

Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение  
«Ровенская средняя общеобразовательная школа №2  
Ровенского района Белгородской области»

<p>«Рассмотрена» Руководитель МО учителей среднего общего образования МБОУ «Ровенская средняя общеобразовательная школа №2» Становская С.В. Протокол № 1 от 30 августа 2021 г.</p>	<p>«Согласована» Заместитель директора МБОУ «Ровенская средняя общеобразовательная школа №2» Макарова Т.А. 30 августа 2021 г.</p>	<p>«Утверждена» Приказ МБОУ «Ровенская средняя общеобразовательная школа №2» от 30 августа 2021 г. №327 Волочасва М.В.</p> 
--	---	---

Рабочая программа  
по элективному курсу  
«Сложные задачи по химии»  
среднего общего образования  
11 классы  
Срок реализации 1 год

2021 год

## Пояснительная записка.

Решение задач в школьном химическом образовании занимает важнейшее место, так как это один из приемов обучения, посредством которого обеспечивается более глубокое и полное усвоение учебного материала по химии и вырабатывается умение самостоятельного применения приобретенных знаний.

Для успешного участия в олимпиадах по химии учащимся необходимо усвоение теоретического материала школьного курса и умения решать задачи как типовые, так и повышенной сложности.

Решение задач по химии является далеко не простым делом, поскольку требует не только знаний по химии, но и определенного уровня подготовки по физике и математике, т.е. предполагает умение использовать те или иные формулы, их преобразование, производить математические вычисления, определять алгоритм решения, рассуждать логично. Насыщенность же школьной программы теоретическими вопросами не позволяет преподавателю уделять много времени навыкам решения задач во время основного урока.

Программа элективного курса «Сложные вопросы химии», ориентированного на учащихся, проявляющих интерес к изучению химии. Данный курс рассчитан на 17 часов и направлен на формирование навыков решения задач различного уровня сложности. Задачи в данном курсе сгруппированы по типам. Предполагаемые задания охватывают все основные разделы, которые предусмотрены программой курса химии средней школы. В каждом разделе приводятся необходимые теоретические сведения и рассматриваются различные способы задач: способы с использованием физических величин, способы составления пропорций и алгебраических уравнений и др. Учащимся предлагаются задачи комбинированного характера, сочетающих в себе несколько алгоритмов решения. В содержании курса предусмотрено знакомство с тестовыми заданиями.

Рассмотренные способы решения задач не являются единственно возможными. Учащиеся самостоятельно определяют способ решения – главное, чтобы решение было рациональным и логически последовательным.

**Формы организации занятий:** лекции с изучением теоретического материала, составлением алгоритмов, опорных конспектов; практикум по решению задач в группах, в парах; индивидуальные домашние проверочные работы; творческие задания. Лабораторные занятия с проведением химического эксперимента не предусмотрены. На заключительных занятиях планируется проводить контрольные работы, защиты творческих работ.

### **Цели курса:**

- формирование интеллектуальных и практических умений, позволяющих решать задачи различного уровня сложности, соответствующих требованиям ЕГЭ;
- ориентирование учащихся в выборе естественнонаучного профиля для дальнейшего обучения.

### **Задачи курса:**

- углублять, расширять и систематизировать знания учащихся по химии;
- развивать умение мыслить логически, применять знания в нестандартной ситуации, самостоятельно составлять задачи;
- формировать учебно-коммуникативные умения с помощью решения задач;
- воспитывать трудолюбие, целеустремленность, упорство в достижении поставленной цели;
- предоставить учащимся возможности проанализировать свои способности в области изучения химии, чтобы избежать ошибки при выборе профиля обучения по окончании школы.

### **Формами отчетности** по изучению данного элективного курса будут являться:

- конкурс (количество) числа решенных задач;
- составление авторских задач учащихся по темам (с решениями);
- домашние проверочные работы;
- итоговые контрольные работы.

Итоги подводятся в виде семинарских занятий, на которых учащиеся обсуждают результаты домашних творческих заданий и контрольных работ.

### После изучения данного элективного курса учащиеся должны **знать (понимать)**:

- общие свойства классов неорганических и органических соединений, металлов и неметаллов;
- способы получения важнейших неорганических и органических веществ;
- основные теории химии: химической связи, электролитической диссоциации, строения органических соединений А. М. Бутлерова;
- основные законы химии: сохранения массы веществ, периодический закон Д. И. Менделеева, закон Авогадро, закон Гесса, объединенный закон Гей-Люссака и Бойля-Мариотта.

Уметь:

- **определять:** валентность и степень окисления химических элементов, заряд иона, окислитель и восстановитель, характер среды в водных растворах химических соединений;
- **объяснять:** зависимость свойств веществ от их состава и строения, зависимость скорости химической реакции и положения химического равновесия от различных факторов, влияния рН среды на характер протекания ОВР;
- **составлять:** уравнения химических реакций различных типов, подтверждающих свойства химических соединений, их генетическую связь; полные и сокращенные ионные уравнения реакций обмена; уравнения электролиза расплавов и растворов; уравнения гидролиза солей; уравнения окислительно-восстановительных реакций;
- **проводить вычисления:**
  - а) массы одного из продуктов реакции, по массе исходного вещества, содержащего примеси;
  - б) массы одного из продуктов реакции по массе раствора, содержащего определенную массовую долю растворенного вещества;
  - в) массовой или объемной доли выхода продукта реакции от теоретически возможного;
  - г) массовой или объемной доли соединений в смеси;
  - д) массы (объема) продукта реакции по массе двух веществ, участвующих в реакции, одно из которых взято в избытке;
  - е) молекулярной формулы вещества по его плотности, по массовой доле элементов, по продуктам сгорания, по общей формуле гомологического ряда класса веществ;
  - ж) скорости химической реакции;
  - з) массы (объема) вещества, выделившегося при электролизе;
  - и) концентрации раствора различными способами;
  - к) теплового эффекта реакции;
  - л) содержания массы (объема) компонентов смеси с помощью составления алгебраических уравнений с несколькими неизвестными.

### **Содержание курса**

#### **Раздел 1. Задачи на погружение металлической пластинки в раствор соли (1 ч.)**

*Электрохимический ряд напряжений металлов. Восстановительная способность металлов в растворах солей. Решение задач на вычисление массы металла, перешедшего в раствор соли или выделившегося на металлической пластинке в результате реакции.*

#### **Раздел 2. Классификация химических реакций и закономерности их протекания (9 ч.)**

*Тепловой эффект химической реакции. Термохимические уравнения. Экзо- и эндотермические реакции. Стандартные условия (температура, давление) протекания реакции. Стандартная энтальпия образования веществ. Закон Гесса и следствие из него. Вычисления по термохимическим уравнениям количества теплоты, теплового эффекта на основе составления пропорций. Вычисление теплового эффекта реакций с использованием стандартных энтальпий образования веществ, следствия из закона Гесса. Скорость химических реакций. Гомогенные и гетерогенные реакции. Правила Вант-Гоффа. Закон действующих масс. Катализ. Решение задач на определение зависимости скорости химической реакции от температуры, концентрации реагирующих веществ. Обратимые и необратимые реакции. Химическое равновесие. Смещение химического равновесия. Принцип Ле Шателье. Определение влияния внешних факторов (давления, температуры, концентрации) на смещение химического равновесия. Электролитическая диссоциация. Сильные и слабые электролиты. Правила составления ионных уравнений. Условия необратимого протекания реакций обмена в растворах электролитов. Упражнения в составлении ионных уравнений реакций обмена. Гидролиз солей различного типа. Правила составления ионных уравнений реакций гидролиза солей. Изменение рН среды в растворах солей в результате гидролиза. Упражнения в составлении уравнений реакций гидролиза в растворах солей различного типа. Степень окисления элементов. Типы окислительно-восстановительных реакций. Важнейшие окислители и восстановители. Упражнения в составлении уравнений окислительно-восстановительных реакций методом электронного баланса. Влияние рН среды на характер протекания ОВР. Упражнения в составлении уравнений ОВР по неполным схемам реакций.*

### **Раздел 3. Электролиз (1ч.)**

*Электролиз растворов и расплавов электролитов. Анодные и катодные процессы при электролизе. Последовательность разрядки ионов на электродах в водных растворах электролитов. Упражнения в составлении уравнений реакций электролиза растворов и расплавов электролитов. Решение задач на вычисление массы (объема, количества) веществ, выделившихся при электролизе на электродах. Решение задач на вычисление массы, концентрации веществ в растворах, образовавшихся при электролизе.*

### **Раздел 4. Составление цепочек превращений химических веществ (4 ч.)**

*Упражнения в составлении уравнений реакций, отражающих генетическую связь между соединениями, содержащими неметаллы. Упражнения в составлении уравнений реакций отражающих генетическую связь между соединениями, содержащими металлы главных подгрупп. Упражнения в составлении уравнений реакций отражающих генетическую*

связь между соединениями, содержащими металлы побочных подгрупп. Упражнения в составлении уравнений реакций отражающих генетическую связь между группами углеводов. Упражнения в составлении уравнений реакций отражающих генетическую связь между кислородсодержащими органическими веществами. Упражнения в составлении уравнений реакций отражающих генетическую связь между азотсодержащими органическими веществами.

### **Раздел 5. Общие вопросы химии (2 ч.)**

Строение атома, строение вещества, классификация и химические свойства неорганических соединений. Решение комбинированных задач по химии повышенной сложности.

### **Тематический план 11 класс (17 часов)**

<i>№ п/п</i>	<i>Тема занятия</i>	<i>Кол. Час.</i>	<i>Дата План.</i>	<i>Дата факт.</i>
<b>Раздел 1. Задачи на погружение пластинки в раствор соли (1 ч.)</b>		1		
1.	Решение задач на расчет массы и концентрации металла, перешедшего в результате реакции в раствор соли.			
<b>Раздел 2. Классификация химических реакций и закономерности их протекания (9 ч.)</b>		9		
2	Тепловой эффект химических реакций.			
3	Вычисления по термохимическим уравнениям			
4	Скорость химических реакций. Решение задач на вычисление скорости химической реакции.			
5	Химическое равновесие.			
6	Определение внешних факторов на смещение химического равновесия химической реакции.			
7	Реакции ионного обмена в растворах электролитов. Упражнения в составлении уравнений реакций ионного обмена.			
8	Гидролиз солей в водных растворах. Упражнения в составлении уравнений реакций гидролиза солей.			
9-10	Окислительно-восстановительные реакции.			
<b>Раздел 3. Электролиз (1 ч.)</b>		1		

11	Электролиз растворов и расплавов электролитов.			
<b><i>Раздел 4. Составление цепочек превращений химических реакций (4 ч.)</i></b>		4		
12	Генетическая связь между соединениями, содержащими неметаллы			
13	Генетическая связь между соединениями, содержащими металлы главных подгрупп.			
14.	Генетическая связь между соединениями, содержащими металлы побочных подгрупп.			
15.	Генетическая связь между различными классами органических соединений.			
<b><i>Раздел 5. Общие вопросы химии (2 ч.)</i></b>		2		
16	Общие вопросы химии			
17	Решение комбинированных задач			
<b>ИТОГО:</b>		<b>17</b>		

## *Приложение 1*

### **Алгоритм решения задач на вычисление массы (объема) продукта реакции, если одно из исходных веществ дано в избытке.**

1. Запись краткого условия задачи.
2. Запись уравнения реакции.
3. Надписание над формулами веществ в уравнении реакций данных условия задачи.
4. Определение мольных отношений, мольных масс ( $M$ ), масс веществ ( $m$ ) и надписание их под формулами веществ, с которыми необходимо вести расчеты.
5. Определение массы вещества, которое расходуется в реакции полностью, т.е. в недостатке.
6. Определение массы, количества или объема искомого вещества.
7. Запись ответа задачи.

### **Алгоритм решения задач на вычисления, связанные с использованием понятия «выход продукта реакции».**

1. Запись краткого условия задачи.
2. Запись уравнения реакции.
3. Надписание над формулами веществ в уравнении реакций данных условия задачи.
4. Определение мольных отношений, мольных масс (объемов) и масс (объемов) веществ и запись их под формулами веществ, с которыми необходимо вести расчеты.
5. Определение теоретического выхода искомого вещества по уравнению реакции.
6. Вычисление массовой доли практического выхода продукта в процентах то теоретически возможного.
7. Запись ответа задачи.

### **Алгоритм решения задач на вычисление массы (объема) продукта реакции, если исходное вещество содержит примеси.**

1. Запись краткого условия задачи.
2. Определение массы чистого вещества, исходя из содержания массовой доли (%) примесей в исходном материале.
3. Запись уравнения реакции.
4. Надписание над формулами веществ в уравнении реакций данных условия задачи.
5. Определение мольных отношений, мольных масс ( $M$ ), масс веществ ( $m$ ), молярных объемов ( $V_m$ ) и объемов ( $V$ ) и надписание их под формулами веществ, с которыми необходимо вести расчеты.
6. Определение объема (или массы) искомого вещества.
7. Запись ответа задачи.

### **Алгоритм решения задач на нахождение молекулярной формулы вещества по относительной плотности и массовой доли элемента в соединении**

1. Запись краткого условия задачи.
2. Нахождение относительной молекулярной массы искомого вещества.
3. Нахождение простейшей формулы искомого вещества.
4. Нахождение относительной молекулярной массы по простейшей формуле искомого вещества.
5. Сравнение относительных молекулярных масс, найденных по истинной и простейшей формулам искомого вещества.
6. Нахождение истинной формулы искомого вещества.
7. Запись ответа задачи.

## Алгоритм решения задач на нахождение молекулярной формулы вещества по массе (объему) продуктов сгорания

1. Запись краткого условия задачи.
2. Нахождение относительной молекулярной массы искомого вещества.
3. Нахождение массы искомого вещества.
4. Нахождение масс элементов в исходном веществе.
5. Определение, входит ли еще какой-либо элемент в состав искомого вещества. Если входит, то определяют его массу.
6. Определение простейшей формулы искомого вещества.
7. Нахождение истинной формулы искомого вещества.
8. Запись ответа задачи.

### Приложение 2

Решение задач по разделу 3: «Количественная характеристика растворов».

#### СПРАВОЧНИК ФОРМУЛ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ

#### ПО ТЕМЕ «КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАСТВОРОВ»

<i>Массовая доля вещества в растворе</i>	<i>Эквивалент</i>
$\omega = \frac{m(v - va)}{m(p - pa)}$ $\omega\% = \frac{m(v - va)}{m(p - pa)} \cdot 100\%$	$\mathcal{E}_{\text{оксида}} = \frac{M(\text{оксида})}{N(\text{атом .эл - та}) \cdot \text{валентн. .эл - та}}$
$m(v - va) = \omega \cdot m(p - pa)$	$\mathcal{E}_{\text{к-ты}} = \frac{M(\text{кислоты})}{\text{основность кислоты}}$
$m(p - pa) = \frac{m(v - va)}{\omega}$	$\mathcal{E}_{\text{основ.}} = \frac{M(\text{основания})}{\text{кислотность основания}}$
$\omega = \frac{m(v - va)}{m(v - va) + m(p - pa)}$	$\mathcal{E}_{\text{соли}} = \frac{M(\text{соли})}{N(\text{атом. Me}) \cdot \text{валентн. Me}}$
$m(p - pa) = V(p - pa) \cdot \rho$	
<i>Молярная концентрация</i>	<i>Молярная доля</i>
$C = \frac{n}{V(p - pa)}$ $C = [\text{моль / л}]$	$N(x) = \frac{n(x)}{n(x) + n(S)}$ <p><i>n(x) – количество вещества в растворе</i> <i>n(S) – количество растворителя</i></p>
$n = C \cdot V(p - pa)$	
$V(p - pa) = \frac{n}{C}$	
<i>Нормальность</i>	<i>Молярность</i>

$C_H = \frac{N \text{ (эквив. раств.)}}{V(p - pa)};$ $C = [\text{моль / л}]$	$m = \frac{n(v - va)}{m(p - ля)};$ $m = [\text{моль / кг}]$
Коэффициент растворимости	Растворимость
$K_S = \frac{m(v - va)}{m(p - ля)}$	$S = \frac{m(v - va)}{m(p - ля)} \cdot 100$
Объемная доля вещества	Формулы перевода
$\varphi = \frac{V(v - va)}{V(\text{смеси})};$ $\varphi \% = \frac{V(v - va)}{V(\text{смеси})} \cdot 100\%$	$C = \frac{10 \cdot \omega(x) \cdot \rho}{M(x)}$
$V(v - va) = \varphi \cdot V(\text{смеси})$	$\omega = \frac{C(x) \cdot M(x)}{10 \cdot \rho}$
<i>Титр:</i> $T = \frac{C_H \cdot \mathcal{E}}{1000}; T = [\text{г / мл}]$	

### Задача 1.

Сероводород объемом 14 мл растворили в воде массой 500 г (н.у.). Вычислите массовую долю сероводорода в растворе.

*Решение.*

1. Вычислим  $n(\text{H}_2\text{S})$  в 14 мл:

$$m = n \cdot M$$

$$n = V/V_m = 0,014 / 22,4 = 0,000625 \text{ моль.}$$

2. Вычислим массу раствора:

$$m(p-p) = m(v-va) + m(p-ля) = 500 + 0,0213 = 500,0213 \text{ г.}$$

3. Вычислим массовую долю вещества в растворе:

$$\omega = m(v-va) / m(p-ра) = 0,0213 / 500,0213 = 0,0000424.$$

Ответ: 0,0000424.

### Задача 2.

Рассчитайте мольные доли спирта и воды в 96%-ном растворе этилового спирта.

*Решение.*

1. Вычислим количества вещества спирта и воды, содержащихся в 96%-ном растворе.

100 г р-ра содержит 96 г спирта и 4 г воды.

$$N = m/M$$

$$n(\text{спирта}) = 96/46 = 2,09 \text{ моль.}$$

$$n(\text{воды}) = 4/18 = 0,222 \text{ моль.}$$

2. Вычислим мольную долю каждого вещества в растворе:

$$N(x) = n(x)/(n(x) + n(s))$$

$$N(\text{спирта}) = 2,09/(2,09 + 0,222) = 0,9.$$

$$N(\text{воды}) = 0,222/(2,09 + 0,222) = 0,096.$$

Ответ: 0,9; 0,096.

### Задача 3.

В растворе объемом 500 мл содержится хлорид магния массой 9,5 г. Определите молярную и нормальную концентрации растворенного вещества.

Решение:

1. Определим молярную концентрацию раствора:

$$C(\text{MgCl}_2) = \frac{m(\text{MgCl}_2)}{M(\text{MgCl}_2) \cdot V} = \frac{9,5}{95 \cdot 0,5} = 0,2 \text{ (моль/л), или } 0,2 \text{ М.}$$

2. Для определения нормальной концентрации раствора необходимо определить молярную массу эквивалента соли:

$$M_{\text{экв}}(\text{MgCl}_2) = \frac{M(\text{MgCl}_2)}{1 \cdot 2} = \frac{95}{2} = 47,5 \text{ (г/моль),}$$

а затем нормальную концентрацию раствора:

$$C_{\text{экв}}(\text{MgCl}_2) = \frac{m(\text{MgCl}_2)}{M_{\text{экв}}(\text{MgCl}_2) \cdot V} = \frac{9,5}{47,5 \cdot 0,5} = 0,4 \text{ (н.).}$$

Ответ:  $C(\text{MgCl}_2) = 0,2 \text{ М}$ ;  $C_{\text{экв}}(\text{MgCl}_2) = 0,4 \text{ н.}$

### Задача 4.

Вычислите, какой объем раствора с массовой долей серной кислоты 70% ( $\rho = 1,622 \text{ г/мл}$ ) нужно взять для приготовления растворов объемом 25 мл с концентрацией  $\text{H}_2\text{SO}_4$ : а) 2 М; б) 2 н.

Решение:

1. Находим массу серной кислоты, которая содержится в растворе объемом 25 мл с концентрацией 2 М  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

$$\text{Из формулы } C(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{m_1(\text{H}_2\text{SO}_4)}{M(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot V(\text{л})} \text{ следует, что}$$

$$m_1(H_2SO_4) = C(H_2SO_4) \cdot M(H_2SO_4) \cdot V(l) = 2,98 \cdot 0,025 = 4,9 \text{ (г)}.$$

2. Вычисляем массу раствора с массовой долей серной кислоты 70%, в котором будет содержаться  $H_2SO_4$  массой 4,9 г.

Из формулы  $\omega(H_2SO_4) = \frac{m_1(H_2SO_4)}{m(p-pa)}$  следует, что

$$m_1(p-pa) = \frac{m_1(H_2SO_4)}{\omega H_2SO_4} = \frac{4,9}{0,7} = 7 \text{ (г)}.$$

3. Определяем необходимый объем раствора:

$$V = \frac{m_1(p-pa)}{\rho} = \frac{7}{1,622} = 4,32 \text{ (мл)}.$$

Задачу можно решить в одно действие. Из формулы

$$C(H_2SO_4) = \frac{m_1(H_2SO_4)}{M(H_2SO_4) \cdot V(l)} = \frac{1}{M(H_2SO_4) \cdot V(l)} \cdot \frac{m_1(H_2SO_4)}{V(l) \cdot \omega(H_2SO_4) \cdot \rho}$$

следует, что

$$V_1 = \frac{C(H_2SO_4) \cdot M(H_2SO_4) \cdot V(l)}{\omega(H_2SO_4) \cdot \rho} = \frac{2,98 \cdot 0,025}{0,7 \cdot 1,622} = 4,32 \text{ (мл)}.$$

4. Определяем необходимый объем раствора для приготовления 25 мл раствора с концентрацией 2 н.  $H_2SO_4$ .

Из формулы

$$C_{\text{экв}}(H_2SO_4) = \frac{m_1(H_2SO_4)}{M_{\text{экв}}(H_2SO_4) \cdot V(l)} = \frac{V \cdot \omega(H_2SO_4) \cdot \rho}{M_{\text{экв}}(H_2SO_4) \cdot V(l)}$$

следует, что

$$V_2 = \frac{C_{\text{экв}}(H_2SO_4) \cdot M_{\text{экв}}(H_2SO_4) \cdot V(l)}{\omega(H_2SO_4) \cdot \rho} = \frac{2 \cdot 49 \cdot 0,025}{0,7 \cdot 1,622} = 2,16 \text{ (мл)}.$$

Ответ:  $V_1 = 4,32$  мл;  $V_2 = 2,16$  мл.

### Задача 5.

Сколько граммов сульфата калия выпадет в осадок из 400 г раствора, насыщенного при  $80^\circ\text{C}$ , при охлаждении его до  $20^\circ\text{C}$ ? Растворимость сульфата калия составляет 21,4 г при  $80^\circ\text{C}$  и 11,1 при  $20^\circ\text{C}$ .

Решение.

1) Вычислим массу вещества в 400 г раствора при  $80^\circ\text{C}$ .

Растворимость показывает, какая максимальная масса вещества может быть растворена в 100 г растворителя. Таким образом,

121,4 г раствора содержат 21,4 г вещества;

400 г раствора содержат  $x$  г вещества.

$$X = 70,51 \text{ г.}$$

2) Вычислим массу воды в исходном растворе.

$$M(\text{H}_2\text{O}) = m(\text{р-ра}) - m(\text{в-ва}) = 400 - 70,51 = 329,49 \text{ г.}$$

3) Вычислим массу вещества в растворе, охлажденном до  $20^\circ\text{C}$ .

100 г воды содержат 11,1 г вещества;

329,49 г воды содержат  $y$  г вещества.

$$Y = 36,57 \text{ г.}$$

4) Вычислим массу вещества, выпавшего в осадок.

$$m(\text{осадка}) = m(\text{в-ва})_{\text{исх}} - m(\text{в-ва})_{\text{ост}} = 70,51 - 36,57 = 33,94 \text{ г.}$$

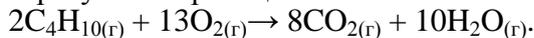
Ответ: 33,94 г.

### Приложение 3

К занятию 31 «Решение контрольных задач по материалу курса».

#### **A-1**

В результате реакции:



Образовалось 5 моль оксида углерода (4). Объем кислорода (н.у.), который потребуется для смешивания метана равен:

- 1) 180л                      2) 182л                      3) 212л                      4) 160л

#### **A-2**

При взаимодействии 16,25 г цинка с разбавленной соляной кислотой выделится газ, объем которого (н.у.) равен

- 1) 5,6л                      2) 8,4л                      3) 11,2л                      4) 16,8л

#### **A-3**

Для полного гидрирования 10,5 г пропена потребуется водород (н.у.) объемом:

- 1) 2,8л                      2) 5,6л                      3) 8,4л                      4) 11,2л

### **Часть В.**

#### **В-1**

Масса метилового эфира масляной кислоты, полученного при взаимодействии 48 г метилового спирта и 100 г 44% раствора масляной кислоты, равна \_\_\_\_ г.

#### **В-2**

При действии избытка серной кислоты на 780 г технического хлорида натрия, содержащего 25% примесей, выделится хлороводород объемом (н.у.) \_\_\_\_ л.

#### **В-3**

Масса хлорида железа (3), образующегося при взаимодействии 16 г оксида железа (3) с 20 г 73% раствора соляной кислоты, равна \_\_\_\_ г.

### **часть С.**

#### **С-1**

Рассчитайте массовую долю серной кислоты в растворе, полученном при пропускании 2,24 л (н.у.) сероводорода через 250 г 10%-ного раствора сульфата меди.

**С-2**

Гидрид кальция внесли в избыток раствора соляной кислоты (масса раствора кислоты 150г, массовая доля HCl 20%). При этом выделилось 6,72л (н.у.) водорода. Рассчитайте массовую долю хлорида кальция в полученном растворе.

**Критерии оценивания.**

Оценка "3" – выполнено 2 задания из части А.

Оценка "4" – выполнено 1 задание из части А и одно из части В

Оценка "5" – выполнено 1 задание из части С или два задания из части В

**Приложение 4**

К занятиям 31-33разделу 5: «Решение комбинированных и усложненных задач по химии»

**Задача № 1**

Вычислите массу метилового эфира масляной кислоты, полученного при взаимодействии 48 г. метилового спирта и 100 г. 44 % раствора масляной кислоты.

Дано:

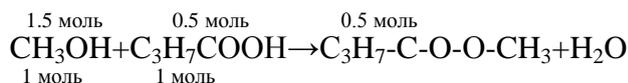
$$m(\text{CH}_3\text{OH})=48\text{г}$$

$$m_{\text{р-ра}}(\text{C}_3\text{H}_7\text{COOH})=100\text{г}$$

$$\omega\%(\text{C}_3\text{H}_7\text{COOH})=44\%$$

$$m(\text{эфира}) - ?$$

Решение:



$$m_{\text{р-ра}}(\text{C}_3\text{H}_7\text{COOH}) \rightarrow m(\text{C}_3\text{H}_7\text{COOH}) \rightarrow n(\text{C}_3\text{H}_7\text{COOH})$$

$$n(\text{эфира}) \rightarrow m(\text{эфира})$$

$$(\text{CH}_3\text{OH}) \rightarrow n(\text{CH}_3\text{OH})$$

$$n(\text{CH}_3\text{OH}) = m/M = 48/32 = 1,5 \text{ моль-избыток}$$

$$M(\text{CH}_3\text{OH}) = 12+4+16 = 32 \text{ г/моль}$$

$$m(\text{C}_3\text{H}_7\text{COOH}) = m_{\text{р-ра}} \cdot \omega\%(\text{C}_3\text{H}_7\text{COOH})/100\% = 100 \cdot 44/100 = 44\text{г}$$

$$n(\text{C}_3\text{H}_7\text{COOH}) = m/M = 44/88 = 0,5 \text{ моль}$$

$$M(\text{C}_3\text{H}_7\text{COOH}) = 12 \cdot 4 + 8 + 16 \cdot 2 = 88 \text{ г/моль}$$

$$n(\text{эфира}) = 0,5 \text{ моль}$$

$$M(\text{эфира}) = 102 \text{ г/моль}$$

$$m(\text{эфира}) = 102 \text{ г/моль} \cdot 0,5 \text{ моль} = 51\text{г}$$

$$\text{Ответ: } m(\text{эфира}) = 51\text{г.}$$

**Задача № 2**

Рассчитайте массовую долю серной кислоты в растворе, полученном при пропускании 2,24л (н.у.) сероводорода через 250г 10% раствора сульфата меди.

Дано:

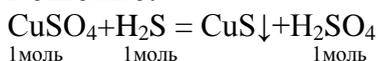
$$V(\text{H}_2\text{S})=2,24\text{л}$$

$$m_{\text{р-ра}}(\text{CuSO}_4)=250\text{г}$$

$$\omega\%(\text{CuSO}_4)=10\%$$

$$\omega\%(\text{H}_2\text{SO}_4)-?$$

Решение:



$$V(\text{H}_2\text{S}) \rightarrow n(\text{H}_2\text{S})$$

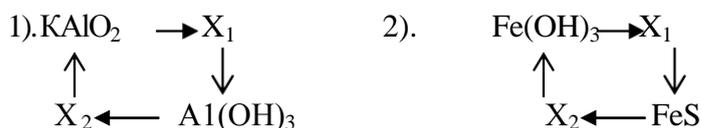
$$m_{\text{р-ра}}(\text{CuSO}_4) \rightarrow m(\text{CuSO}_4) \rightarrow n(\text{CuSO}_4)$$

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4) \rightarrow m(\text{H}_2\text{SO}_4) \rightarrow \omega\%(\text{H}_2\text{SO}_4)$$

$$\begin{aligned}
n(\text{H}_2\text{S}) &= 2,24/22,4 = 0,1 \text{ моль} \\
m(\text{CuSO}_4) &= 250 \cdot 10/100 = 25 \text{ г} \\
n(\text{CuSO}_4) &= m/M = 25/160 = 0,156 \text{ моль-избыток} \\
M(\text{CuSO}_4) &= 160 \text{ г/моль} \\
n(\text{H}_2\text{SO}_4) &= n(\text{H}_2\text{S}) = 0,1 \text{ моль} \\
m(\text{H}_2\text{SO}_4) &= n \cdot M = 0,1 \cdot 98 = 9,8 \text{ г} \\
M(\text{H}_2\text{SO}_4) &= 98 \text{ г/моль} \\
\omega\%(\text{H}_2\text{SO}_4) &= m(\text{H}_2\text{SO}_4)/m_{\text{р-ра}} \cdot 100\% \\
m_{\text{р-ра}2} &= m_{\text{р-ра}}(\text{H}_2\text{SO}_4) + m(\text{H}_2\text{S}) - m(\text{CuS}) \\
n(\text{CuS}) &= n(\text{H}_2\text{S}) = 0,1 \text{ моль} \\
m(\text{CuS}) &= 0,1 \cdot 96 = 9,6 \text{ г} \\
M(\text{CuS}) &= 96 \text{ г/моль} \\
m(\text{H}_2\text{S}) &= n \cdot M = 0,1 \cdot 34 = 3,4 \text{ г} \\
m_{\text{р-ра}2} &= 250 + 3,4 - 9,6 = 243,8 \text{ г} \\
\omega\%(\text{H}_2\text{SO}_4) &= 9,8/243,8 = 4\% \\
\text{Ответ: } \omega\%(\text{H}_2\text{SO}_4) &= 4\%
\end{aligned}$$

### Задача № 3

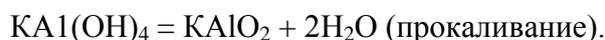
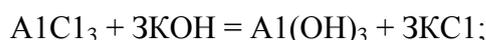
Напишите уравнения реакций, соответствующие следующей последовательности превращений:



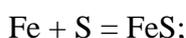
Назовите неизвестные вещества.

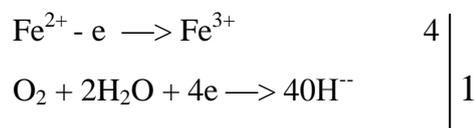
Решение:

1) Аллюминат калия  $\text{KAlO}_2$  взаимодействует с кислотой  $\text{HCl}$  с образованием хлоридов калия и алюминия. При их обработке расчетным количеством щелочи осаждается гидроксид алюминия, который растворяется в избытке  $\text{KOH}$ . Если отфильтровать и прокалить тетрагидроксоаллюминат  $\text{KAl(OH)}_4$ , получается исходный  $\text{KAlO}_2$ .



2) Гидроксид железа (III) при прокаливании с углем восстанавливается до металлического железа. Железо при нагревании с серой образует сульфид железа (II). Этот сульфид разлагается соляной кислотой с образованием хлорида двухвалентного железа. Едкие щелочи в отсутствие воздуха осаждают из раствора раствора хлорида железа(II) гидроксид железа (II), который быстро окисляется на воздухе в гидроксид  $\text{Fe(OH)}_3$ .





#### Задача № 4

Определите массу кристаллогидрата  $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18 \text{H}_2\text{O}$  и раствора с массовой долей  $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$  0,15, которые надо взять для приготовления раствора с массовой долей  $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$  0,2 и массой 795г.

Решение: для решения задачи можно использовать правило смешения. Выбираем для расчетов образец кристаллогидрата кол-вом в-ва 1 моль.

Из формулы кристаллогидрата следует:

$$V(\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3) = V(\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18 \text{H}_2\text{O}) = 1 \text{ моль},$$

$$M(\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3) = V \cdot M = 392 \text{ г}$$

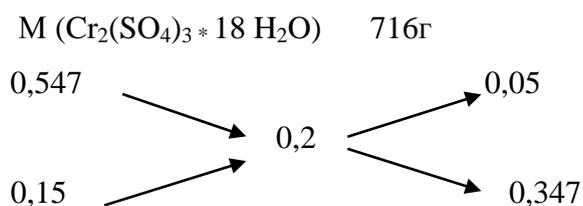
$$M(\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3) = 52 \cdot 2 + 3 \cdot 32 + 12 \cdot 16 = 104 + 96 + 192 = 392 \text{ г/моль}$$

$$M(\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18 \text{H}_2\text{O}) = V \cdot M = 716 \text{ г}$$

$$M(\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18 \text{H}_2\text{O}) = 392 + 324 = 716 \text{ г/моль}$$

Определяем  $W(\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3)$  в кристаллогидрате

$$W(\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3) = \frac{M(\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3)}{M(\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18 \text{H}_2\text{O})} = \frac{392 \text{ г}}{716 \text{ г}} = 0,547$$



Относительная масса кристаллогидрата равна 0,05 из общей относительной массы:

$$M_{\text{р-ра}}(\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18 \text{H}_2\text{O}) = (M \cdot 0,5) / 0,397 = (795 \cdot 0,5) / 0,397 = 695 \text{ г}.$$

Ответ:  $M_{\text{р-ра}}(\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18 \text{H}_2\text{O}) = 695 \text{ г}.$