

2025 год

**Всероссийская олимпиада школьников по химии**  
**Муниципальный этап**  
**7-8 класс**

**Задание 1. Тест.**

1. Определите, в каких предложениях идет речь о химическом элементе. Выпишите буквы, соответствующие правильным суждениям.
  - а ) На стенку спичечной коробки нанесен фосфор.
  - б) В состав оконного стела входит кремний.
  - в) Слабительное средство «горькая соль» содержит магний.
  - г) Алюминий не притягивается магнитом.
  - д) Минерал апатит содержит фосфор.
  - е) В состав ядовитого вещества сурьмы входит ртуть.
  - ж) В зубной пасте содержится фтор.
  - з) С увеличением давления растворимость азота в воде увеличивается.
2. Этот ученый сделал много химических открытий, но, несмотря на это, был гильотинирован в 1794 году в Париже. Кто этот ученый?
  - 1) Шарль Бюрц;
  - 2) Антуан Лавуазье;
  - 3) Джон Dalton;
  - 4) Клод Бертолле.
3. Из предложенного списка выберите чистые вещества.
  - 1) духи;
  - 2) расплав поваренной соли;
  - 3) сливочное масло;
  - 4) питьевая сода;
  - 5) соляная кислота.
4. Белое металлическое олово при длительном выдерживании на морозе переходит в порошкообразную серую форму. Раньше это явление называли «оловянной чумой». Это связано:
  - 1) с взаимодействием с кислородом воздуха при низких температурах;
  - 2) с взаимодействием с водяными парами, имеющимися во влажном воздухе;
  - 3) с изменением аллотропной модификации олова.
5. Соединение, в котором валентность кислорода отлична от двух.
  - 1)  $H_2O_2$ ;
  - 2)  $H_2O$ ;
  - 3)  $CO_2$ ;
  - 4)  $CO$ .

6. С помощью понятия «молль» можно описать:

- 1) количество песчинок в 1 т песка;
- 2) массу молекул вещества в 1 л раствора;
- 3) объем, занимаемый газом при нормальных условиях.

7. В каком сосуде следует проводить реакцию, чтобы продемонстрировать закон сохранения массы?

- 1) в закрытом;
- 2) в открытом;
- 3) в сосуде, обеспечивающем беспрепятственный приток кислорода;
- 4) безразлично в каком.

8. Где находится большее число молекул: в 0,160 г оксида серы (VI) или в 0,130 г оксида серы (IV)?

- 1) одинаковое количество;
- 2) оксид серы (VI);
- 3) оксид серы (IV).

9. Взорвана смесь из 10 литров метана и 10 литров кислорода. Объем образовавшегося углекислого газа при тех же условиях составит:

- 1) 20 л;
- 2) 15 л;
- 3) 10 л;
- 4) 5 л.

10. Данное вещество используется в медицине, в частности входит в состав антисептиков и дезинфицирующих средств, мазей и кремов для лечения кожных заболеваний. Установлено процентное содержание элементов в веществе: цинк – 22,65%; водород – 4,88%; сера – 11,15%; кислород – 61,32%. Составьте химическую формулу данного вещества, если известно, что оно представляет собой кристаллогидрат.

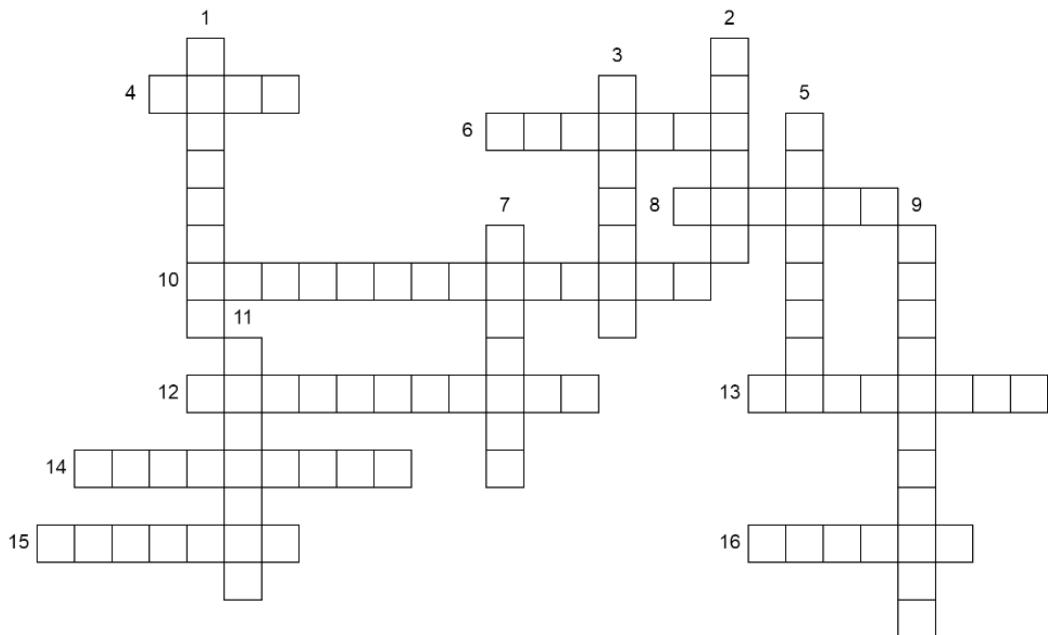
- 1)  $\text{ZnSO}_3 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ ;
- 2)  $\text{ZnSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ ;
- 3)  $\text{ZnSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ ;
- 4)  $\text{ZnSO}_3 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ .

### **Задание 2.**

Данное вещество является важной пищевой добавкой, используемой как консервант, антиоксидант, отбеливатель и стабилизатор цвета продуктов питания. Помимо пищевого применения, оно используется также в фотографии, при изготовлении тканей и вискозного волокна, при обработке руд цветных металлов и для обезвреживания сточных вод.

Приведите расчеты и установите формулу вещества, если известно, что оно содержит 36,51% натрия; 38,09% кислорода и неизвестный элемент. Назовите вещество.

### Задание 3. Кроссворд «Лабораторное оборудование» .



**По горизонтали:** 4. Устройство для точного измерения массы веществ. 6. Устройство, представляющее собой тонкую градуированную стеклянную трубку, открытую на одном конце и снабжённую запорным краном или зажимом на другом, предназначенную для точного дозирования реагентов при аналитическом титровании. 8. Лабораторный огнеупорный сосуд, предназначенный для плавления и спекания веществ при высоких температурах. 10. Емкость для выделения веществ в кристаллическом состоянии. 12. Лабораторный прибор для конденсации паров жидкостей при перегонке или нагревании. 13. Специализированный сосуд, имеющий форму узкого цилиндра и плоское, полусферическое или коническое дно, предназначенный для отбора жидкостей для реакций с небольшими объёмами реагентов. 14. Прибор для измерения температуры посредством контакта с исследуемой средой. 15. Лабораторное устройство для точного переноса малых объемов жидкостей. 16. Пористая перегородка, пропускающая дисперсионную среду и задерживающая дисперсную твёрдую фазу.

**По вертикали:** 1. Лабораторное устройство, обеспечивающее точность объемных измерений в аналитической химии. 2. Платформа для устойчивой фиксации сосудов в экспериментах. 3. Лабораторный сосуд с изогнутой трубкой, используемый для перегонки и конденсации. 5. Лабораторный прибор для определения относительной плотности жидкостей методом погружения. 7. Вид мерной химической посуды, предназначенной для измерения объемов жидкостей. 9. Прибор для разделения жидких смесей методом нагрева и последующего конденсирования паров. 11. Устройство с расширенной верхней частью и узким выходом для аккуратного переливания жидкостей и пересыпания порошков.

#### **Задание 4.**

Прочитайте текст задания. Найдите в тексте пять предложений, содержащих фактические ошибки. Укажите цифры, под которыми они приведены. Запишите эти предложения (фрагменты), исправив найденные Вами ошибки. Обоснуйте каждое исправление с точки зрения химии.

*Текст.*

(1) Большинство окружающих нас объектов (тел) состоит не из чистых веществ, а из их смесей. (2) Примерами смесей являются воздух, лимонад, морская и речная вода, сплавы металлов, плазма крови. (3) Смесь всегда состоит из двух индивидуальных соединений. (4) Смеси бывают однородными и неоднородными. (5) Смеси, в которых частицы видны невооруженным глазом, называются однородными. (6) Примерами однородных смесей являются раствор поваренной соли в воде и воздух. (7) В отличие от приведенных примеров, молоко относится к неоднородным смесям, так как в телескопе можно увидеть плавающие в воде капельки жира. (8) А вот, в граните даже невооруженным глазом можно различить его составные части: зерна полевого шпата, кристаллы кварца и темные блестящие чешуйки слюды. (9) Чистые вещества в составе смесей не сохраняют своих свойств. (10) Для изучения свойств чистого вещества его необходимо очистить от примесей, т.е. разделить смесь веществ. (11) Разделение смесей основывается на сходствах свойств веществ, образующих смесь.

#### **Задание 5.**

##### **Переполох в Лаборатории: тайна исчезнувших этикеток.**

В одной очень уважаемой химической лаборатории, где царил порядок и точность, произошла настоящая катастрофа. Когда ученые, как обычно, пришли утром на работу, их встретил полный хаос. Все баночки и колбы, которые еще вчера стояли ровными рядами с четкими этикетками, теперь были перемешаны. Хуже того, этикетки исчезли без следа, словно их никогда и не было! Представьте себе: на столе стоят десятки колб с прозрачными жидкостями, склянки и чашки Петри с разноцветными порошками. Все они выглядят одинаково, но каждый из них обладает уникальными свойствами и, может быть, как полезным реагентом, так и опасным ядом.

Помогите ученым отличить одно вещество от другого и вернуть порядок в лабораторию! Вам предстоит вспомнить возможные свойства веществ и реакций.

1. В четырех одинаковых сосудах находятся воздух, кислород, водород и углекислый газ. Как узнать, какой газ в каком сосуде?
2. В трех одинаковых сосудах находятся бесцветные прозрачные жидкости: дистиллированная вода, раствор сахара, раствор соли. Как узнать, какая жидкость в каком сосуде?
3. В четырех одинаковых сосудах находятся белые порошки: мел, оксид кальция, оксид фосфора (V) и крахмал. Как узнать, какое вещество в каком сосуде?

**Всероссийская олимпиада школьников по химии  
Муниципальный этап (решение)  
7-8 класс**

**Задание 1. Тест**

1. Определите, в каких предложениях идет речь о химическом элементе. Выпишите буквы, соответствующие правильным суждениям.

**а - на стенку спичечной коробки нанесен фосфор**

**б - в состав оконного стела входит кремний**

**в - слабительное средство «горькая соль» содержит магний**

**г - алюминий не притягивается магнитом**

**д - минерал апатит содержит фосфор**

**е - в состав ядовитого вещества сурьмы входит ртуть**

**ж - в зубной пасте содержится фтор**

**з - с увеличением давления растворимость азота в воде увеличивается**

Ответ: б,в,д,е,ж.

2. Этот ученый сделал много химических открытий, но, несмотря на это, был гильотинирован в 1794 году в Париже. Кто этот ученый?

1 – Шарль Вюрц

**2 – Антуан Лавуазье**

3 – Джон Дальтон

4 – Клод Бертолле

Ответ: 2

3. Из предложенного списка выберите чистые вещества:

1 – духи

**2 – расплав поваренной соли**

3 – сливочное масло

**4 – питьевая сода**

5 – соляная кислота

Ответ: 24

4. Белое металлическое олово при длительном выдерживании на морозе переходит в порошкообразную серую форму (раньше это явление называли «оловянной чумой»). Это связано:

1 – с взаимодействием с кислородом воздуха при низких температурах

2 – с взаимодействием с водяными парами, имеющимися во влажном воздухе

**3 – с изменением аллотропной модификации олова**

Ответ: 3

5. Соединение, в котором валентность кислорода отлична от двух:

1 –  $H_2O_2$

2 -  $H_2O$

3 –  $\text{CO}_2$

**4 –  $\text{CO}$**

Ответ: 4

6. С помощью понятия «моль» можно описать:

**1 – количество песчинок в 1 т песка**

2 - массу молекул вещества в 1 л раствора

3 – объем, занимаемый газом при нормальных условиях

Ответ: 1

7. В каком сосуде следует проводить реакцию, чтобы продемонстрировать закон сохранения массы?

**1 – в закрытом**

2 – в открытом

3 – в сосуде, обеспечивающем беспрепятственный приток кислорода

4 – безразлично в каком

Ответ: 1

8. Где находится большее число молекул: в 0,160 г оксида серы (VI) или в 0,130 г оксида серы (IV)?

1 – одинаковое количество

**2 – оксид серы (VI)**

**3 – оксид серы (IV)**

Ответ: 3

9. Взорвана смесь из 10 литров метана и 10 литров кислорода. Объем образовавшегося углекислого газа при тех же условиях составит:

1 – 20 л

2 – 15 л

3 – 10 л

**4 – 5 л**

Ответ: 4

10. Данное вещество используется в медицине, в частности входит в состав антисептиков и дезинфицирующих средств, мазей и кремов для лечения кожных заболеваний. Установлено процентное содержание элементов в веществе: цинк – 22,65%, водород – 4,88%, сера – 11,15%, кислород – 61,32%. Составьте химическую формулу данного вещества, если известно, что оно представляет собой кристаллогидрат.

1 –  $\text{ZnSO}_3 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$

**2 –  $\text{ZnSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$**

3 –  $\text{ZnSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$

4 –  $\text{ZnSO}_3 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$

Ответ: 2

## Правильные ответы теста

№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	№9	№10
бвдеж	2	24	3	4	1	1	3	4	2
16	16	16	16	16	16	16	16	26	26

**Итого за решение теста - 12 баллов**

### Задание 2

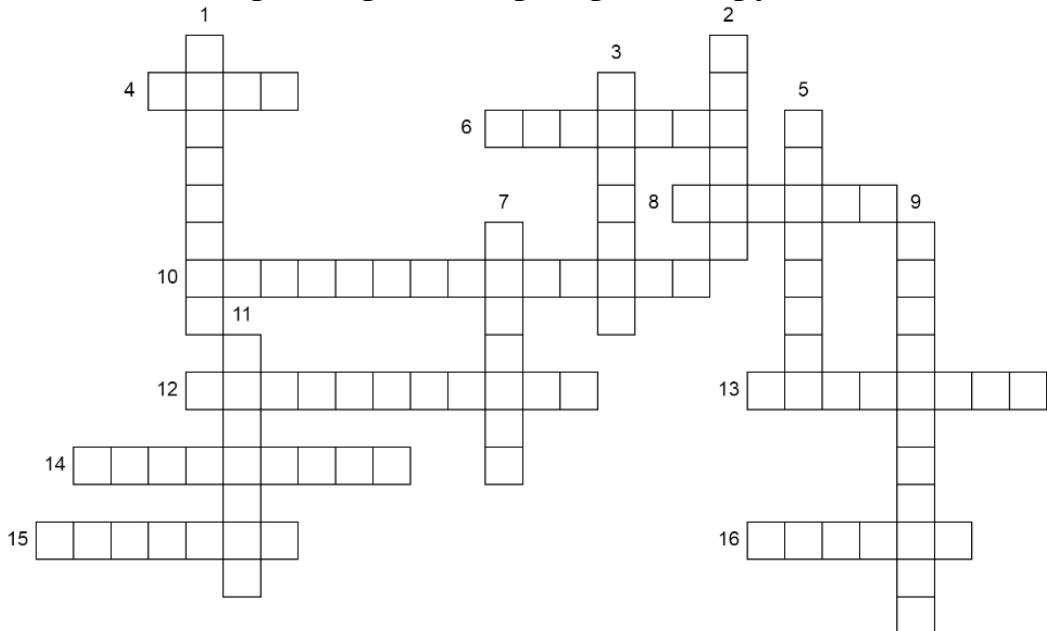
Данное вещество является важной пищевой добавкой, используемой как консервант, антиоксидант, отбеливатель и стабилизатор цвета продуктов питания. Помимо пищевого применения, оно используется также в фотографии, при изготовлении тканей и вискозного волокна, при обработке руд цветных металлов и для обезвреживания сточных вод.

Приведите расчеты и установите формулу вещества, если известно, что оно содержит 36,51% натрия, 38,09% кислорода и неизвестный элемент. Назовите вещество.

### Решение задания № 2

Содержание верного ответа и указания к оцениванию	Баллы
Формула схематично: $Na_x\mathcal{E}_yO_z$ $Na : O = \frac{36,51}{23} : \frac{38,09}{16} = 1,5874 : 2,3806 = 1 : 1,5 = 2 : 3$	1 балл
Предположим, что натрия – два атома с составе вещества Тогда $0,3651 = \frac{2 \cdot 23}{M}$ ; $M = 126$ г/моль	1 балл
На атомы неизвестного элемента приходится: $126 - 2 \cdot 23 - 3 \cdot 16 = 32$ г/моль (это сера)	1 балл
Приведена формула вещества и название: $Na_2SO_3$ – сульфит натрия	1 балл (по 0,5 балла за формулу и название)
Итого	4 балла

### Задание 3. Кроссворд «Лабораторное оборудование»

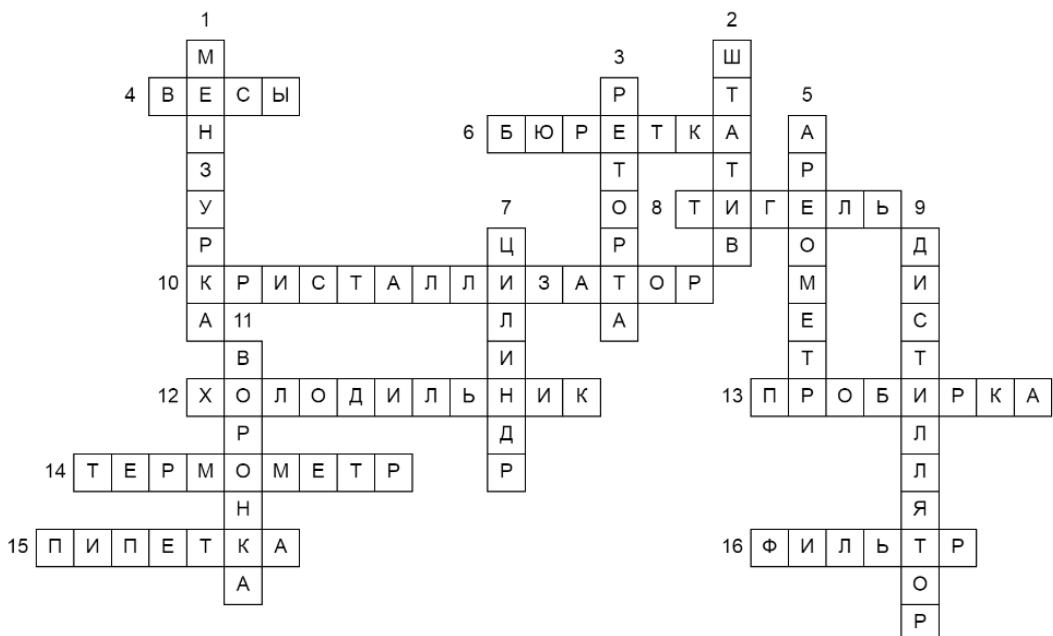


**По горизонтали:** 4. Устройство для точного измерения массы веществ. 6. Устройство, представляющее собой тонкую градуированную стеклянную трубку, открытую на одном конце и снабжённую запорным краном или зажимом на другом, предназначенную для точного дозирования реагентов при аналитическом титровании. 8. Лабораторный огнеупорный сосуд, предназначенный для плавления и спекания веществ при высоких температурах. 10. Емкость для выделения веществ в кристаллическом состоянии. 12. Лабораторный прибор для конденсации паров жидкостей при перегонке или нагревании. 13. Специализированный сосуд, имеющий форму узкого цилиндра и плоское, полусферическое или коническое дно, предназначенный для отбора жидкостей для реакций с небольшими объёмами реагентов. 14. Прибор для измерения температуры посредством контакта с исследуемой средой. 15. Лабораторное устройство для точного переноса малых объемов жидкостей. 16. Пористая перегородка, пропускающая дисперсионную среду и задерживающая дисперсную твёрдую фазу.

**По вертикали:** 1. Лабораторное устройство, обеспечивающее точность объемных измерений в аналитической химии. 2. Платформа для устойчивой фиксации сосудов в экспериментах. 3. Лабораторный сосуд с изогнутой трубкой, используемый для перегонки и конденсации. 5. Лабораторный прибор для определения относительной плотности жидкостей методом погружения. 7. Вид мерной химической посуды, предназначенной для измерения объемов жидкостей. 9. Прибор для разделения жидких смесей методом нагрева и последующего конденсирования паров. 11. Устройство с расширенной верхней частью и узким выходом для аккуратного переливания жидкостей и пересыпания порошков.

#### Решение задания № 3

Правильный ответ – 0,5 балла (итого 8 баллов)



#### Задание 4

Прочитайте текст задания. Найдите в тексте пять предложений, содержащих фактические ошибки. Укажите цифры, под которыми они приведены. Запишите эти предложения (фрагменты), исправив найденные Вами ошибки. Обоснуйте каждое исправление с точки зрения химии.

*Текст.*

(1) Большинство окружающих нас объектов (тел) состоит не из чистых веществ, а из их смесей. (2) Примерами смесей являются воздух, лимонад, морская и речная вода, сплавы металлов, плазма крови. (3) Смесь всегда состоит из двух индивидуальных соединений. (4) Смеси бывают однородными и неоднородными. (5) Смеси, в которых частицы видны невооруженным глазом, называются однородными. (6) Примерами однородных смесей являются раствор поваренной соли в воде и воздух. (7) В отличие от приведенных примеров, молоко относится к неоднородным смесям, так как в телескопе можно увидеть плавающие в воде капельки жира. (8) А вот, в граните даже невооруженным глазом можно различить его составные части: зерна полевого шпата, кристаллы кварца и темные блестящие чешуйки слюды. (9) Чистые вещества в составе смесей не сохраняют своих свойств. (10) Для изучения свойств чистого вещества его необходимо очистить от примесей, т.е. разделить смесь веществ. (11) Разделение смесей основывается на сходствах свойств веществ, образующих смесь.

#### Решение задания № 4

Содержание верного ответа и указания к оцениванию	Баллы
Ошибки в тексте найдены и исправлены: (3) Смесь всегда состоит из двух индивидуальных соединений. – Смесь может состоять из двух и более индивидуальных веществ.	5 баллов (по 1 баллу за исправление и объяснение)

<p>(5) Смеси, в которых частицы видны невооруженным глазом, называются <b>однородными</b>. – Такие смеси называют <b>неоднородными</b>.</p> <p>(7) В отличие от приведенных примеров, молоко относится к неоднородным смесям, так как <b>в телескопе</b> можно увидеть плавающие в воде капельки жира. – <b>В микроскопе</b>.</p> <p>(9) Чистые вещества в составе смесей <b>не сохраняют</b> своих свойств. – Чистые вещества в составе смесей <b>сохраняют</b> свои свойства.</p> <p>(11) Разделение смесей основывается <b>на сходствах свойств веществ</b>, образующих смесь. - Разделение смесей основывается <b>на различиях в свойствах</b> веществ, образующих смесь.</p>	
<p>Выбраны лишь предложения с фактическими ошибками: 3, 5, 7, 9, 11</p>	<p><b>2 балла</b></p>
<p>За каждое неверно выбранное суждение – штраф</p>	<p><b>0,5 балла</b></p>
<p><b>Итого</b></p>	<p><b>5 баллов</b></p>

## Задание 5

### Переполох в Лаборатории: тайна исчезнувших этикеток

В одной очень уважаемой химической лаборатории, где царил порядок и точность, произошла настоящая катастрофа. Когда ученые, как обычно, пришли утром на работу, их встретил полный хаос. Все баночки и колбы, которые еще вчера стояли ровными рядами с четкими этикетками, теперь были перемешаны. Хуже того, этикетки исчезли без следа, словно их никогда и не было! Представьте себе: на столе стоят десятки колб с прозрачными жидкостями, склянки и чашки Петри с разноцветными порошками. Все они выглядят одинаково, но каждый из них обладает уникальными свойствами и, может быть, как полезным реагентом, так и опасным ядом.

Помогите ученым отличить одно вещество от другого и вернуть порядок в перепутанную лабораторию! Вам предстоит вспомнить возможные свойства веществ и реакций.

- 1) В четырех одинаковых сосудах находятся воздух, кислород, водород и углекислый газ. Как узнать, какой газ в каком сосуде?
- 2) В трех одинаковых сосудах находятся бесцветные прозрачные жидкости: дистиллированная вода, раствор сахара, раствор соли. Как узнать, какая жидкость в каком сосуде?
- 3) В четырех одинаковых сосудах находятся белые порошки: мел, оксид кальция, оксид фосфора (V) и крахмал. Как узнать, какое вещество в каком сосуде?

### Решение задания № 5

Содержание верного ответа и указания к оцениванию	Баллы
(1) Необходимо в каждый сосуд <b>внести горящую лучинку</b> .  В сосуде с <b>воздухом</b> она будет продолжать гореть так же. В сосуде с <b>кислородом</b> горение станет интенсивнее. В сосуде с <b>водородом</b> произойдет взрыв с характерным звуком. В сосуде с <b>углекислым газом</b> лучинка потухнет.	<b>1 балл</b> за выбор метода; <b>2 балла</b> за признаки (по 0,5 балла за вещество)
(2) Необходимо использовать <b>выпаривание</b> .  Жидкость из сосуда <b>с водой</b> испарится, ничего не останется. От <b>раствора соли</b> после выпаривания останутся белые кристаллы соли. От <b>раствора сахара</b> – коричневый расплав, т.к. сахар при высокой температуре начинает разлагаться.	<b>1 балл</b> за выбор метода; <b>1,5 балла</b> за признаки (по 0,5 балла за вещество)
(3) Ко всем порошкам необходимо <b>прилить воды</b> , а затем добавить <b>фиолетовый лакмус</b> .  Лакмус посинает там, где был <b>оксид кальция</b> ( $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2$ – щелочь). Лакмус покраснеет там, где был <b>оксид фосфора (V)</b> ( $\text{P}_2\text{O}_5 + 3\text{H}_2\text{O} = 2\text{H}_3\text{PO}_4$ – кислота). Оставшиеся вещества не изменят окраску лакмуса.  К ним можно прилить соляную кислоту. <b>Мел</b> будет реагировать с выделением углекислого газа ( $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} = \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ ). <b>Крахмал</b> реагировать с кислотой не будет. ИЛИ  К этим веществам прилить раствор йода. Крахмал с йодом дает синее окрашивание, а мел – нет.	<b>0,5 балла</b> за идею с раствором; <b>2 балла</b> за признаки (по 0,5 балла за вещество)
<b>Итого</b>	<b>8 баллов</b>

**Итого:  $12 + 4 + 8 + 5 + 8 = 37$  баллов.**

**Всероссийская олимпиада школьников по химии**  
**Муниципальный этап**  
**9 класс**

**Задание 1.**

- 1) Предложите формулы трех оксидов металлов, каждый из которых способен взаимодействовать с двумя остальными. Приведите уравнения соответствующих химических реакций. Укажите условия их протекания. Назовите образующиеся соединения.
- 2) Каждое из четырех веществ, одно из которых является кислотой, одно – основанием и два – солями, способно взаимодействовать с тремя остальными. Предложите формулы таких веществ. Приведите уравнения соответствующих химических реакций. Укажите условия их протекания. Назовите образующиеся соединения.
- 3) Каждое из четырех веществ, одно из которых является простым веществом, два – кислотами и одно – основанием, способно взаимодействовать с тремя остальными. Предложите формулы таких веществ. Приведите уравнения соответствующих химических реакций. Укажите условия их протекания. Назовите образующиеся соединения.

**Задание 2.**

Метан ( $\text{CH}_4$ ) составляет главную часть природного газа, используемого в качестве топлива. Ацетилен ( $\text{C}_2\text{H}_2$ ) широко применяется для сварки и резки металлов. При горении ацетилена в кислороде температура пламени достигает  $2800^{\circ}\text{C}$ . Это значительно более высокая температура, чем при сгорании водорода или метана в кислороде.

Вычислите массовые доли метана и ацетилена в смеси, если известно, что в этой смеси соотношение общего числа атомов углерода к общему числу атомов водорода составляет 2:3. Приведите уравнения реакций горения метана и ацетилена в кислороде.

**Задание 3.**

Смесь железных и цинковых опилок массой 23,75 г обработали 219,3 мл 19,6%-ного раствора серной кислоты с плотностью 1,14 г/мл. Для нейтрализации избытка кислоты потребовалось 100 мл раствора гидрокарбоната калия с концентрацией 2,0 моль/л. Определите массовые доли металлов в исходной смеси и объем газа (н.у.), выделившегося при растворении металлов.

**Задание 4.**

Элементы **X**, **Y** и **Z** расположены в одном периоде Периодической системы химических элементов Д.И. Менделеева. Элемент **X** образует простое вещество **A** – порошок лимонно-желтого цвета, элемент **Y** – желто-зеленый

газ **B**, элемент **Z** – воскообразное вещество **C** белого цвета с желтоватым отливом, причем  $M(B) : M(C) : M(A) = 1 : 1,7465 : 3,6056$ .

Вещества **A**, **B**, **C** растворяются в горячем 40% растворе гидроксида калия (реакции 1-3), при этом растворение **C** сопровождается выделением бесцветного ядовитого газа, а в растворе образуется соль кислоты **D**. При взаимодействии **B** и **C** в зависимости от соотношения могут образоваться два бинарных соединения (реакции 4 и 5), при обработке которых раствором гидроксида калия образуются соли кислот **E** и **F**, соответственно (реакции 6 и 7). При сплавлении **A** и **C** образуется сложная смесь бинарных соединений, среди которых преобладает **G** зеленого цвета с массовой долей более тяжелого элемента 43,64%, используемое в производстве спичек.

1. Определите элементы **X**, **Y**, **Z**. Расположите данные элементы в порядке увеличения радиусов их атомов.
2. Определите простые вещества **A**, **B**, **C**, ответ подтвердите расчетом.
3. Приведите молекулярные формулы кислот **D**, **E**, **F**. Назовите их.
4. Запишите уравнения реакций 1-7.
5. Рассчитайте брутто-формулу вещества **G**. Какая реакция протекает при поджигании спички, если осуществляется взаимодействие между **G** и одним из продуктов реакции 2? Запишите соответствующее уравнение.

#### **Задание 5 (эксперимент).**

В пробирках без этикеток находятся растворы веществ: гидроксид калия, хлорида меди (II), хлорида бария, сульфата меди (II). Распознайте, в какой пробирке находится каждое вещество, не используя других реагентов. Составьте план-схему распознавания этих веществ. Укажите признаки реакций. Напишите необходимые уравнения реакций в молекулярном и сокращенном ионном виде.

**Всероссийская олимпиада школьников по химии**  
**Муниципальный этап (решение)**  
**9 класс**

**Задание 1.**

- 1) Предложите формулы трех оксидов металлов, каждый из которых способен взаимодействовать с двумя остальными. Приведите уравнения соответствующих химических реакций. Укажите условия их протекания. Назовите образующиеся соединения.
- 2) Каждое из четырех веществ, одно из которых является кислотой, одно – основанием и два – солями, способно взаимодействовать с тремя остальными. Предложите формулы таких веществ. Приведите уравнения соответствующих химических реакций. Укажите условия их протекания. Назовите образующиеся соединения.
- 3) Каждое из четырех веществ, одно из которых является простым веществом, два – кислотами и одно – основанием, способно взаимодействовать с тремя остальными. Предложите формулы таких веществ. Приведите уравнения соответствующих химических реакций. Укажите условия их протекания. Назовите образующиеся соединения.

**Решение задания № 1**

Содержание верного ответа и указания к оцениванию	Баллы
<p><u>Уравнения реакций:</u></p> <p><u>Вопрос 1</u>          Три оксида металлов: основный, амфотерный и кислотный, например, <math>\text{CaO}</math>, <math>\text{Al}_2\text{O}_3</math>, <math>\text{CrO}_3</math>          1) <math>\text{CaO} + \text{Al}_2\text{O}_3 \Rightarrow \text{Ca}(\text{AlO}_2)_2</math>          2) <math>\text{CaO} + \text{CrO}_3 \Rightarrow \text{CaCrO}_4</math>          3) <math>\text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{CrO}_3 \Rightarrow \text{Al}_2(\text{CrO}_4)_3</math></p> <p><u>Вопрос 2</u>          Один из вариантов ответа: кислота <math>\text{H}_2\text{SO}_4</math>, основание <math>\text{NaOH}</math>, соли <math>\text{NaHCO}_3</math>, <math>\text{AlCl}_3</math>          1) <math>\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{NaOH} \Rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}</math>          2) <math>\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{NaHCO}_3 \Rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{CO}_2</math>          3) <math>3\text{H}_2\text{SO}_4\text{(конц)} + 2\text{AlCl}_3\text{(тв)} \Rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 6\text{HCl}</math>          4) <math>\text{NaOH} + \text{NaHCO}_3 \Rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}</math>          5) <math>3\text{NaOH} + \text{AlCl}_3 \Rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{NaCl}</math>          6) <math>3\text{NaHCO}_3 + \text{AlCl}_3 \Rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{NaCl} + 3\text{CO}_2</math></p> <p><u>Вопрос 3</u>          Один из вариантов ответа: простое вещество <math>\text{Cl}_2</math>, основание <math>\text{NaOH}</math>, кислота <math>\text{H}_2\text{SO}_3</math> и <math>\text{H}_2\text{S}</math>          1) <math>\text{Cl}_2 + 2\text{NaOH} \Rightarrow \text{NaCl} + \text{NaClO} + \text{H}_2\text{O}</math>          2) <math>\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \Rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{HCl}</math></p>	<b>15 баллов</b> (по 1 баллу за уравнение реакции с коэффициентами)

3) $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{S} \Rightarrow \text{S} + 2\text{HCl}$ 4) $2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{SO}_3 \Rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$ 5) $2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{S} \Rightarrow \text{Na}_2\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$ 6) $\text{H}_2\text{SO}_3 + 2\text{H}_2\text{S} \Rightarrow 3\text{S} + 3\text{H}_2\text{O}$	
<b>Итого</b>	<b>15 баллов</b>

### Задание 2

Метан ( $\text{CH}_4$ ) составляет главную часть природного газа, используемого в качестве топлива. Ацетилен ( $\text{C}_2\text{H}_2$ ) широко применяется для сварки и резки металлов. При горении ацетилена в кислороде температура пламени достигает  $2800^{\circ}\text{C}$ . Это значительно более высокая температура, чем при сгорании водорода или метана в кислороде.

Вычислите массовые доли метана и ацетилена в смеси, если известно, что в этой смеси соотношение общего числа атомов углерода к общему числу атомов водорода составляет 2:3. Приведите уравнения реакций горения метана и ацетилена в кислороде.

### Решение задания № 2

Содержание верного ответа и указания к оцениванию	Баллы
<b>Уравнения реакций:</b> $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \Rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ $2\text{C}_2\text{H}_2 + 5\text{O}_2 \Rightarrow 4\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	<b>2 балла</b>
Расчет количества вещества компонентов смеси: Пусть $n(\text{CH}_4) = x$ моль, а $n(\text{C}_2\text{H}_2) = y$ моль Тогда для $\text{CH}_4$ $n(\text{C}) = x$ моль, а $n(\text{H}) = 4x$ моль, для $\text{C}_2\text{H}_2$ $n(\text{C}) = 2y$ моль, а $n(\text{H}) = 2y$ моль Соотношение $\text{C} : \text{H}$ $\frac{x+2y}{4x+2y} = \frac{2}{3}$ $4x+2y = 3(x+2y)$ $4x+2y = 3x+6y$ $2y = 5x$ $y = 2,5x$	<b>2 балла</b>
Расчет общей массы смеси: $m(\text{CH}_4) = 16x \text{ (г)}$ $m(\text{C}_2\text{H}_2) = 26y = 26 \cdot 2,5x = 65x \text{ (г)}$ $m(\text{смеси}) = 16x + 65x = 81x \text{ (г)}$	<b>1 балл</b>
Расчет массовых долей газов в смеси: $\omega(\text{CH}_4) = \frac{16x}{81x} \cdot 100\% = 19,75\%$ $\omega(\text{C}_2\text{H}_2) = \frac{65x}{81x} \cdot 100\% = 80,25\%$	<b>1 балл</b>
<b>Итого</b>	<b>6 баллов</b>

### Задание 3

Смесь железных и цинковых опилок массой 23,75 г обработали 219,3 мл 19,6%-ного раствора серной кислоты с плотностью 1,14 г/мл. Для нейтрализации избытка кислоты потребовалось 100 мл раствора гидрокарбоната калия с концентрацией 2,0 моль/л. Определите массовые доли металлов в исходной смеси и объем газа (н.у.), выделившегося при растворении металлов.

### Решение задания № 3

Содержание верного ответа и указания к оцениванию	Баллы
<u>Уравнения реакций:</u> (1) $\text{Fe} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{FeSO}_4 + \text{H}_2$ (2) $\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2$ (3) $\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{KHCO}_3 = \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{CO}_2$	<b>2 балла</b> (по 0,5 балла за ур-я 1 и 2, 1 балл за ур-е 3)
Расчет количества веществ серной кислоты и гидрокарбоната калия: $n(\text{KHCO}_3) = 0,100 \cdot 2 = 0,2 \text{ моль}$ $m_{\text{p-pa}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = 219,3 \cdot 1,14 = 250 \text{ г}$ $m_{\text{pв}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{19,6\% \cdot 250\text{г}}{100\%} = 49 \text{ г}$ $n(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{49}{98} = 0,5 \text{ моль}$	<b>2 балла</b>
Расчет по серной кислоте: Р-ция (3): $n(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{1}{2} n(\text{KHCO}_3) = \frac{1}{2} \cdot 0,2 = 0,1 \text{ моль}$ Р-ции (1 и 2): $n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,5 - 0,1 = 0,4 \text{ моль}$	<b>1 балл</b>
Расчет количества вещества металлов в смеси: Пусть $n(\text{Fe}) - x \text{ моль}$ , а $n(\text{Zn}) - y \text{ моль}$ Тогда $m(\text{Fe}) - 56x \text{ г}$ , а $m(\text{Zn}) - 65y \text{ г}$ $56x + 65y = 23,75$ Р-ция (1): $n(\text{H}_2\text{SO}_4) = n(\text{Fe}) - x \text{ моль}$ Р-ция (2): $n(\text{H}_2\text{SO}_4) = n(\text{Zn}) - y \text{ моль}$ $x + y = 0,4$ Система уравнений: $\begin{cases} 56x + 65y = 23,75 \\ x + y = 0,4 \end{cases}$ $y = 0,15 \text{ моль}$ $x = 0,4 - 0,15 = 0,25 \text{ моль}$	<b>2 балла</b>
Расчет массы и массовой доли в смеси каждого металла: $m(\text{Fe}) = 56 \cdot 0,25 = 14 \text{ г}$ $m(\text{Zn}) = 65 \cdot 0,15 = 9,75 \text{ г}$ $\omega(\text{Fe}) = \frac{14}{23,75} = 0,5895 (58,95\%)$	<b>1 балл</b>

$\omega(\text{Zn}) = \frac{9,75}{23,75} = 0,4105 (41,05\%)$	
Расчет по водороду: Р-ция (1): $n(\text{H}_2) = n(\text{Fe}) = 0,25$ моль Р-ция (2): $n(\text{H}_2) = n(\text{Zn}) = 0,15$ моль $n(\text{H}_2) = 0,25 + 0,15 = 0,4$ моль $V(\text{H}_2) = 0,4 \cdot 22,4 = 8,96$ л	<b>1 балл</b>
<b>Итого</b>	<b>9 баллов</b>

#### Задание 4.

Элементы **X**, **Y** и **Z** расположены в одном периоде Периодической системы химических элементов Д.И. Менделеева. Элемент **X** образует простое вещество **A** - порошок лимонно-желтого цвета, элемент **Y** - желто-зеленый газ **B**, элемент **Z** - воскообразное вещество **C** белого цвета с желтоватым отливом, причем  $M(\text{B}) : M(\text{C}) : M(\text{A}) = 1 : 1,7465 : 3,6056$ .

Вещества **A**, **B**, **C** растворяются в горячем 40% растворе гидроксида калия (реакции 1-3), при этом растворение **C** сопровождается выделением бесцветного ядовитого газа, а в растворе образуется соль кислоты **D**. При взаимодействии **B** и **C** в зависимости от соотношения могут образоваться два бинарных соединения (реакции 4 и 5), при обработке которых раствором гидроксида калия образуются соли кислот **E** и **F**, соответственно (реакции 6 и 7). При сплавлении **A** и **C** образуется сложная смесь бинарных соединений, среди которых преобладает **G** зеленого цвета с массовой долей более тяжелого элемента 43,64%, используемое в производстве спичек.

1. Определите элементы **X**, **Y**, **Z**. Расположите данные элементы в порядке увеличения радиусов их атомов.
2. Определите простые вещества **A**, **B**, **C**, ответ подтвердите расчетом.
3. Приведите молекулярные формулы кислот **D**, **E**, **F**. Назовите их.
4. Запишите уравнения реакций 1-7.
5. Рассчитайте брутто-формулу вещества **G**. Какая реакция протекает при поджигании спички, если осуществляется взаимодействие между **G** и одним из продуктов реакции 2? Запишите соответствующее уравнение.

#### Решение задания № 4

Содержание верного ответа и указания к оцениванию	Баллы
<b>Элементы:</b> <b>X</b> = S (сера), <b>Y</b> = Cl (хлор), <b>Z</b> = P (фосфор) В порядке увеличения радиусов атомов: $\text{Cl} < \text{S} < \text{P}$	<b>2 балла</b> (по 0,5 балла за символ элемента, 0,5 балла за правильную последовательность)
<b>Простые вещества:</b>	<b>1,5 балла</b>

<p><b>A = S<sub>8</sub> B = Cl<sub>2</sub> C = P<sub>4</sub></b>  Хлор существует только в виде молекулы Cl<sub>2</sub> (газ желто-зеленого цвета).  Сера и фосфор образуют несколько аллотропных модификаций  M(B) : M(C) : M(A) = 1 : 1,7465 : 3,6056  M(B) = 71 г/моль  M(A) = 71 · 3,6056 = 256 г/моль  Вещество A - S<sub>8</sub> (порошок лимонно-желтого цвета)  M(C) = 71 · 1,7465 = 124 г/моль  Вещество C - P<sub>4</sub> (воскообразное вещество белого цвета с желтоватым отливом)</p>	<p>(по 0,5 балла за формулу с учетом приведенного расчета)</p>
<p><b>Уравнения реакций:</b></p> <p>(1) 3S<sub>8</sub> + 48KOH = 16K<sub>2</sub>S + 8K<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> + 24H<sub>2</sub>O  или 3S + 6KOH = 2K<sub>2</sub>S + K<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> + 3H<sub>2</sub>O  (2) 3Cl<sub>2</sub> + 6KOH = 5KCl + KClO<sub>3</sub> + 3H<sub>2</sub>O  (3) P<sub>4</sub> + 3KOH + 3H<sub>2</sub>O = PH<sub>3</sub>↑ + 3KH<sub>2</sub>PO<sub>2</sub>  (4) P<sub>4</sub> + 6Cl<sub>2</sub> = 4PCl<sub>3</sub> (или 2P + 3Cl<sub>2</sub> = 2PCl<sub>3</sub>)  (5) P<sub>4</sub> + 10Cl<sub>2</sub> = 4PCl<sub>5</sub> (или 2P + 5Cl<sub>2</sub> = 2PCl<sub>5</sub>)  (6) PCl<sub>3</sub> + 5KOH = K<sub>2</sub>HPO<sub>3</sub> + 3KCl + 2H<sub>2</sub>O  (7) PCl<sub>5</sub> + 8KOH = K<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> + 5KCl + 4H<sub>2</sub>O</p>	<p><b>5 баллов</b>  (по 0,5 балла за ур-я 1,2,4,5; по 1 баллу за ур-я 3,6,7)</p>
<p><b>Кислоты:</b>  D – H<sub>3</sub>PO<sub>2</sub> (фосфорноватистая кислота)  E – H<sub>3</sub>PO<sub>3</sub> (фосфористая кислота)  F – H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> (фосфорная кислота)</p>	<p><b>1,5 балла</b>  (по 0,5 балла за формулу и название)</p>
<p>При взаимодействии серы с фосфором могут образоваться различные сульфиды фосфора.  Общая формула: PxSy  <math>x : y = \frac{56,36}{31} : \frac{43,64}{32} = 1,818 : 1,364 = 1,333 : 1 = 4 : 3</math>  G – P<sub>4</sub>S<sub>3</sub></p>	<p><b>1 балл</b></p>
<p>Продуктом реакции 2, используемым в производстве спичек, является бертолетова соль (хлорат калия) KClO<sub>3</sub>.  При поджигании спички протекает реакция:  3P<sub>4</sub>S<sub>3</sub> + 16KClO<sub>3</sub> = 6P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 9SO<sub>2</sub> + 16KCl</p>	<p><b>1 балл</b></p>
<p><b>Итого</b></p>	<p><b>12 баллов</b></p>

### Задание 5 (эксперимент)

В пробирках без этикеток находятся растворы веществ: гидроксид калия, хлорида меди (II), хлорида бария, сульфата меди (II). Распознайте, в какой пробирке находится каждое вещество, не используя других реагентов. Составьте план-схему распознавания этих веществ. Укажите признаки реакций. Напишите необходимые уравнения реакций в молекулярном и сокращенном ионном виде.

### Решение задания № 5

Содержание верного ответа и указания к оцениванию					Баллы
План-схема распознавания веществ:					2 балла, из них 0,5 балла за составление таблицы или словесное описание алгоритма рассуждений + 1,5 балла за признаки реакций (по 0,5 балла за каждый признак)
BaCl <sub>2</sub>	-	-	+	Осадок белого цвета	
KOH	-	-	+	Осадок голубой студенистый	+
CuSO <sub>4</sub>	+	Осадок белого цвета	+	Осадок голубой студенистый	-
CuCl <sub>2</sub>	-	+	Осадок голубой студенистый	-	-
Правильное определение вещества в пробирке					4 балла (по 1 баллу за вещество)
<u>Уравнения реакций:</u>					3 балла (по 0,5 балла за молекулярное и 0,5 балла за сокращенное ионное уравнение)
1. BaCl <sub>2</sub> + CuSO <sub>4</sub> = BaSO <sub>4</sub> + CuCl <sub>2</sub> Ba <sup>2+</sup> + SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> = BaSO <sub>4</sub> ↓					
2. 2KOH + CuSO <sub>4</sub> = Cu(OH) <sub>2</sub> + K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> Cu <sup>2+</sup> + 2OH <sup>-</sup> = Cu(OH) <sub>2</sub> ↓					
3. 2KOH + CuCl <sub>2</sub> = Cu(OH) <sub>2</sub> + 2KCl Cu <sup>2+</sup> + 2OH <sup>-</sup> = Cu(OH) <sub>2</sub> ↓					
<b>Итого</b>					<b>9 баллов</b>

Всего: 15 + 6 + 9 + 12 + 9 = 51 балл



**Всероссийская олимпиада школьников по химии**  
**Муниципальный этап**  
**10 класс**

**Задание 1.**

Элементы **X**, **Y** и **Z** относятся к одной группе Периодической системы химических элементов Д.И. Менделеева.

Самый легкий из них **X** в виде простого вещества при н.у. является газом без цвета и запаха. На его основе можно получить ряд бинарных соединений: **A**, **B** (содержат только элементы **X** и **кислород**) и **E**, **H**, **I** (содержат только элементы **X** и **водород**).

Вещество **A** образуется при взаимодействии простых веществ под действием электрического разряда (1).

Вещество **B** образуется при взаимодействии вещества **A** и кислорода (2).

При растворении **B** в растворе гидроксида натрия образуются соли **C** и **D** (3), соответствующие кислотам **C<sub>k</sub>** (неустойчива в чистом виде) и **D<sub>k</sub>**.

Вещество **E** – бесцветный газ с резким запахом, важный продукт химической промышленности, для получения которого используют катализатор на основе железа (4).

При взаимодействии **E** с кислотами **C<sub>k</sub>** и **D<sub>k</sub>** образуются соли **F** и **G** соответственно (5 и 6).

Одним из продуктов окисления (E) гипохлоритом натрия является бесцветная жидкость **H**, которая входит в состав ракетного топлива (7).

Вещество **I** – бинарное соединение, обладающее окислительными свойствами, окрашивающее лакмусовую бумажку в красный цвет, в котором массовая доля элемента **X** составляет 97,67%. При взаимодействии **E** и **I** образуется ионное соединение **J** (8).

Элемент **Y** при н.у. образует твердое вещество и имеет 4 основных аллотропных модификации. Элемент **Y** входит в состав бинарного вещества **K**, являющегося бесцветным газом с запахом гнилой рыбы.

При сжигании газа **K** образуется вещество **L** (9), которое можно также получить взаимодействием простого вещества, образованным элементом **Y**, и азотной кислоты (10).

Элемент **Z** является металлом, который был открыт алхимики в Средние века. Первое упоминание о нем в химической литературе относится к 15 веку, только долгое время его считали разновидностью олова, свинца или сурьмы. Его название якобы происходит от немецкого словосочетания, которое в переводе означает «белая масса».

1. Определите элементы **X**, **Y**, **Z**.
2. Определите формулы соединений **A** – **L**. Приведите расчет для определения формулы вещества **I**.
3. Напишите уравнения реакций 1 – 10.
4. Напишите уравнения реакций разложения солей **F** и **G** (11,12).

### **Задание 2.**

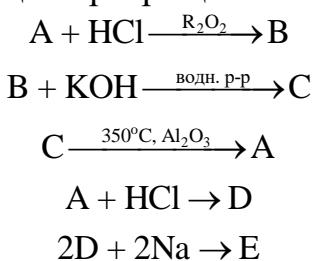
Старинную монету, состоящую из меди и серебра в соотношении 3:1 по массе, растворили в концентрированной азотной кислоте. При этом выделилось 9,968 л газа (н.у.). Какова была масса монеты?

### **Задание 3.**

При сжигании 4,45 г органического вещества в избытке кислорода образовалось 3,15 г воды и 5,32 л (н.у.) газовой смеси, объем которой после пропускания через избыток раствора щелочи уменьшился до 1,96 л (н.у.). Определите молекулярную формулу вещества, если известно, что оно содержит азот, и плотность по водороду оставшейся газовой смеси равна 15,43. Предложите структурные формулы двух соединений с данной молекулярной формулой, являющиеся межклассовыми изомерами.

### **Задание 4.**

Непредельный углеводород **A**, при нормальных условиях представляющий собой газ, вступает в следующие превращения:



Молекулярная масса **C** составляет 60 г/моль.

1. Приведите структурные формулы веществ **A** – **E** и назовите их по номенклатуре ИЮПАК.
2. Составьте уравнения реакций в соответствии со схемами.
3. Напишите уравнения реакций окисления вещества **A** перманганатом калия в кислой ( $H_2SO_4$ ) и щелочной (KOH) среде.

### **Задание 5.**

Газ, полученный при обжиге 32,6 г смеси сульфида цинка и сульфида железа (II), пропустили через 181,8 мл раствора гидроксида натрия с массовой долей щелочи 12% и плотностью 1,1 г/мл, в результате чего было получено 200 мл раствора с молярной концентрацией кислой соли 0,5 моль/л. Определите массовые доли сульфидов в исходной смеси.

### **Задание 6 (реальный эксперимент).**

В четырех пробирках без этикеток находятся водные растворы: хлорида железа (III), хлорида меди (II), хлорида железа (II), хлорида бария, хлорида никеля (II). С помощью одного реактива определите, какое вещество находится в каждой пробирке. Укажите признаки, по которым Вы провели идентификацию. Приведите уравнения реакций в молекулярном и сокращенном ионном виде.

**Всероссийская олимпиада школьников по химии**  
**Муниципальный этап (решение)**  
**10 класс**

**Задание 1**

Элементы **X**, **Y** и **Z** относятся к одной группе периодической системы химических элементов Д.И. Менделеева.

Самый легкий из них **X** в виде простого вещества при н.у. является газом без цвета и запаха. На его основе можно получить ряд бинарных соединений: **A**, **B** (содержат только элементы **X** и **кислород**) и **E**, **H**, **I** (содержат только элементы **X** и **водород**).

Вещество **A** образуется при взаимодействии простых веществ под действием электрического разряда (1).

Вещество **B** образуется при взаимодействии вещества **A** и кислорода (2).

При растворении **B** в растворе гидроксида натрия образуются соли **C** и **D** (3), соответствующие кислотам **C<sub>к</sub>** (неустойчива в чистом виде) и **D<sub>к</sub>**.

Вещество **E** – бесцветный газ с резким запахом, важный продукт химической промышленности, для получения которого используют катализатор на основе железа (4).

При взаимодействии **E** с кислотами **C<sub>к</sub>** и **D<sub>к</sub>** образуются соли **F** и **G** соответственно (5 и 6).

Одним из продуктов окисления (E) гипохлоритом натрия является бесцветная жидкость **H**, которая входит в состав ракетного топлива (7).

Вещество **I** – бинарное соединение, обладающее окислительными свойствами, окрашивающее лакмусовую бумажку в красный цвет, в котором массовая доля элемента **X** составляет 97,67%. При взаимодействии **E** и **I** образуется ионное соединение **J** (8).

Элемент **Y** при н.у. образует твердое вещество и имеет 4 основных аллотропных модификации. Элемент **Y** входит в состав бинарного вещества **K**, являющегося бесцветным газом с запахом гнилой рыбы.

При сжигании газа **K** образуется вещество **L** (9), которое можно также получить взаимодействием простого вещества, образованным элементом **Y**, и азотной кислоты (10).

Элемент **Z** является металлом, который был открыт алхимиками в Средние века. Первое упоминание о нем в химической литературе относится к 15 веку, только долгое время его считали разновидностью олова, свинца или сурьмы. Его название якобы происходит от немецкого словосочетания, которое в переводе означает «белая масса».

Определите элементы **X**, **Y**, **Z**.

Определите формулы соединений **A** – **L**. Приведите расчет для определения формулы вещества **I**.

Напишите уравнения реакций 1 – 10.

Напишите уравнения реакций разложения солей **F** и **G** (11,12).

## Решение задания № 1

Содержание верного ответа и указания к оцениванию	Баллы
X – азот (N) Y – фосфор (P) Z – висмут (Bi)	<b>3 балла</b>
A - NO B – NO <sub>2</sub> C – NaNO <sub>2</sub> D – NaNO <sub>3</sub> E – NH <sub>3</sub> F – NH <sub>4</sub> NO <sub>2</sub> G - NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> H – NH <sub>2</sub> NH <sub>2</sub> J – NH <sub>4</sub> N <sub>3</sub> K – PH <sub>3</sub> L – H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	<b>1 балл</b> (A и B = 0,1 балла; остальные по 0,1 балла за формулу)
<b>Уравнения реакций:</b> (1) N <sub>2</sub> + O <sub>2</sub> => 2NO (2) 2NO + O <sub>2</sub> => 2NO <sub>2</sub> (3) 2NO <sub>2</sub> + 2NaOH => NaNO <sub>3</sub> + NaNO <sub>2</sub> + H <sub>2</sub> O (4) N <sub>2</sub> + 3H <sub>2</sub> => 2NH <sub>3</sub> (5) NH <sub>3</sub> + HNO <sub>2</sub> => NH <sub>4</sub> NO <sub>2</sub> (6) NH <sub>3</sub> + HNO <sub>3</sub> => NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> (7) 2NH <sub>3</sub> + NaClO => NH <sub>2</sub> NH <sub>2</sub> + NaCl + H <sub>2</sub> O (8) NH <sub>3</sub> + HN <sub>3</sub> => NH <sub>4</sub> N <sub>3</sub> (9) PH <sub>3</sub> + 2O <sub>2</sub> => H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> (10) P + 5HNO <sub>3</sub> => H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> + 5NO <sub>2</sub> + H <sub>2</sub> O (11) NH <sub>4</sub> NO <sub>2</sub> => N <sub>2</sub> + 2H <sub>2</sub> O (12) NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> => N <sub>2</sub> O + 2H <sub>2</sub> O	<b>6 баллов</b> (по 0,5 балла за уравнение реакции с коэффициентами)
Определение вещества I: N : H = $\frac{97,67}{14} : \frac{2,33}{1} = 6,98 : 2,33 = 3 : 1$ Вещество: HN <sub>3</sub>	<b>1 балл</b>
<b>Итого</b>	<b>11 баллов</b>

## Задание 2

Старинную монету, состоящую из меди и серебра в соотношении 3:1 по массе, растворили в концентрированной азотной кислоте. При этом выделилось 9,968 л газа (н.у.). Какова была масса монеты?

## Решение задания №2

Содержание верного ответа и указания к оцениванию	Баллы
<b>Уравнения реакций:</b> (1) Cu + 4HNO <sub>3</sub> = Cu(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> + 2NO <sub>2</sub> + 2H <sub>2</sub> O (2) Ag + 2HNO <sub>3</sub> = AgNO <sub>3</sub> + NO <sub>2</sub> + H <sub>2</sub> O	<b>2 балла</b>

$n(\text{NO}_2) = 9,968 : 22,4 = 0,445 \text{ моль}$	<b>1 балл</b>
Пусть $n(\text{Cu}) = x \text{ моль}$ и $m(\text{Cu}) = 64x \text{ г}$ , а $n(\text{Ag}) = y \text{ моль}$ и $m(\text{Ag}) = 108y \text{ г}$ . Тогда $n(\text{NO}_2) = 2x \text{ моль}$ (1), а $n(\text{NO}_2) = y \text{ моль}$ (2) $2x + y = 0,445$	<b>1 балл</b>
Соотношение атомов в монете: $\frac{64x}{108y} = \frac{3}{1}$ $x = 5,0625y$	<b>1 балл</b>
Количество вещества металлов в монете (решим систему): $\begin{cases} 2x + y = 0,445 \\ x = 5,0625y \end{cases}$ $y = 0,04 \text{ моль}$ $x = 5,0625 \cdot 0,04 = 0,2025 \text{ (моль)}$	<b>1 балл</b>
Массы металлов в монете: $m(\text{Cu}) = 64 \cdot 0,2025 = 12,96 \text{ (г)}$ $m(\text{Ag}) = 108 \cdot 0,04 = 4,32 \text{ (г)}$ Масса монеты: $m = 12,96 + 4,32 = 17,28 \text{ (г)}$ <b>Ответ: 17,28 (г)</b>	<b>1 балл</b>
<b>Итого</b>	<b>7 баллов</b>

### Задание 3

При сжигании 4,45 г органического вещества в избытке кислорода образовалось 3,15 г воды и 5,32 л (н.у.) газовой смеси, объем которой после пропускания через избыток раствора щелочи уменьшился до 1,96 л (н.у.). Определите молекулярную формулу вещества, если известно, что оно содержит азот, и плотность по водороду оставшейся газовой смеси равна 15,43. Предложите структурные формулы двух соединений с данной молекулярной формулой, являющиеся межклассовыми изомерами.

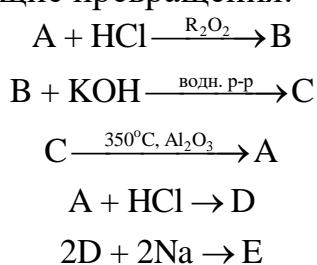
### Решение задания №3

Содержание верного ответа и указания к оцениванию	Баллы
Исходя из условия задачи, органическое вещество содержит углерод, водород, кислород, азот. Обозначим его формулу как $C_xH_yO_zN_p$ Схема реакции горения: $C_xH_yO_zN_p + O_2 \Rightarrow CO_2 + H_2O + N_2 + [O_2]$	
Количество вещества углерода: $V(CO_2) \text{поглощенного} = 5,32 - 1,96 = 3,36 \text{ л}$ $n(CO_2) = 3,36 : 22,4 = 0,15 \text{ моль}$ $n(C) = n(CO_2) = 0,15 \text{ моль}$ $m(C) = 12 \cdot 0,15 = 1,8 \text{ г}$	<b>1 балл</b>
Количество вещества водорода:	<b>1 балл</b>

$n(H_2O) = 3,15 : 18 = 0,175$ моль $n(H) = 2n(H_2O) = 2 \cdot 0,175 = 0,35$ моль $m(H) = 1 \cdot 0,35 = 0,35$ г		
Оставшаяся смесь газов ( $N_2 + O_2$ ): $M(N_2 + O_2) = 15,43 \cdot 2 = 30,84$ г/моль $n(N_2 + O_2) = 1,96 : 22,4 = 0,0875$ моль Пусть $n(N_2) = x$ моль, а $n(O_2) = y$ моль Тогда $m(N_2) = 28x$ г, а $m(O_2) = 32y$ г $\begin{cases} x + y = 0,0875 \\ 28x + 32y = 30,86 \cdot 0,0875 \end{cases}$ $x = 0,0249375$ моль $y = 0,0625625$ моль	<b>2 балла</b>	
Количество вещества азота: $n(N) = 2n(N_2) = 2 \cdot 0,0249375 = 0,049875$ моль $m(N) = 14 \cdot 0,049875 = 0,69825$ г	<b>1 балл</b>	
Количество вещества кислорода: $m(O) = 4,45 - (1,8 + 0,35 + 0,69825) = 1,60175$ г $n(O) = 1,60175 : 16 = 0,1$ моль	<b>1 балл</b>	
$C : H : O : N = 0,15 : 0,35 : 0,1 : 0,049875 = 3 : 7 : 2 : 1$ $C_3H_7NO_2$ молекулярная формула	<b>1 балл</b>	
Нитропропан $CH_3CH_2CH_2NO_2$ $\begin{array}{c} H_3C-CH-CH_3 \\   \\ NO_2 \end{array}$	Аланин $CH_3-CH(NH_2)-COOH$	<b>1 балл (по 0,5 балла за формулу и название)</b>
<b>Итого</b>	<b>8 баллов</b>	

#### Задание 4

Непредельный углеводород **A**, при нормальных условиях представляющий собой газ, вступает в следующие превращения:



Молекулярная масса **C** составляет 60 г/моль.

- Приведите структурные формулы веществ **A** – **E** и назовите их по номенклатуре ИЮПАК.
- Составьте уравнения реакций в соответствии со схемами.
- Напишите уравнения реакций окисления вещества **A** перманганатом калия в кислой ( $H_2SO_4$ ) и щелочной (KOH) среде.

## Решение задания №4

Содержание верного ответа и указания к оцениванию	Баллы
<p>Вещество А – непредельный углеводород, значит в результате присоединения к его молекуле хлороводорода и последующего гидролиза в щелочной среде образуется одноатомный спирт.</p> <p>Молекулярная масса вещества С будет складываться из молекулярных масс радикала <math>C_nH_{2n+1}</math> и OH-группы.</p> $60 = 12n + 2n + 1 + 17$ $14n = 42$ $n = 3$ <p><math>C_3H_6</math> – вещество А</p>	<b>1,5 балла</b>
<p>Определены вещества и</p> <p>А – пропен  <math>CH_3-CH=CH_2</math></p> <p>В – 1-хлорпропан  <math>CH_3-CH_2-CH_2Cl</math></p> <p>С – пропанол-1  <math>CH_3-CH_2-CH_2OH</math></p> <p>Д – 2-хлорпропан  <math>CH_3-CH_2Cl-CH_3</math></p> <p>Е – 2,3-диметилбутан  <math>CH_3-CH(CH_3)-CH(CH_3)-CH_3</math></p>	<b>2,5 балла (по 0,5 балла за структурную формулу и название вещества)</b>
<p>Составлены уравнения реакций в соответствии со схемой:</p> $CH_2=CH-CH_3 (A) + HCl \Rightarrow ClCH_2-CH_2-CH_3 (B)$ $ClCH_2-CH_2-CH_3 + KOH \Rightarrow KCl + CH_2(OH)-CH_2-CH_3 (C)$ $CH_2(OH)-CH_2-CH_3 \Rightarrow CH_2=CH-CH_3 + H_2O$ $CH_2=CH-CH_3 + HCl \Rightarrow CH_3-CHCl-CH_3 (D)$ $2 CH_3-CHCl-CH_3 + 2Na \Rightarrow 2NaCl + CH_3-CH(CH_3)-CH(CH_3)-CH_3 (E)$	<b>5 баллов (по 1 баллу за каждое уравнение реакции)</b>
<p>Составлены уравнения реакций окисления вещества А:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- перманганатом калия в кислой (<math>H_2SO_4</math>) среде:</li> <math display="block">CH_3CH=CH_2 + 2KMnO_4 + 3H_2SO_4 \Rightarrow CH_3COOH + CO_2 + 2MnSO_4 + K_2SO_4 + 4H_2O</math> <li>- щелочной (KOH) среде:</li> <math display="block">CH_3CH=CH_2 + 2KMnO_4 + 2KOH \Rightarrow CH_3CH(OH)CH_2OH + 2K_2MnO_4</math> </ul>	<b>2 балла (по 1 баллу за каждое уравнение реакции)</b>
<b>Итого</b>	<b>11 баллов</b>

### Задание 5

Газ, полученный при обжиге 32,6 г смеси сульфида цинка и сульфида железа (II), пропустили через 181,8 мл раствора гидроксида натрия с массовой долей щелочи 12% и плотностью 1,1 г/мл, в результате чего было получено 200 мл раствора с молярной концентрацией кислой соли 0,5 моль/л. Определите массовые доли сульфидов в исходной смеси.

### Решение задания № 5

Содержание верного ответа и указания к оцениванию	Баллы
<p>Уравнения реакций:</p> <p>(1) <math>2\text{ZnS} + 3\text{O}_2 = 2\text{ZnO} + 2\text{SO}_2</math></p> <p>(2) <math>4\text{FeS} + 7\text{O}_2 = 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 4\text{SO}_2</math></p> <p>(3) <math>\text{SO}_2 + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} + [\text{SO}_2]</math></p> <p>(4) <math>\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{NaHSO}_3 + [\text{Na}_2\text{SO}_3]</math></p>	<b>2 балла</b> (по 0,5 балла за уравнение реакции с коэффициентами)
<p>Пусть <math>n(\text{ZnS}) = x</math> моль, а <math>n(\text{FeS}) = y</math> моль,</p> <p>Тогда <math>m(\text{ZnS}) = 97x</math> моль, а <math>m(\text{FeS}) = 88y</math> моль</p> $97x + 88y = 32,6$	<b>1 балл</b>
<p>Расчет по <math>\text{NaOH}</math>:</p> <p><math>m_{\text{р-па}}(\text{NaOH}) = 181,8 \cdot 1,1 = 199,98</math> г</p> <p><math>m(\text{NaOH}) = 199,98 \cdot 0,12 = 24</math> г</p> <p><math>n(\text{NaOH}) = \frac{24}{40} = 0,6</math> моль</p>	<b>1 балл</b>
<p>По уравнениям 1 и 2:</p> <p>(1) <math>n(\text{SO}_2) = n(\text{ZnS}) = x</math> моль</p> <p>(2) <math>n(\text{SO}_2) = n(\text{FeS}) = y</math> моль</p> <p><math>n(\text{SO}_2)_{\text{было}} = x + y</math> (моль)</p>	<b>1 балл</b>
<p>По уравнениям 3 и 4:</p> <p>(3) <math>n(\text{SO}_2)_{\text{прореагир}} = \frac{1}{2} n(\text{NaOH}) = \frac{1}{2} \cdot 0,6 = 0,3</math> моль</p> <p><math>n(\text{SO}_2)_{\text{осталось}} = x + y - 0,3</math> (моль)</p> <p><math>n(\text{Na}_2\text{SO}_3)_{\text{образ}} = n(\text{SO}_2) = 0,3</math> моль</p> <p>(4) <math>n(\text{SO}_2)_{\text{прореагир}} = n(\text{Na}_2\text{SO}_3)_{\text{прореагир}} = x + y - 0,3</math> (моль)</p> <p><math>n(\text{NaHSO}_3)_{\text{образ}} = 2 n(\text{SO}_2) = 2x + 2y - 0,6</math> (моль)</p>	<b>1 балл</b>
<p>Количество вещества <math>\text{NaHSO}_3</math>:</p> <p><math>n(\text{NaHSO}_3) = 0,2 \cdot 0,5 = 0,1</math> моль</p> <p><math>2x + 2y - 0,6 = 0,1</math></p> <p>Система уравнений:</p> <p><math>\begin{cases} 2x + 2y - 0,6 = 0,1 \\ 97x + 88y = 32,6 \end{cases}</math></p> <p><math>x = 0,2</math> моль</p> <p><math>y = 0,15</math> моль</p>	<b>1 балл</b>
<p>Массовые доли сульфидов в исходной смеси:</p> <p><math>m(\text{ZnS}) = 97 \cdot 0,2 = 19,4</math> г</p> <p><math>\omega(\text{ZnS}) = \frac{19,4}{32,6} \cdot 100\% = 59,51\%</math></p>	<b>1 балл</b>

$m(\text{FeS}) = 88 \cdot 0,15 = 13,2 \text{ г}$ $\omega(\text{ZnS}) = \frac{13,2}{32,6} \cdot 100\% = 40,49\%$	
<b>Итого</b>	<b>8 баллов</b>

### Задание 6 (реальный эксперимент)

В четырех пробирках без этикеток находятся водные растворы: хлорида железа (III), хлорида меди (II), хлорида железа (II), хлорида бария, хлорида никеля (II). С помощью одного реагента определите, какое вещество находится в каждой пробирке. Укажите признаки, по которым Вы провели идентификацию. Приведите уравнения реакций в молекулярном и сокращенном ионном виде.

### Решение задания № 6

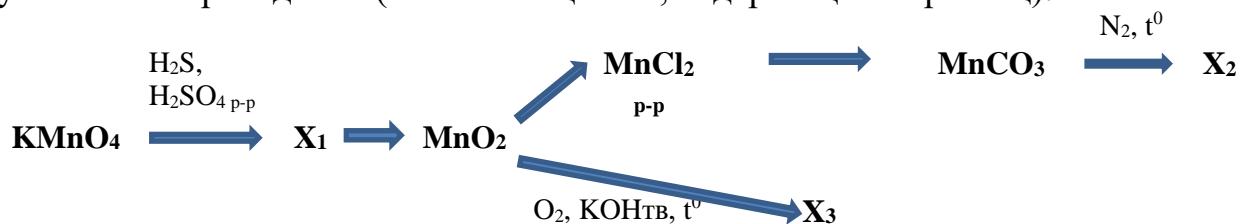
<b>Содержание верного ответа и указания к оцениванию</b>						<b>Баллы</b>																		
Выбор реагента: $\text{NaOH}$						<b>1 балл (по 0,2 балла за каждый признак) + 0,5 балла за выбор вещества</b>																		
Признаки реакций:																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Вещества</th> <th><math>\text{FeCl}_3</math></th> <th><math>\text{CuCl}_2</math></th> <th><math>\text{FeCl}_2</math></th> <th><math>\text{BaCl}_2</math></th> <th><math>\text{NiCl}_2</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><math>\text{NaOH}</math></td> <td>+</td> <td>+</td> <td>+</td> <td>-</td> <td>+</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Осадок бурого цвета</td> <td>Голубой студенистый осадок</td> <td>Осадок серо-зеленого цвета</td> <td>Нет видимых изменений</td> <td>Осадок зеленого цвета</td> </tr> </tbody> </table>						Вещества	$\text{FeCl}_3$	$\text{CuCl}_2$	$\text{FeCl}_2$	$\text{BaCl}_2$	$\text{NiCl}_2$	$\text{NaOH}$	+	+	+	-	+		Осадок бурого цвета	Голубой студенистый осадок	Осадок серо-зеленого цвета	Нет видимых изменений	Осадок зеленого цвета	
Вещества	$\text{FeCl}_3$	$\text{CuCl}_2$	$\text{FeCl}_2$	$\text{BaCl}_2$	$\text{NiCl}_2$																			
$\text{NaOH}$	+	+	+	-	+																			
	Осадок бурого цвета	Голубой студенистый осадок	Осадок серо-зеленого цвета	Нет видимых изменений	Осадок зеленого цвета																			
Вещества в пробирках определены верно						<b>2,5 балла (по 0,5 балла за вещество)</b>																		
<u>Уравнения реакций:</u> 1). $\text{FeCl}_3 + 3\text{NaOH} = \text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{NaCl}$ $\text{Fe}^{3+} + 3\text{OH}^- = \text{Fe}(\text{OH})_3$ 2). $\text{FeCl}_2 + 2\text{NaOH} = \text{Fe}(\text{OH})_2 + 2\text{NaCl}$ $\text{Fe}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{Fe}(\text{OH})_2$ 3). $\text{CuCl}_2 + 2\text{NaOH} = \text{Cu}(\text{OH})_2 + 2\text{NaCl}$ $\text{Cu}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{Cu}(\text{OH})_2$ 4). $\text{NiCl}_2 + 2\text{NaOH} = \text{Ni}(\text{OH})_2 + 2\text{NaCl}$ $\text{Ni}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{Ni}(\text{OH})_2$						<b>4 баллов (по 0,5 балла за молекулярное и сокращенное ионное уравнение)</b>																		
<b>Итого</b>						<b>8 баллов</b>																		

**Итого:  $11 + 7 + 8 + 11 + 8 + 8 = 53$  балла**

**Всероссийская олимпиада школьников по химии**  
**Муниципальный этап**  
**11 класс**

## Задание 1.

Напишите уравнения реакций приведенных ниже превращений и укажите условия их проведения (все X – вещества, содержащие марганец).

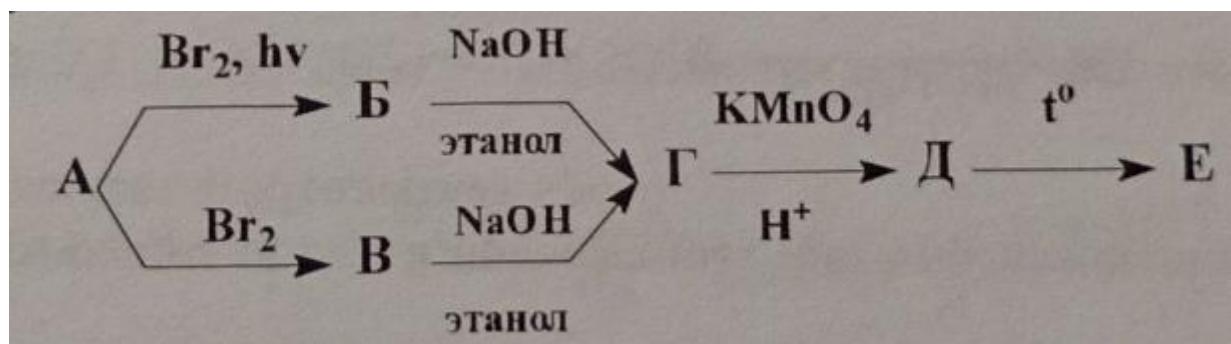


## Задание 2.

Смесь массой 42,9 г, содержащую алюминий, медь, серебро и неизвестный металл, обработали избытком раствора гидроксида натрия и получили 10,08 л газа (н.у.). Нерастворившийся остаток отделили и обработали соляной кислотой, при этом выделилось 3,36 л газа (н.у.). При последующем нагревании с концентрированной азотной кислотой твердый остаток полностью растворился, а для поглощения выделившегося бурого газа потребовалось 500 мл 1М раствора KOH. При добавлении избытка раствора хлорида калия к полученному азотнокислому раствору выпало 28,7 г осадка. Определите металл, рассчитайте массовые доли компонентов исходной смеси.

### Задание 3.

Расшифруйте схему превращений, если известно, что соединение А – циклоалкен, а массовая доля брома в соединении В больше массовой доли брома в соединении Б в 1,3306 раза. Приведите уравнения протекающих реакций, указывая структурные формулы соединений.



#### **Задание 4.**

52,8 г смеси трех изомерных насыщенных сложных эфиров обработали 204,3 мл раствора гидроксида натрия с массовой долей щелочи 15% и плотностью 1,175 г/мл. После завершения реакций массовые доли щелочи и соли кислоты с наименьшей молярной массой в полученном растворе составили 4,1% и 5,806% соответственно, а суммарная массовая доля спиртов – 9,187%. Определите качественный и количественный (количество вещества) состав исходной смеси эфиров.

#### **Задание 5.**

Соль **А** имеет широкий спектр применения: от пищевой промышленности как добавка для мясных продуктов с целью сохранения цвета мяса и улучшения его текстуры до сельского хозяйства в качестве гербицида. Вещество **А** можно получить при электролизе раствора соли **Б** в отсеке с неразделенным катодным и анодным пространствами. (1) При реакции с нитратом серебра раствор соли **Б** даёт белый творожистый осадок. (2) При термическом разложении соли **А** обязательно образуется соль **Б**, кроме этого, могут получиться соль **В** и газ **Г**. (3) В определённых условиях можно добиться образования только соли **Б** и газа **Г** при разложении вещества **А**. (4) Соль **А** является сильным окислителем, она легко окисляет серу и фосфор (5 и 6), что делает ее важным компонентом в производстве пиротехнических изделий, взрывчатых веществ и петард. Реакция вещества **А** с щавелевой кислотой является одним из способов получения бинарного соединения **Д** с массовой долей кислорода 47,4 % (7).

Определите вещества **А**–**Д**, напишите уравнения всех реакций, укажите условия их протекания. Какой ещё способ получения соли **А** Вы знаете?

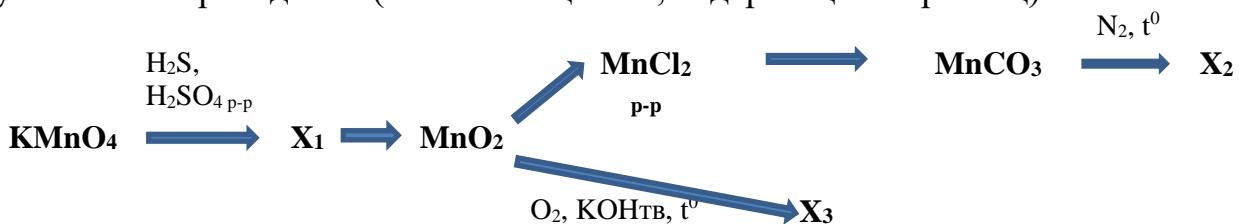
#### **Задание 6 (эксперимент).**

В четырех пробирках без этикеток находятся водные растворы: серной кислоты, карбоната натрия, сульфата калия и хлорида бария. Не используя других реагентов, определите, какое вещество находится в каждой пробирке. Укажите признаки, по которым Вы провели идентификацию. Приведите уравнения реакций в молекулярном и сокращенном ионном виде.

**Всероссийская олимпиада школьников по химии**  
**Муниципальный этап (решение)**  
**11 класс**

## Задание 1

Напишите уравнения реакций приведенных ниже превращений и укажите условия их проведения (все X – вещества, содержащие марганец)



## Решение задания № 1

Содержание верного ответа и указания к оцениванию	Баллы
<u>Возможные уравнения реакций:</u>	<b>6 баллов</b>
1) $2\text{KMnO}_4 + 5\text{H}_2\text{S} + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \Rightarrow 2\text{MnSO}_4 + 5\text{S} + \text{K}_2\text{SO}_4 + 8\text{H}_2\text{O}$	
2) $3\text{MnSO}_4 + 2\text{KMnO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \Rightarrow 5\text{MnO}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{SO}_4$	
или	
$\text{MnSO}_4 + \text{Cl}_2 + 4\text{KOH}_{(p-p)} \Rightarrow \text{MnO}_2 + 2\text{KCl} + \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$	
3) $\text{MnO}_2 + 4\text{HCl}(\text{конц}) \Rightarrow \text{MnCl}_{2(p-p)} + \text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	
4) $\text{MnCl}_{2(p-p)} + 2\text{NaHCO}_{3(p-p)} \Rightarrow \text{MnCO}_3 + 2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$	
(Раствор $\text{Na}_2\text{CO}_3$ не подходит для этой реакции, так как будет выпадать основной карбонат марганца)	
5) $\text{MnCO}_3 \Rightarrow \text{MnO} + \text{CO}_2$	
6) $2\text{MnO}_2 + \text{O}_2 + 4\text{KOH}_{\text{тв}} \Rightarrow 2\text{K}_2\text{MnO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ (сплавление)	
$\text{X}_1 - \text{MnSO}_4$	
$\text{X}_2 - \text{MnO}$	
$\text{X}_3 - \text{K}_2\text{MnO}_4$	
<b>Итого</b>	<b>6 баллов</b>

## Задание 2

Смесь массой 42,9 г, содержащую алюминий, медь, серебро и неизвестный металл, обработали избытком раствора гидроксида натрия и получили 10,08 л газа (н.у.). Нерастворившийся остаток отделили и обработали соляной кислотой, при этом выделилось 3,36 л газа (н.у.). При последующем нагревании с концентрированной азотной кислотой твердый остаток полностью растворился, а для поглощения выделившегося бурого газа потребовалось 500мл 1М раствора КОН. При добавлении избытка раствора хлорида калия к полученному азотнокислому раствору выпало 28,7 г осадка. Определите металл, рассчитайте массовые доли компонентов исходной смеси.

## Решение задания № 2

Содержание верного ответа и указания к оцениванию	Баллы
<p><u>Уравнения реакций:</u></p> <p>(1) <math>2\text{Al} + 2\text{NaOH} + 6\text{H}_2\text{O} = 2\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4] + 3\text{H}_2</math>  (2) <math>\text{Cu} + 4\text{HNO}_3 = \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}</math>  (3) <math>\text{Ag} + 2\text{HNO}_3 = \text{AgNO}_3 + \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}</math>  (4) <math>2\text{NO}_2 + 2\text{KOH} = \text{KNO}_2 + \text{KNO}_3 + \text{H}_2\text{O}</math>  (5) <math>\text{AgNO}_3 + \text{KCl} = \text{AgCl} + \text{KNO}_3</math>  (6) <math>\text{X} + \text{nHCl} = \text{XCl}_n + 0,5\text{nH}_2</math></p>	<p><b>3 балла</b> (по 0,5 балла за уравнение реакции/схему с коэффициентами)</p>
<p>Расчет по реакции (1):</p> $n(\text{H}_2) = \frac{10,08\text{л}}{22,4\text{л}} = 0,45 \text{ моль}$ $n(\text{Al}) = \frac{2}{3} n(\text{H}_2) = \frac{2}{3} \cdot 0,45 = 0,3 \text{ моль}$ $m(\text{Al}) = 0,3 \text{ моль} \cdot 27 \text{ г/моль} = 8,1 \text{ г}$	<p><b>1 балл</b></p>
<p>Расчет по реакциям (2-4):</p> <p>Пусть <math>n(\text{Cu}) = x</math> моль, а <math>n(\text{Ag}) = y</math> моль</p> <p>Тогда <math>n(\text{NO}_2) = 2x</math> моль (2), а <math>n(\text{NO}_2) = y</math> моль (3)</p> <p>Для полного поглощения выделившегося оксида азота (IV) потребовалось щелочи:</p> $n(\text{KOH}) = 0,5 \cdot 1 = 0,5 \text{ моль}$ <p>Поэтому (4): <math>2x + y = 0,5</math></p>	<p><b>1 балл</b></p>
<p>Расчет массы серебра по реакциям (5 и 3):</p> $n(\text{AgCl}) = \frac{28,7}{143,5} = 0,2 \text{ моль}$ $n(\text{Ag}) = n(\text{AgCl}) = 0,2 \text{ моль}$ $m(\text{Ag}) = 0,2 \cdot 108 = 21,6 \text{ г}$	<p><b>1 балл</b></p>
<p>Расчет массы меди:</p> $2x + 0,2 = 0,5$ $x = 0,15 \text{ моль}$ $m(\text{Cu}) = 0,15 \cdot 64 = 9,6 \text{ г}$	<p><b>1 балл</b></p>
<p>Расчет по металлу X:</p> $m(\text{X}) = 42,9 - 9,6 - 21,6 - 8,1 = 3,6 \text{ г}$ <p>По схеме (6):</p> $n(\text{H}_2) = \frac{3,36}{22,4} = 0,15 \text{ моль}$ <p>Предположим, что металл одновалентный (<math>n=1</math>)</p> <p>Тогда <math>M(\text{X}) = \frac{3,6}{0,15} = 24 \text{ г/моль}</math> (такого металла нет)</p> <p>Предположим, что металл двухвалентный (<math>n=2</math>)</p> <p>Тогда <math>M(\text{X}) = \frac{3,6}{0,15} = 24 \text{ г/моль}</math> (это магний)</p> $m(\text{Mg}) = 3,6 \text{ г}$	<p><b>2 балла</b></p>
<p>Расчет массовых долей металлов в смеси:</p> $\omega(\text{Al}) = \frac{8,1}{42,9} \cdot 100\% = 18,88\%$	<p><b>1 балл</b></p>

$$\omega(\text{Cu}) = \frac{9,6}{42,9} \cdot 100\% = 22,38\%$$

$$\omega(\text{Ag}) = \frac{21,6}{42,9} \cdot 100\% = 50,35\%$$

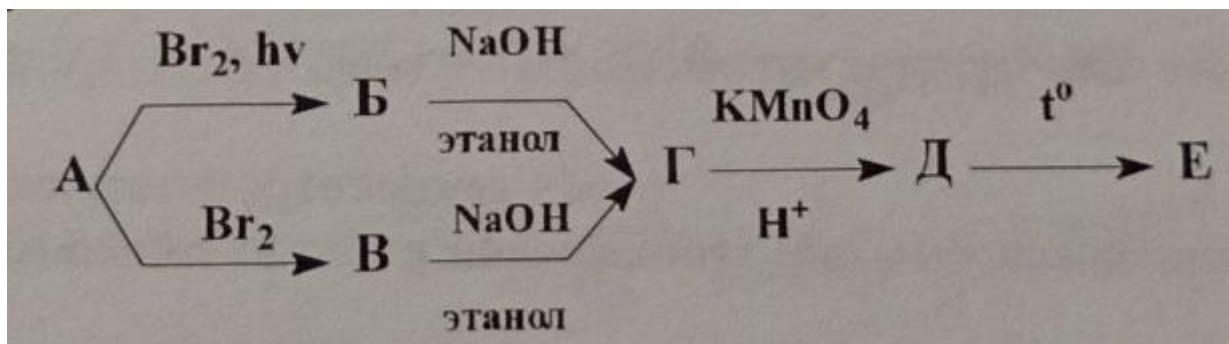
$$\omega(\text{Mg}) = \frac{3,6}{42,9} \cdot 100\% = 8,39\%$$

**Итого**

**10 баллов**

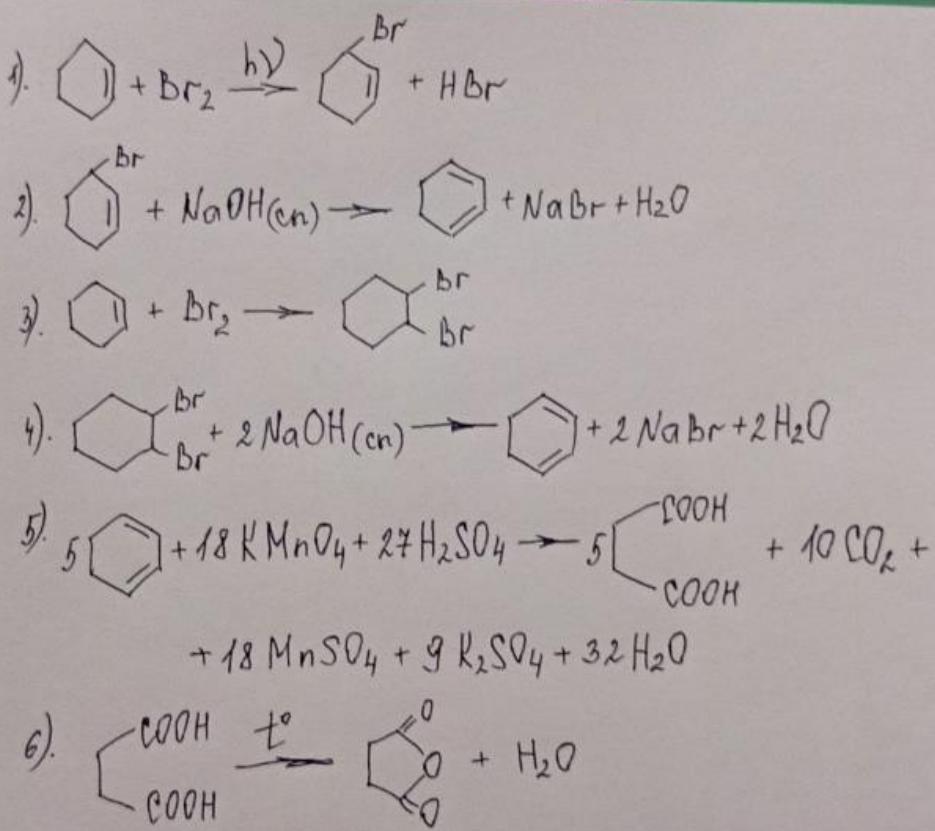
### Задание 3

Расшифруйте схему превращений, если известно, что соединение А – циклоалкен, а массовая доля брома в соединении В больше массовой доли брома в соединении Б в 1,3306 раза. Приведите уравнения протекающих реакций, указывая структурные формулы соединений.



### Решение задания № 3

Содержание верного ответа и указания к оцениванию	Баллы
Исходя из условий, обозначенных в схеме, можно предположить, что соединение Б – это продукт замещения водорода на бром, а соединение В – это продукт присоединения брома по кратной связи.	<b>1 балл</b>
Расчет формулы вещества: Массовая доля брома в соединении В: $\frac{2 \cdot 80}{CnH2n - 2 + 160}$	<b>1 балл</b>
Массовая доля брома в соединении Б: $\frac{80}{CnH2n - 3 + 80}$	
По условию: $\frac{2 \cdot 80}{CnH2n - 2 + 160} : \frac{80}{CnH2n - 3 + 80} = 1,3306$	
$n = 6$ Циклоалкен – $C_6H_{10}$	
<b>Уравнения реакций:</b>	



**6 баллов**  
(по 1 баллу  
за каждое  
уравнение  
реакции с  
коэф-ми)

**Итого**

**8 баллов**

#### Задание 4

52,8 г смеси трех изомерных насыщенных сложных эфиров обработали 204,3 мл раствора гидроксида натрия с массовой долей щелочи 15% и плотностью 1,175 г/мл. После завершения реакций массовые доли щелочи и соли кислоты с наименьшей молярной массой в полученном растворе составили 4,1% и 5,806% соответственно, а суммарная массовая доля спиртов – 9,187%. Определите качественный и количественный (количество вещества) состав исходной смеси эфиров.

#### Решение задания № 4

Содержание верного ответа и указания к оцениванию	Баллы
Общая формула насыщенного сложного эфира: $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{COOC}_m\text{H}_{2m+1}$	1 балл
Схема щелочного гидролиза: $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{COOC}_m\text{H}_{2m+1} + \text{NaOH} \Rightarrow \text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{COONa} + \text{C}_m\text{H}_{2m+1}\text{OH}$	
$m(\text{р-ра NaOH}) = 204,3 \cdot 1,175 = 240 \text{ г}$ $n(\text{NaOH}) = 240 \cdot 0,15 : 40 = 0,9 \text{ моль}$ $m(\text{конеч. р-ра}) = 52,8 + 240 = 292,8 \text{ г}$ $m(\text{непропреаг. NaOH}) = 292,8 \cdot 0,041 : 40 = 0,3 \text{ моль}$	1 балл
$n(\text{слож.эфиров}) = n(\text{пропреагир. NaOH}) = 0,9 - 0,3 = 0,6 \text{ моль}$ $M(\text{слож.эфиров}) = 52,8 : 0,6 = 88 \text{ г/моль}$ $14n + 14m + 46 = 88$ $n + m = 3$	2 балла

$n = 0, m = 3: \text{HCOOC}_3\text{H}_7$ $n = 1, m = 2: \text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$ $n = 2, m = 1: \text{C}_2\text{H}_5\text{COOCH}_3$	
$m(\text{HCOONa}) = 292,8 \cdot 0,05806 = 17 \text{ г}$ $n(\text{HCOONa}) = 17 : 68 = 0,25 \text{ моль}$ $m(\text{спиртов}) = 292,8 \cdot 0,09187 = 26,9 \text{ г}$	<b>1 балл</b>
$m(\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}) = 0,25 \cdot 60 = 15 \text{ г}$ Пусть $n(\text{CH}_3\text{OH}) - x \text{ моль}$ , а $n(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) - y \text{ моль}$ Тогда $m(\text{CH}_3\text{OH}) - 32x \text{ г}$ , а $m(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) - 46y \text{ г}$ $\begin{cases} x + y = 0,6 - 0,25 = 0,35 \\ 32x + 46y = 26,9 - 15 = 11,9 \end{cases}$ $y = 0,05 \text{ моль}$ $x = 0,3 \text{ моль}$ $n(\text{HCOOC}_3\text{H}_7) = 0,25 \text{ моль}$ $n(\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5) = 0,05 \text{ моль}$ $n(\text{C}_2\text{H}_5\text{COOCH}_3) = 0,3 \text{ моль}$	<b>2 балла</b>
Итого	<b>7 баллов</b>

### Задание 5

Соль **А** имеет широкий спектр применения: от пищевой промышленности как добавка для мясных продуктов с целью сохранения цвета мяса и улучшения его текстуры до сельского хозяйства в качестве гербицида. Вещество **А** можно получить при электролизе раствора соли **Б** в отсеке с неразделенным катодным и анодным пространствами. (1) При реакции с нитратом серебра раствор соли **Б** даёт белый творожистый осадок. (2) При термическом разложении соли **А** обязательно образуется соль **Б**, кроме этого, могут получиться соль **В** и газ **Г**. (3) В определённых условиях можно добиться образования только соли **Б** и газа **Г** при разложении вещества **А**. (4) Соль **А** является сильным окислителем, она легко окисляет серу и фосфор (5 и 6), что делает ее важным компонентом в производстве пиротехнических изделий, взрывчатых веществ и петард. Реакция вещества **А** с щавелевой кислотой является одним из способов получения бинарного соединения **Д** с массовой долей кислорода 47,4 % (реакция 7).

Определите вещества **А**–**Д**, напишите уравнения всех реакций, укажите условия их протекания. Какой ещё способ получения соли **А** Вы знаете?

### Решение задания № 5

Содержание верного ответа и указания к оцениванию	Баллы
<p><b>Определены вещества:</b></p> <p>Из условий задачи следует, что соль <b>А</b> содержит хлор</p> <p><b>А</b> – <math>\text{KClO}_3</math></p> <p><b>Б</b> – <math>\text{KCl}</math></p> <p><b>В</b> – <math>\text{KClO}_4</math></p> <p><b>Г</b> – <math>\text{O}_2</math></p> <p><b>Д</b> – <math>\text{ClO}_2</math></p>	<b>2,5 балла</b> (по 0,5 балла за формулу)

<p><b>Уравнения реакций:</b></p> <p>(1) <math>\text{KCl} + 3\text{H}_2\text{O}</math> (эл. ток.) = <math>\text{KClO}_3 + 3\text{H}_2</math> (без диафрагмы выделяющийся при электролизе раствора хлор реагирует с гидроксидом калия)</p> <p>(2) <math>\text{KCl} + \text{AgNO}_3 = \text{AgCl} + \text{KNO}_3</math></p> <p>(3) <math>4\text{KClO}_3 = 3\text{KClO}_4 + \text{KCl}</math> (без катализатора)</p> <p>(4) <math>2\text{KClO}_3 = 2\text{KCl} + 3\text{O}_2</math> (катализатор – оксид марганца (IV))</p> <p>(5) <math>3\text{S} + 2\text{KClO}_3 = 2\text{KCl} + 3\text{SO}_2</math></p> <p>(6) <math>6\text{P} + 5\text{KClO}_3 = 5\text{KCl} + 3\text{P}_2\text{O}_5</math></p> <p>(7) <math>\text{HO} \begin{matrix} \text{O} \\ \diagup \\ \text{C} \\ \diagdown \\ \text{O} \end{matrix} \text{OH} + 2\text{KClO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{ClO}_2 \uparrow + 2\text{CO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}</math></p>	<p><b>7 баллов</b> (по 1 баллу за уравнение реакции с коэф-ми)</p>
<p>Дополнительный способ получения <math>\text{KClO}_3</math> - реакция горячего раствора <math>\text{KOH}</math> с <math>\text{Cl}_2</math></p> $6\text{KOH} + 3\text{Cl}_2 = 5\text{KCl} + \text{KClO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$	<p><b>1 балл</b></p>
<p>Расчет состава вещества <math>\text{D}</math>:</p> $\text{Cl} : \text{O} = \frac{52,6}{35,5} : \frac{47,4}{16} = 1,4817 : 2,9625 = 1 : 2$ $\text{ClO}_2$	<p><b>0,5 балла</b></p>
<p><b>Итого</b></p>	<p><b>11 баллов</b></p>

### Задание 6 (эксперимент)

В четырех пробирках без этикеток находятся водные растворы: серной кислоты, карбоната натрия, сульфата калия и хлорида бария. Не используя других реагентов, определите, какое вещество находится в каждой пробирке. Укажите признаки, по которым Вы провели идентификацию. Приведите уравнения реакций в молекулярном и сокращенном ионном виде.

### Решение задания № 6

Содержание верного ответа и указания к оцениванию					Баллы																																													
<p>Признаки реакций:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Вещества</th> <th><math>\text{H}_2\text{SO}_4</math></th> <th><math>\text{Na}_2\text{CO}_3</math></th> <th><math>\text{K}_2\text{SO}_4</math></th> <th><math>\text{BaCl}_2</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><math>\text{H}_2\text{SO}_4</math></td> <td>x</td> <td>+</td> <td>-</td> <td>+</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>газ без цвета и запаха</td> <td></td> <td>осадок белый, нерастворимый в кислотах</td> </tr> <tr> <td><math>\text{Na}_2\text{CO}_3</math></td> <td>+</td> <td>x</td> <td>-</td> <td>+</td> </tr> <tr> <td></td> <td>газ без цвета и запаха</td> <td></td> <td></td> <td>осадок белый, растворимый в кислотах</td> </tr> <tr> <td><math>\text{K}_2\text{SO}_4</math></td> <td>-</td> <td>-</td> <td>x</td> <td>+</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>осадок белый, нерастворимый в кислотах</td> </tr> <tr> <td><math>\text{BaCl}_2</math></td> <td>+</td> <td>+</td> <td>+</td> <td>x</td> </tr> <tr> <td></td> <td>осадок белый, нерастворимый в кислотах</td> <td>осадок белый, растворимый в кислотах</td> <td>осадок белый, нерастворимый в кислотах</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					Вещества	$\text{H}_2\text{SO}_4$	$\text{Na}_2\text{CO}_3$	$\text{K}_2\text{SO}_4$	$\text{BaCl}_2$	$\text{H}_2\text{SO}_4$	x	+	-	+			газ без цвета и запаха		осадок белый, нерастворимый в кислотах	$\text{Na}_2\text{CO}_3$	+	x	-	+		газ без цвета и запаха			осадок белый, растворимый в кислотах	$\text{K}_2\text{SO}_4$	-	-	x	+					осадок белый, нерастворимый в кислотах	$\text{BaCl}_2$	+	+	+	x		осадок белый, нерастворимый в кислотах	осадок белый, растворимый в кислотах	осадок белый, нерастворимый в кислотах		1 балл (по 0,25 балла за каждый признак)
Вещества	$\text{H}_2\text{SO}_4$	$\text{Na}_2\text{CO}_3$	$\text{K}_2\text{SO}_4$	$\text{BaCl}_2$																																														
$\text{H}_2\text{SO}_4$	x	+	-	+																																														
		газ без цвета и запаха		осадок белый, нерастворимый в кислотах																																														
$\text{Na}_2\text{CO}_3$	+	x	-	+																																														
	газ без цвета и запаха			осадок белый, растворимый в кислотах																																														
$\text{K}_2\text{SO}_4$	-	-	x	+																																														
				осадок белый, нерастворимый в кислотах																																														
$\text{BaCl}_2$	+	+	+	x																																														
	осадок белый, нерастворимый в кислотах	осадок белый, растворимый в кислотах	осадок белый, нерастворимый в кислотах																																															
<p>Вещества в пробирках определены верно</p>					2 балла (по 0,5 балла за																																													

	вещество)
<u>Уравнения реакций:</u> 1). $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ $2\text{H}^+ + \text{CO}_3^{2-} = \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ 2). $\text{BaCl}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{BaSO}_4 + 2\text{HCl}$ $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4$ 3). $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{BaCl}_2 = \text{BaCO}_3 + 2\text{NaCl}$ $\text{CO}_3^{2-} + \text{Ba}^{2+} = \text{BaCO}_3$ 4). $\text{K}_2\text{SO}_4 + \text{BaCl}_2 = \text{BaSO}_4 + 2\text{KCl}$ $\text{SO}_4^{2-} + \text{Ba}^{2+} = \text{BaSO}_4$	<b>4 баллов</b> (по 0,5 балла за молекулярное и сокращенное ионное уравнение)
<b>Итого</b>	<b>7 баллов</b>

**Всего:  $6 + 10 + 8 + 7 + 11 + 7 = 49$  баллов**