

## Муниципальный этап Всероссийской олимпиады школьников по химии

### Экспериментальный тур

#### 7-8 класс

#### Получение малахита

Реагенты: сульфат меди (II) пентагидрат (медный купорос, гидрокарбонат натрия, дистиллированная вода, раствор соляной кислоты.

Оборудование: ступка с пестиком; 1 стакан объемом 400 – 600 мл; палочка для перемешивания; цилиндр для измерения объема воды; плитка для нагревания; шпатель; пробирка.

Малахит или основной карбонат меди (II) – известен с древних времен. Его название происходит от греческого «малыхэ», что значит «мальва». Вероятно, это обусловлено сходством узора малахита с рисунком на округлых листьях растения.

В Древнем Египте малахит использовали для отделки интерьеров зданий, из него изготавливали ювелирные изделия и амулеты. Краской, приготовленной из тонко растертого малахита, богатые египтянки обводили глаза. Это выполняло и защитную функцию: пылинки не попадали в глаза, приликая к густой краске.

Малахит считают русским камнем: пока в мире не найдено месторождений, которые по богатству могли бы сравниться с уральскими (Медноруднянское, Высокогорское и др.). В 1835 г. на Урале обнаружена огромная глыба малахита массой 250 т. Это сделало возможным создание в Эрмитаже уникального малахитового зала.

С глубокой старины этот дорогой поделочный камень использовался для приготовления художественных красок. С этой целью куски камня сначала толкли в специальных ступках в тонкий порошок, который затем долго и тщательно растирали на гранитной пластине с водой или другим связующим.

Сегодня вам предстоит приготовить искусственный малахит.

В фарфоровой ступке тонко разотрите заранее приготовленный медный купорос  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ , добавьте к нему приготовленную навеску гидрокарбоната натрия  $\text{NaHCO}_3$  и равномерно все перемешайте. В большой стакан налейте 300 мл воды, доведите воду до кипения.

Полученную смесь солей вносите небольшими порциями при быстром перемешивании в кипящую воду. Очередную порцию смеси вносите лишь после того, как поверхность воды освободится от пены.

После внесения в раствор всей смеси солей и прекращения выделения газа, прокипятите смесь 10-15 мин. При этом получится быстро оседающая суспензия основного карбоната меди(II). Оставьте стакан отстаиваться на 15-20 мин.

После того как осадок весь осядет на дно стакана, аккуратно слейте воду с осадка. Шпателем аккуратно перенесите небольшое количество осадка в пробирку. Добавьте несколько капель соляной кислоты.

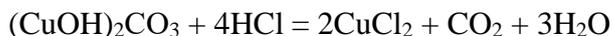
#### Задание:

- 1) Опишите процессы, которые вы наблюдали в ходе проведения опыта в виде 2-х уравнений химических реакций.
- 2) Как называются вещества, в состав которых входит вода? Можно ли удалить воду из состава таких веществ?
- 3) Какой газ выделялся при получении «малахита» и в каком случае? Какими физическими свойствами он обладает?

4) Как вы считаете, был ли малахит единственной художественной краской зеленого цвета? Почему на некоторых картинах XV – XVI вв. пышная летняя листва и трава имеют коричневатый или темно-оливковый цвет?

5) Приведите пример неорганического пигмента, придающего краске белый цвет.

### Решение



2. Вещества, содержащие в своем составе воду, называются кристаллогидратами. Воду можно удалить при нагревании. Если кристаллогидрат имел окраску, то при удалении воды происходит обесцвечивание соли (сухая соль и кристаллогидрат имеют разную окраску). Но некоторые кристаллогидраты не могут существовать без воды в своем составе. При нагревании они разлагаются.

3. При взаимодействии сульфата меди с гидрокарбонатом натрия выделялся углекислый газ. Этот газ тяжелее воздуха, не имеет окраски и запаха, не поддерживает горение, хорошо растворяется в воде под давлением.

4. Альтернативой неорганическим пигментам всегда были пигменты растительные. Малахит же всегда был дорогим пигментом и не очень доступным для художников. Кроме того, малахит имеет свойственный только ему оттенок и не может удовлетворить все потребности художников в зеленых тонах.

Краски растительного происхождения имеют меньшую прочность. Зеленые тона в них обусловлены наличием растительного пигмента – хлорофилла. С течением времени он разрушается, и яркие зеленые тона превращаются в коричнево-оливковые.



### Критерии оценивания:

1) каждое уравнение -	по 3 балла, всего 6 баллов
2) за кристаллогидрат -	2 балла
объяснение возможности потери воды -	2 балла
3) углекислый газ -	2 балла
свойства углекислого газа -	2 балла
4) природные пигменты или красители -	3 балла
объяснение изменения окраски -	3 балла
5) любой пигмент -	2 балла
<b>ИТОГО:</b>	<b>22 балла</b>

# Муниципальный этап Всероссийской олимпиады школьников по химии

## Экспериментальный тур

### 9 класс

В пяти пронумерованных пробирках находятся сухие сульфаты аммония, калия, алюминия, марганца и цинка.

1. Представьте в виде таблицы наиболее простой путь идентификации сульфатов.
2. Используя находящиеся на столе реагенты, определите, какая соль находится в каждой пробирке.
3. Приведите уравнения реакций.

Реагенты:  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NH}_4\text{OH}$  (2М),  $\text{NaOH}$  (2М)

Оборудование: штатив с сухими пробирками (5-8), шпатель для отбора пробы, стеклянная палочка для перемешивания, пипетка или одноразовый шприц для отбора растворов, держатель пробирок, водяная баня или спиртовка, спички, стакан с дистиллированной водой.

### Решение

1.

Твердые соли Реагенты	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	$\text{K}_2\text{SO}_4$	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	$\text{MnSO}_4$	$\text{ZnSO}_4$
$\text{H}_2\text{O}$	р	р	р	р	р
$\text{NaOH}$	$\text{NH}_3 \uparrow$	-	↓ растворяется в избытке	↓ бурет на воздухе	↓ растворяется в избытке
$\text{NH}_4\text{OH}$	-	-	↓	↓ бурет на воздухе	↓ растворяется в избытке

2. В пробирке с  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  при действии щелочью при нагревании появится запах аммиака;

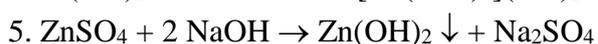
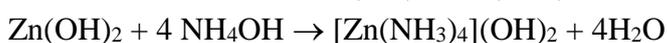
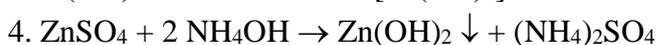
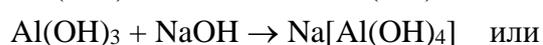
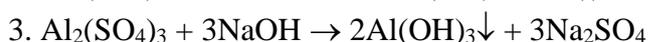
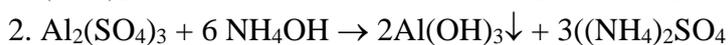
В пробирке с  $\text{K}_2\text{SO}_4$  при действии реактивов ничего не произойдет;

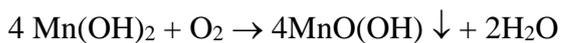
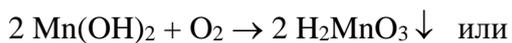
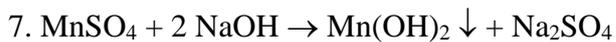
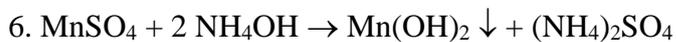
В пробирке с  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  при действии  $\text{NH}_4\text{OH}$  образуется белый гелеобразный осадок: при действии  $\text{NaOH}$  выпавший осадок растворится в избытке щелочи;

В пробирке с  $\text{MnSO}_4$  при действии  $\text{NH}_4\text{OH}$  и  $\text{NaOH}$  выпадет белый осадок, который на воздухе побуреет;

В пробирке с  $\text{ZnSO}_4$  при действии  $\text{NH}_4\text{OH}$  и  $\text{NaOH}$  выпадет белый гелеобразный осадок, растворимый в избытке щелочи и аммиака.

3. Уравнения реакций:





**Критерии оценивания:**

1. Растворение веществ и работа с растворами - 1 балл
2. За каждое правильно угаданное вещество – по 2 балла, всего 10 баллов
3. За каждое уравнение реакции - 1 баллу, всего 11 баллов

Все вещества должны определяться в растворе (дана вода), поэтому никаких реакций сплавления не принимать!

При действии  $\text{NH}_4\text{OH}$  и  $\text{NaOH}$  на растворы  $\text{ZnSO}_4$  и  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  сначала выпадают нерастворимые гидроксиды, которые далее растворяются в щелочи или аммиаке, поэтому реакции взаимодействия солей с реагентами с образованием сразу комплексов не принимать!

**ИТОГО:** 22 балла

## Муниципальный этап Всероссийской олимпиады школьников по химии

### Экспериментальный тур

#### 10 класс

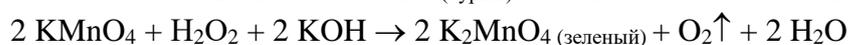
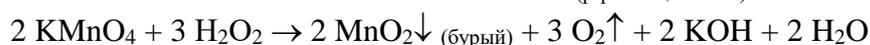
В четырех пробирках находятся растворы  $\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{KOH}$  и  $\text{H}_2\text{O}$ . Используя эти растворы и имеющиеся дополнительные реактивы,

- 1) установите качественный состав каждого раствора;
- 2) напишите уравнения, проведенных реакций.

Реагенты : раствор  $\text{KMnO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{O}$

#### Решение

1.  $\text{H}_2\text{O}_2$  определяют по обесцвечиванию раствора  $\text{KMnO}_4$ .
2. Остальные вещества определяют поочередным их добавлением к раствору  $\text{H}_2\text{O}_2$  в качестве «среды» для протекания реакции. По эффекту реакции определяют каждое из веществ.
3. Уравнения реакций:



#### Критерии оценивания:

- |   |                             |
|---|-----------------------------|
| 1) за каждое правильно установленное вещество - | по 4 балла, всего 16 баллов |
| 2) за каждое уравнение реакции -                | по 2 балла, всего 6 баллов  |

**ИТОГО :** **22 балла**

# Муниципальный этап Всероссийской олимпиады школьников по химии

## Экспериментальный тур

### 11 класс

В четырех пронумерованных пробирках находятся водные растворы индивидуальных солей, составленные из одного катиона и одного аниона следующего набора:  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ba}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ .

Используя в качестве реактивов только растворы этих солей и индикаторы, установите состав соли в каждой пробирке. Напишите уравнения реакций.

Индикаторы: метиловый оранжевый, фенолфталеин.

Оборудование: штатив с 5-8 пробирками, пипетка или одноразовый шприц для отбора растворов, стакан с дистиллированной водой.

### Решение

Исходя из того, что даны растворы веществ, возможны следующие варианты наборов солей:

- 1)  $\text{BaCl}_2$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{MnSO}_4$ ,  $\text{ZnSO}_4$
- 2)  $\text{BaCl}_2$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{MnCl}_2$ ,  $\text{ZnSO}_4$
- 3)  $\text{BaCl}_2$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{MnSO}_4$ ,  $\text{ZnCl}_2$

Карбонат-анион может содержаться только в карбонате натрия, т.к. карбонаты остальных металлов нерастворимы.

Возможные варианты определения:

Реагент Вещество	$\text{Na}_2\text{CO}_3$	$\text{BaCl}_2$	$\text{MnSO}_4$	$\text{ZnSO}_4$	Метил-оранж	Фенол-фталеин
$\text{Na}_2\text{CO}_3$	-	↓	↓	↓	-	малиновый
$\text{BaCl}_2$	↓	-	↓	↓	-	-
$\text{MnSO}_4$	↓	↓	-	-	Розовый	-
$\text{ZnSO}_4$	↓	↓	-	-	Розовый	-

Реагент Вещество	$\text{Na}_2\text{CO}_3$	$\text{BaCl}_2$	$\text{MnCl}_2$	$\text{ZnSO}_4$	Метил-оранж	Фенол-фталеин
$\text{Na}_2\text{CO}_3$	-	↓	↓	↓	-	малиновый
$\text{BaCl}_2$	↓	-	-	↓	-	-
$\text{MnCl}_2$	↓	-	-	-	Розовый	-
$\text{ZnSO}_4$	↓	↓	-	-	Розовый	-

Реагент Вещество	$\text{Na}_2\text{CO}_3$	$\text{BaCl}_2$	$\text{MnSO}_4$	$\text{ZnCl}_2$	Метил-оранж	Фенол-фталеин
$\text{Na}_2\text{CO}_3$	-	↓	↓	↓	-	малиновый
$\text{BaCl}_2$	↓	-	↓	-	-	-
$\text{MnSO}_4$	↓	↓	-	-	Розовый	-
$\text{ZnCl}_2$	↓	-	-	-	Розовый	-

2. В пробирке с  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  всегда будет 3 белых (с  $\text{MnCO}_3$  слегка розово-бурым) осадка; в пробирке с  $\text{BaCl}_2$  – 2 или 3 белых осадка; в пробирке с  $\text{MnSO}_4$  – 2 осадка (1 слегка розово-бурым, 1 – белый); в пробирке с  $\text{ZnSO}_4$  – 2 белых осадка; в пробирке с  $\text{MnCl}_2$  – 1 осадок слегка розово-бурым; в пробирке с  $\text{ZnCl}_2$  – 1 белый осадок.

Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> легко отличить по окраске фенолфталеина в его растворе.

Соль марганца изначально будет иметь бледно-розовую окраску.

3. 1)  $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{BaCl}_2 \rightarrow \text{BaCO}_3 \downarrow + 2\text{NaCl}$   
2)  $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{MnSO}_4 \rightarrow \text{MnCO}_3 \downarrow + \text{Na}_2\text{SO}_4$   
3)  $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{ZnSO}_4 \rightarrow \text{ZnCO}_3 \downarrow + \text{Na}_2\text{SO}_4$   
4)  $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{ZnCl}_2 \rightarrow \text{ZnCO}_3 \downarrow + 2\text{NaCl}$   
5)  $\text{BaCl}_2 + \text{MnSO}_4 \rightarrow \text{BaSO}_4 \downarrow + \text{MnCl}_2$   
6)  $\text{BaCl}_2 + \text{ZnSO}_4 \rightarrow \text{BaSO}_4 \downarrow + \text{ZnCl}_2$

**Критерии оценивания:**

1) обоснование 3-х возможных вариантов	-	1 балл
1) представлены возможные 3 набора веществ	-	по 1 баллу за каждый, всего 3 балла
2) определены вещества в растворе	-	по 2 балла, всего 12 баллов
3) уравнения всех возможных реакций	-	по 1 баллу, всего 6 баллов
Если написаны только сокращенные ионные уравнения	-	6 баллов
<b>ИТОГО :</b>		<b>22 балла</b>