химической лаборатории для разделения и очистки веществ?

А) перекристаллизация; Б) переохлаждение;

В) перегонка; Г) возгонка; Д) переосаждение.

4к. В какой из перечисленных жидкостей лакмус не будет окрашиваться в красный цвет?

А) лимонный сок; Б) яблочный сок; В) морковный сок; Г) уксусная эссенция;

Д) хлебный квас.

4л. 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.

5. В комплекты могут быть включение задания составленные в виде ребусов или кроссвордов.

5а. 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	О
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

5б. Разгадайте ребусы, в которых зашифрованы названия химических элементов.



5в. Решите кроссворд, заполняя его русскими названиями химических элементов.  
 Ключевым словом является фамилия великого русского ученого, одного из создателей атомно-молекулярного учения.

1) C, 2) O, 3) Al, 4) N, 5) Zn, 6) I, 7) P, 8) H, 9) Pb.

		2							
			3					8	
	1			4	5		7		
						6			9
⇒									

## **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ, ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСОВ И ДРУГИХ ИСТОЧНИКОВ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИ СОСТАВЛЕНИИ ЗАДАНИЙ ШКОЛЬНОГО 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. Жмурко, Е. Казакова, В. Кузнецов, А. Яценко. — 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. Абрамычева, Л. Азиева, О. 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. Ерёмкина. 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/) – <https://olimpiada.ru/>
6. 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/rus/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