

### **Пояснительная записка**

Рабочая программа учебного практикума «Решение комбинированных задач по химии» составлена основе программы элективного курса «Решение задач по химии повышенного уровня сложности» Н.В. Ширшиной. Программой данного учебного практикума предусмотрено изучение основных законов и понятий химии, решение расчетных химических задач и проведение расчетно – практических занятий. Через решение задач осуществляется связь теории с практикой, воспитывается трудолюбие, самостоятельность и целеустремленность, формируются рациональные приемы мышления, совершенствуются и закрепляются знания учащихся.

Учителям – практикам известно, что ограниченное количество часов по предмету и большой объем теоретического материала не позволяет много времени уделять решению задач. Следовательно, умения и навыки в решении расчетных задач сформированы лишь у незначительной части восьмиклассников. Однако анализ заданий ЕГЭ (части А.В и С) показывает, что умение решать задачи определенного типа должно быть доведено до автоматизма, а этого можно добиться многократным повторением, и отработкой алгоритмов решения.

Содержанием данного учебного практикума предусматривается решение задач как базового уровня, так и задач повышенной сложности. Надеюсь, что предлагаемый практикум будет интересным и полезным любому девятикласснику, так как у него будет возможность не только догнать упущенное, но и подготовиться к поступлению в классы, где химия будет профилирующим предметом.

#### **Задачи:**

- повторение материала, рассмотренного на уроках химии;
- развитие познавательных интересов, интеллектуальных способностей учащихся в процессе приобретения знаний и умений по химии с использованием различных источников информации.
- совершенствование навыков и умения решения расчетных задач.

**Форма проведения.** Практикум по решению задач.

### **Место учебного практикума в учебном плане школы**

**Национально-региональный** компонент и компонент образовательного учреждения используется на преподавание учебного практикума «Решение комбинированных задач по химии» в 9б классе по 0,5 часа (1 час в 2 недели) для группы учащихся 9-х классов с целью развития мышления, овладения навыками решения сложных комбинированных задачи обеспечения индивидуальной траектории развития личности и формирования личного профессионального предпочтения.

### **Требования к знаниям и умениям учащихся.**

После изучения данного учебного практикума учащиеся **должны знать:**

- формулировки изученных законов и их значение;
- физический смысл понятий (количество вещества, моль, молярная масса, молярный объем, число Авогадро, химическая формула, химическое уравнение, массовая (объемная) доля компонента в смеси, концентрация раствора, и способы ее выражения, тепловой эффект химической реакции, термохимическое уравнение, выход продукта реакции, растворимость веществ, кристаллогидраты);

- алгоритмы решения основных типовых задач, предусмотренных данной программой;
- практическую значимость производимых расчетов, области их применения;
- правила техники безопасности при работе в химическом кабинете

После изучения данного учебного практикума учащиеся **должны уметь:**

- анализировать условие задачи, и на основе анализа составлять краткую запись ее содержания, применяя общепринятые условные обозначения физических величин и химические формулы;
- составлять алгоритмы решения задач, и по ним решать задачи, предусмотренные данной программой;
- составлять план экспериментального решения расчетно – практических задач;
- правильно оформлять решение расчетной задачи и расчетно – практического задания.

### **Система оценивания знаний, умений учащихся**

***Итоговый зачет по всему учебному практикуму можно оценить по критериям:***

- выполнение практикума, контрольных работ
- активное участие в подготовке и проведении семинаров, дискуссий, практических работ
- защита рациональных способов решения задач
- зачет по решению задач

### **Содержание программы.**

#### **1. Памятки к решению задач.**

- как приступить к решению задач
- как приступить к анализу условия задачи
- определение рационального способа решения
- использование математических приемов при решении задач
- как избежать ошибок при решении задач

#### **2. Способы решения задач.**

- расчеты по алгебраической формуле
- использование коэффициента пропорциональности
- графический способ
- пропорция
- расчет через количество вещества
- арифметический способ
- приведение к единице

#### **3. Составление химических уравнений. Расстановка коэффициентов.**

- генетическая связь между классами неорганических соединений
- алгоритм составления химических уравнений.
- типы химических реакций
- алгоритм составления химических уравнений
- способы расстановки коэффициентов
- практическая часть – составления химических реакций различного типа

#### **4. Решение задач на массовую долю вещества в растворе.**

- необходимый перечень формул для решения задач данного типа
- алгоритм решения задач

- решение задач с подробным анализом, выбранного способа решения
  - контрольный срез
- 5. Решение задач на нахождение объёма вещества.**
- необходимый перечень формул для решения задач данного типа
  - алгоритм решения задач
  - решение задач с подробным анализом, выбранного способа решения
  - контрольный срез
- 6. Решение задач на нахождение формул веществ.**
- необходимый перечень формул для решения задач данного типа
  - алгоритм решения задач
  - решение задач с подробным анализом, выбранного способа решения
  - контрольный срез
- 7. Задачи на избыток и недостаток.**
- знакомство с задачами данного типа
  - алгоритм решения задач
  - способы решения задач
  - решение задач с подробным анализом, выбранного способа решения
  - контрольный срез
- 8. Простые и комплексные задачи.**
- знакомство с понятием комбинированная (комплексная) задача
  - виды комплексных задач
  - составление плана решения: определение способа и последовательности нахождения искомых величин
  - решение задач с подробным анализом
  - контрольный срез
- 9. Решение комплексных задач повышенной сложности.**
- алгоритм решения задач
  - составление плана решения задач на конкретном примере
  - анализ пререшанных задач
- 10. Заключительное занятие.**
- контрольный срез
  - подведение итогов

### Учебно-тематический план

№ п/п	Название темы	Количество часов		
		Всего	Теория	Практика
1	Памятки к решению задач.	1	1	-
2	Способы решения задач.	1	1	-
3	Составление химических уравнений. Расстановка коэффициентов.	2	1	1
4	Решение задач на массовую долю вещества в растворе.	2	1	1
5	Решение задач на нахождение объема	2	1	1
6	Решение задач на нахождение формул веществ.	2	1	1
7	Задачи на избыток и недостаток.	2	1	1
8	Простые комплексные задачи.	2	1	1
9	Решение комплексных задач повышенной сложности.	2	1	1
10	Заключительное занятие	1	-	1
11	Резерв	0,5	-	0,5
	<b>ИТОГО</b>	<b>17,5</b>	<b>9</b>	<b>8,5</b>

#### Список литературы для учителя:

- 1) Задачник по химии 8-9 класс/ под ред. Н. Е. Кузнецовой, А. Н. Левкина – Москва издательский центр «Вентана – Граф», 2012.
- 2) Сборник задач и упражнений по химии. Школьный курс В. В. Еремин, Н. Е. Кузьменко – Москва «ОНИКС 21 век», «Мир и образование», 2003.
- 3) Химия. Темы школьного курса. Примеры и задачи 8 – 9 класс. С. А. Сергеев; Москва «Аквариум», 1997.
- 4) Сборник задач по химии. Г. П. Хомченко, И. Г. Хомченко – Москва «Новая волна. ОНИКС», 1999.

### **Литература для учащихся:**

1. Задачник по химии 8-9 класс/ под ред. Н. Е. Кузнецовой, А. Н. Левкина – Москва издательский центр «Вентана – Граф», 2012.
2. Химия. Алгоритмы решения задач. Тесты./ под ред. Н.Н. Олейникова, Г.П. Муравьевой – Москва «Либриком», 2014

### **Список интернет-сайтов для учащихся:**

[www.alleng.ru](http://www.alleng.ru)

[school-collection.edu.ru](http://school-collection.edu.ru)

<http://www.hemi.nsu.ru/>

<http://www.alhimikov.net/>

[www.xumuk.ru](http://www.xumuk.ru)

[schoolchemistry.](http://schoolchemistry.)

<http://hemi.wallst.ru/>

[http://ru.wikipedia.org/wiki/Всероссийская\\_олимпиада\\_школьников\\_по\\_химии](http://ru.wikipedia.org/wiki/Всероссийская_олимпиада_школьников_по_химии)

## 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 от 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.

Тема: Расчеты по химическим формулам.  
Занятие №

**Тема: Определение формулы соединения по массовым долям элементов.**

**Цель:** познакомить обучающихся с алгоритмом решения задач на вывод формулы вещества по массовым долям элементов в данном веществе.

### Ход и содержание занятия.

**I. Орг. момент. Цели и задачи занятия.**

**II. Алгоритмы решения задач.**

Учитель знакомит с алгоритмом решения задач по данной теме.

Алгоритм можно представить в виде слайдов и демонстрировать через мультимедийный проектор.

**Задача № 1.** (исходное вещество является бинарным)

Массовые доли серы и кислорода в оксиде серы равны соответственно 40 и 60%.

Определите простейшую формулу этого оксида.

Дано:

$$\omega(\text{S}) = 40\% (0,4)$$

$$\omega(\text{O}) = 60\% (0,6)$$

Формула вещества - ?

### Алгоритм решения 1.

1) Пусть масса исходного оксида равна 100 г, т. е.  $m(\text{оксида}) = 100$  г.

2) Вычислим массы серы и кислорода:

$$m(\text{S}) = m(\text{оксида}) \times \omega(\text{S}), \quad m(\text{S}) = 100 \times 0,4 = 40;$$

$$m(\text{O}) = m(\text{оксида}) \times \omega(\text{O}), \quad m(\text{O}) = 100 \times 0,6 = 60.$$

3) Вычислим количество вещества атомных серы и кислорода:

$$n(\text{S}) = m(\text{S}) : M(\text{S}), \quad n(\text{S}) = 40 : 32 = 1,25 \text{ моль};$$

$$n(\text{O}) = m(\text{O}) : M(\text{O}), \quad n(\text{O}) = 60 : 16 = 3,75 \text{ моль}.$$

4) Рассчитаем соотношение количеств веществ серы и кислорода:

$$n(\text{S}) : n(\text{O}) = 1,25 : 3,75$$

5) Разделим правую часть равенства на меньшее число (1,25 примем условно за 1).

$$n(\text{S}) : n(\text{O}) = 1 : 3 \Rightarrow \text{простейшая формула вещества } \text{SO}_3$$

6) Ответ: простейшая формула вещества  $\text{SO}_3$ .

### *Алгоритм решения 2.*

1) Пусть исходная формула  $\text{S}_x\text{O}_y$ ,

где  $x$  - число атомов серы,  $y$  - число атомов кислорода.

2) Вычислим количество атомов каждого вида в молекуле вещества:

$$x = \omega(\text{S}) : A_r(\text{S}) \quad x(\text{S}) = 40 : 32 = 1,25$$

$$y = \omega(\text{O}) : A_r(\text{O}) \quad x(\text{O}) = 60 : 16 = 3,75$$

3) Рассчитаем соотношение числа атомов серы и кислорода в молекуле:

$$x(\text{S}) : y(\text{O}) = 1,25 : 3,75$$

4) Разделим правую часть равенства на меньшее число (1,25 примем условно за 1).

$$x(\text{S}) : y(\text{O}) = 1 : 3 \Rightarrow \text{простейшая формула вещества } \text{SO}_3$$

5) Ответ: простейшая формула вещества  $\text{SO}_3$ .

**Задача № 2.** (исходное вещество содержит три элемента)

В состав химического соединения входят натрий, фосфор и кислород. Массовые доли элементов составляют ( % ): натрия — 34,6; фосфора — 23,3; кислорода 42,1. Определите простейшую формулу соединения.

Дано:

$$\omega(\text{Na}) = 34,6 \% (0,346)$$

$$\omega(\text{P}) = 23,3 \% (0,233)$$

$$\omega(\text{O}) = 42,1 \% (0,421)$$

Формула вещества - ?

### *Алгоритм решения*

1) Пусть масса исходного соединения равна 100 г, т. е.  $m(\text{вещества}) = 100 \text{ г}$ .

2) Вычислим массы натрия, фосфора и кислорода:

$$m(\text{Na}) = m(\text{Na}) \times \omega(\text{Na}); \quad m(\text{Na}) = 100 \times 0,346 \text{ г} = 34,6 \text{ г};$$

$$m(\text{P}) = m(\text{P}) \times \omega(\text{P}); \quad m(\text{P}) = 100 \times 0,233 \text{ г} = 23,3 \text{ г};$$

$$m(\text{O}) = m(\text{O}) \times \omega(\text{O}); \quad m(\text{O}) = 100 \times 0,421 \text{ г} = 42,1 \text{ г}.$$

3) Определяем количества веществ атомных натрия, фосфора и кислорода:

$$n(\text{Na}) = m(\text{Na}) : M(\text{Na}); \quad n(\text{Na}) = 34,6 : 23 = 1,5 \text{ моль};$$

$$n(\text{P}) = m(\text{P}) : M(\text{P}); \quad n(\text{P}) = 23,3 : 31 = 0,75 \text{ моль};$$

$$n(\text{O}) = m(\text{O}) : M(\text{O}); \quad n(\text{O}) = 42,1 : 16 = 2,63 \text{ моль}$$

4) Находим отношение количеств веществ:

$$n(\text{Na}) : n(\text{P}) : n(\text{O}) = 1,50 : 0,75 : 2,63.$$

5) Разделим правую часть равенства на меньшее число (0,75):

$$n(\text{Na}) : n(\text{P}) : n(\text{O}) = 2 : 1 : 3,5.$$

Так как в формулах соединений обычно используют целочисленные коэффициенты, то теперь правую часть равенства необходимо умножить на два:

$$n(\text{Na}) : n(\text{P}) : n(\text{O}) = 4 : 2 : 7 \Rightarrow \text{простейшая формула соединения } \text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7.$$

6) Ответ: простейшая формула соединения  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ .

### **III. Решение задач по предложенному алгоритму.**

Обучающиеся по желанию решают задачи на доске. Учитель помогает, дополняет, отвечает на возникающие вопросы.

**№ 1.** Массовая доля хлора в хлориде фосфора составляет 77,5 %.

Определите простейшую формулу хлорида. (Ответ:  $\text{PCl}_3$ .)

**№ 2.** Некоторая кислота содержит водород (массовая доля 2,2%), иод (55,7%) и кислород (42,1%). Определите простейшую формулу этой кислоты. (Ответ:  $\text{H}_5\text{IO}_6$ )

**№ 3.** Образец соединения фосфора и брома массой 81,3 г содержит фосфор массой 9,3 г. Определите простейшую формулу этого соединения. (Ответ:  $\text{PBr}_3$ .)



#### **IV. Задание на дом.**

Пользуясь алгоритмами, решите задачи любым способом.

**№ 1.** Определите простейшую формулу соединения алюминия с углеродом, если известно, что массовая доля алюминия в нем составляет 75%. (*Ответ:*  $Al_4C_3$ .)

**№ 2.** Определите простейшую формулу соединения калия с марганцем и кислородом, если массовые доли элементов в этом веществе составляют соответственно 24,7, 34,8 и 40,5%. (*Ответ:*  $KMnO_4$ .)

Тема: Вычисления по химическим формулам

Занятие №

**Тема: Вывод формулы вещества по массовым долям элементов его образующих и относительной плотности данного вещества.**

**Цель:** познакомить обучающихся с алгоритмом решения задач данного вида, рассмотреть примеры решения задач, закрепить навыки проведения математических расчетов.

#### **Ход и содержание занятия.**

**I. Орг. момент. Цели и задачи занятия.**

**II. Рассмотрение алгоритма решения задач данного вида.**

**Алгоритм решения задач:**

1. Краткая запись 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 формуле искомого вещества.
6. Нахождение истинной формулы искомого вещества.
7. Запись ответа задачи.

**Справочник формул:**

$$Mr(\text{газа } 1) = D(\text{газа } 2) \times M(\text{газа } 2)$$

Газ 1 – искомое вещество

Газ 2 - воздух, водород, кислород, азот, углекислый газ и т. д.

$$D(\text{возд.}) = Mr(\text{газа } 1) : Mr(\text{возд.}), \quad Mr(\text{возд.}) = 29$$

$$D(H_2) = Mr(\text{газа } 1) : Mr(H_2)$$

$$D(O_2) = Mr(\text{газа } 1) : Mr(O_2)$$

$$D(N_2) = Mr(\text{газа } 1) : Mr(N_2)$$

$$D(CO_2) = Mr(\text{газа } 1) : Mr(CO_2)$$

Например:

Вычислите относительную плотность угарного газа (CO) по воздуху.

$$D(\text{возд.}) = Mr(CO) : Mr(\text{возд.}), \quad Mr(\text{возд.}) = 29$$

$$D(\text{возд.}) = 28 : 29 = 0,966$$

**Рассмотрим пример решения задачи.**

Задача № 1. Выведите формулу газообразного соединения, массовая доля азота в котором 82,36 %, а водорода — 17,64 %. Относительная плотность его по водороду 8,5.

*Ответ:* аммиак

Дано:

$$\omega(\text{N}) = 82,36 \%$$

$$\omega(\text{H}) = 17,64 \%$$

$$D(\text{H}_2) = 8,5$$

Формула вещества - ?

Решение.

1. Вычислим относительную молекулярную массу искомого вещества:

$$M_r(\text{в-ва}) = D(\text{H}_2) \times M(\text{H}_2) = 8,5 \times 2 = 17.$$

2. Найдем простейшую формулу искомого вещества:

- 1) Пусть исходная формула  $\text{N}_x\text{H}_y$ ,

где  $x$  - число атомов азота,  $y$  - число атомов водорода.

- 2) Вычислим количество атомов каждого вида в молекуле вещества:

$$x = \omega(\text{N}) : A_r(\text{N}) \quad x(\text{N}) = 82,36 : 14 = 5,88$$

$$y = \omega(\text{H}) : A_r(\text{H}) \quad x(\text{H}) = 17,64 : 1 = 17,64$$

- 3) Рассчитаем соотношение числа атомов серы и кислорода в молекуле:

$$x(\text{N}) : y(\text{H}) = 5,88 : 17,64$$

- 4) Разделим правую часть равенства на меньшее число (5,88):

$$x(\text{N}) : y(\text{H}) = 1 : 3 \Rightarrow \text{простейшая формула вещества } \text{NH}_3.$$

3. Вычислим относительную молекулярную массу по простейшей формуле искомого вещества:

$$M_r(\text{NH}_3) = 14 + 3 = 17$$

4. Сравним относительные молекулярные массы найденные по истинной и простейшей формуле искомого вещества:

$$M_r(\text{NH}_3) : M_r(\text{в-ва}) = 17 : 17 = 1$$

5. Найдем истинную формулы искомого вещества:

Так как соотношение масс равно 1, истинная и простейшая формулы совпадают -  $\text{NH}_3$ .

6. Запишем ответ задачи.

### III. Решение задач по алгоритму.

№ 1. Выведите молекулярную формулу углеводорода, массовая доля водорода в котором составляет 25%. Относительная плотность углеводорода по кислороду 0,5.

№ 2. Выведите формулу газообразного соединения, массовая доля кремния в котором 87,5%, а водорода — 12,5%. Относительная плотность его по кислороду 1.

№ 3. Выведите формулу газообразного соединения, массовая доля вольфрама в котором 61,745%, а фтора — 38,255%. Относительная плотность его по водороду 149.

### IV.Задание на дом.

Решите задачи:

№ 1. Выведите формулу газообразного соединения, массовая доля азота в котором 30,43%, а кислорода — 69,57%. Относительная плотность его по кислороду 1,44.

№ 2. Выведите молекулярную формулу углеводорода, массовая доля водорода в котором составляет 20%. Относительная плотность углеводорода по воздуху 1,035.

Тема: Расчеты по химическим формулам  
Практикум.

**Тема: Решение задач на вывод формулы вещества по массовым долям элементов.**

**Цель:** совершенствовать навыки решения задач данного типа с использованием алгоритма, отработка навыков проведения расчетов по формулам.

Ход и содержание занятия.

## **I. Оргмомент. Цели и задачи занятия.**

## **II. Актуализация ранее полученных знаний.**

### ***Повторение алгоритма решения задач.***

1) Пусть исходная формула  $A_xB_y$ ,

где  $x$  - число атомов элемента  $A$ ,  $y$  - число атомов элемента  $B$ .

2) Вычислим количество атомов каждого вида в молекуле вещества:

$$x = \omega(A) : Ar(A) \quad x(A) = z$$

$$y = \omega(B) : Ar(B) \quad x(B) = d$$

3) Рассчитаем соотношение числа атомов в молекуле:

$$x(A) : y(B) = z : d$$

4) Разделим правую часть равенства на меньшее число (примем его условно за 1).

$$x(A) : y(B) = z : d \Rightarrow \text{простейшая формула вещества } A_zB_d$$

5) Ответ: простейшая формула вещества  $A_zB_d$

## **III. Решение задач с использованием алгоритма.**

Обучающиеся решают задачи на доске по желанию. Можно выполнять работу самостоятельно, не обращаясь к решению на доске. Учитель исполняет роль консультанта.

Задача № 1. В состав химического соединения входят: натрий (34,6 %), фосфор (23,3 %) и кислород (42,1 %). Выведите простейшую формулу этого соединения.

Ответ:  $Na_4P_2O_7$  — пиррофосфат натрия.

Задача № 2. В состав химического соединения входят: натрий (32,43 %), сера (22,55 %) и кислород (45,02 %). Выведите простейшую формулу этого соединения.

Ответ: сульфат натрия

Задача № 3. В состав химического соединения входят: водород (2,2 %), иод (55,7 %) и кислород (42,1%). Выведите простейшую формулу этого соединения.

Ответ:  $H_5IO_6$  — йодная кислота

Задача № 4. В состав химического соединения входят: калий (56,52 %), углерод (8,7 %) и кислород. Выведите простейшую формулу этого соединения.

Ответ: карбонат калия.

Задача № 5. В состав химического соединения входят: водород, сера (32,65 %) и кислород (65,3 %). Выведите простейшую формулу этого соединения.

Ответ: серная кислота.

Тема: Растворы.

**Алгоритм решения задач по теме «Количественная характеристика растворов».**

**Цель:** познакомить учащихся с алгоритмами решения задач по количественной характеристике растворов.

**Оборудование:** справочник формул.

*Ход занятия:*

### **Задача 1.**

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

**Дано:**

$V(\text{H}_2\text{S}) = 14 \text{ мл}$   
 $= 0,014 \text{ л}$   
 $m(\text{H}_2\text{O}) = 500 \text{ г}$   
 $\omega - ?$

**Решение:**

1. Вычислим  $m(\text{H}_2\text{S})$  в 14 мл.  
 $m = n \times M$   
 $n = V / V_m = 0,014 \text{ л} : 22,4 \text{ л/моль} = 0,000625 \text{ моль.}$   
 $n = V / V_m = 0,014 \text{ л} : 22,4 \text{ л/моль} = 0,000625 \text{ моль.}$   
 $M = 0,000625 \text{ моль} \times 34 \text{ г/моль} = 0,0213 \text{ г.}$   
2. Вычислим массу раствора.  
 $m(\text{р-р}) = m(\text{в-ва}) + m(\text{р-ля}) = 500 + 0,0213 = 500,0213 \text{ г.}$   
3. Вычислим массовую долю вещества в растворе.  
 $\omega = m(\text{в-ва}) : m(\text{р-ра}) = 0,0213 : 500,0213 = 0,0000424 \text{ \%}.$   
*Ответ:* 0,0000424 %.

### Задача 2.

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

**Дано:**

$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{р-р})$   
 $\omega(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 96 \text{ \%}$   
 $N(\text{спирта}) = ?$   
 $N(\text{воды}) = ?$

**Решение:**

1. Вычислим количества вещества спирта и воды, содержащихся в 96 %-ном растворе.  
100 г р-ра содержат 96 г спирта и 4 г воды.  
 $n = m : M.$   
 $n(\text{спирта}) = 96 \text{ г} : 46 \text{ г/моль} = 2,09 \text{ моль.}$   
 $n(\text{воды}) = 4 \text{ г} : 18 \text{ г/моль} = 0,222 \text{ моль.}$   
2. Вычислим мольную долю каждого вещества в растворе.  
 $N(x) = n(x) : (n(x) + n(s)),$  где  
 $n(x)$  – количество растворенного вещества,  
 $n(s)$  – количество растворителя  
 $N(\text{спирта}) = 2,09 : (2,09 + 0,222) = 0,9.$   
 $N(\text{воды}) = 0,222 : (2,09 + 0,222) = 0,096.$   
*Ответ:*  $N(\text{спирта}) = 0,9$ ;  $N(\text{воды}) = 0,096.$

### Задача 3.

Имеется 30%-ный раствор азотной кислоты, плотностью 1,2 г/мл. Какова молярная концентрация этого раствора?

**Дано:**

$\text{HNO}_3(\text{р-р})$   
 $\omega(\text{HNO}_3) = 30 \text{ \%}$   
 $\rho(\text{HNO}_3) = 1,2 \text{ г/мл}$   
 $c(\text{р-ра}) - ?$

**Решение:**

1. Пусть объем раствора 1 л. Вычислим массу данного раствора.  
 $m(\text{р-ра}) = V(\text{р-ра}) \times \rho = 1000 \text{ мл} \times 1,2 \text{ г/мл} = 1200 \text{ г.}$   
2. Вычислим количество вещества азотной кислоты в растворе.  
 $n = m : M.$   
 $m(\text{HNO}_3) = m(\text{р-ра}) \times \omega \% : 100 \% = 1200 \text{ г} \times 30 \% : 100 \% = 360 \text{ г.}$   
 $n(\text{HNO}_3) = 360 \text{ г} : 63 \text{ г/моль} = 5,7 \text{ моль.}$   
3. Вычислим молярную концентрацию кислоты.  
 $c(\text{р-ра}) = n : V = 5,7 \text{ моль} : 1 \text{ л} = 5,7 \text{ моль/л.}$   
*Ответ:*  $c(\text{р-ра}) = 5,7 \text{ моль/л.}$

**Задача 4.**

При 60°C насыщенный раствор нитрата калия содержит 52,4 % соли. Найдите растворимость соли при этой температуре.

**Дано:**

$\text{KNO}_3$  (р-р насыщ.)

$\omega(\text{KNO}_3) = 52,4 \%$

$t^0 = 60^\circ\text{C}$

$s(\text{KNO}_3) - ?$

**Решение:**

1. Растворимость( $s$ ) рассчитывается на 100 г воды.

52,4% показывают, что в 100 г раствора находятся 52,4 г соли и 47,6 г воды.

2. Вычислим растворимость нитрата калия.

$s = (m(\text{в-ва}) : m(\text{р-ля})) \times 100$ .

$s = (52,4 \text{ г} : 47,6) \times 100 = 110 \text{ г}$ .

Ответ:  $s(\text{KNO}_3) = 110 \text{ г}$ .

**Задача 5.**

Смесь, в состав которой входили 10 мл метана, 30 мл водорода, 50 мл кислорода, 20 мл азота взорвали и привели к н.у. Определите состав газовой смеси ( %) после взрыва, считая, что пары воды конденсируются в жидкость.

(Ответ:  $\varphi(\text{CO}_2) = 22,2\%$ ;  $\varphi(\text{O}_2) = 33,3\%$ ;  $\varphi(\text{N}_2) = 44,4\%$ ).

Тема: Растворы

**Задачи для домашнего тренажера.**

1. Из 400 г 50%-ного раствора серной кислоты выпарили 100 г воды. Чему равна массовая доля серной кислоты в оставшемся растворе?
2. К 50 г 20%-ного раствора хлорида калия прибавили 15 г 8%-ного раствора нитрата серебра. Каковы массовые доли веществ в полученном растворе?
3. В стакан налили 200 мл воды (плотность воды 1 г/мл). Определите объем раствора сульфата натрия, массовая доля которого 12% и плотность 1,11 г/мл, который надо долить в стакан, чтобы получить раствор с массовой долей сульфата натрия 2%?
4. Какова будет массовая доля азотной кислоты в растворе, если к 40 мл 96%-ного раствора азотной кислоты (плотность 1,5 г/мл) прилить 30 мл 48%-ного раствора азотной кислоты (плотность 1,3 г/мл)?
5. Определите молярную концентрацию азотной кислоты, полученной смешиванием 40 мл 96%-ного раствора азотной кислоты (плотность 1,5 г/мл) прилить 30 мл 48%-ного раствора азотной кислоты (плотность 1,3 г/мл), если полученный раствор имеет плотность 1,45 г/мл?
7. Из 500 г 40%-ного раствора сульфата железа (II) при охлаждении выпало 100 г его кристаллогидрата (кристаллизуется с 7 молекулами воды). Какова массовая доля вещества в оставшемся растворе?

## Приложение 2

### Контрольные материалы

#### «Расчёты по химическим формулам»

##### Решение задач на основные законы и понятия химии

1. Относительная атомная масса фтора равна 19. Определите среднюю массу атома фтора (в кг), учитывая, что масса атома углерода равна  $1,993 \cdot 10^{-26}$  кг.
2. Плотность галогеноводорода по воздуху равна 4,41. Определите плотность этого газа по водороду и назовите его.
3. Какой объём при н.у. занимают  $27 \cdot 10^{21}$  молекул газа?

##### Решение задач на основные законы и понятия химии.

1. Сколько структурных единиц содержится в молекулярном иоде массой 50,8 г?  
Отв:  $1,2 \cdot 10^{23}$
2. В каком количестве вещества оксида серы (IV) содержится такое же число атомов серы, что и пирите  $\text{FeS}_2$  массой 24 г?  
Отв: 0,4 моль
3. Сколько молекул углекислого газа находится в 1 л воздуха, если объёмная доля  $\text{CO}_2$  составляет 0,03% (условия нормальные)?

##### Решение задач на определение молекулярной формулы веществ

1. В состав химического соединения входят натрий, фосфор и кислород. Массовые доли элементов составляют (%): натрия – 34,6, фосфора – 23,3 и кислорода 42,1. Определите простейшую формулу соединения.  
Отв.  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$
2. При сжигании 1,7 г неизвестного вещества в кислороде образовалось 2,8г азота и 3,4г воды. Установите формулу вещества, если его молярная масса равна 17г/моль.  
Отв:  $\text{NH}_3$
3. Определите эмпирическую формулу вещества используемого в пищевой промышленности для придания запаха ананасов, если при сжигании 2,78мг этого соединения образуется 6,32мг  $\text{CO}_2$  и 2,58мг воды. Молярная масса вещества равна 116г/моль.  
Отв:  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$
4. Молярная масса соединения азота с водородом равна 32 г/моль. Определите формулу этого соединения, если массовая доля азота в нём составляет 87,5%.  
Отв:  $\text{N}_2\text{H}_4$
5. 10 г некоторого газа при н. у. занимают объём 5,6 л. Определите молярную и относительную молекулярную массу этого газа.
6. Определите МФ газообразного соединения серы с водородом, если массовая доля серы в нём составляет 94,1%, а масса 1л при н.у. равна 1,52 г.

## Окислительно – восстановительные реакции

### Расстановка коэффициентов методом электронного баланса

1.  $\text{KClO} \rightarrow \text{KCl} + \text{KClO}_3$
2.  $\text{Cl}_2 + \text{KOH} \rightarrow \text{KCl} + \text{KClO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
3.  $\text{HNO}_2 \rightarrow \text{HNO}_3 + \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$
1.  $\text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{KMnO}_4 + \text{MnO}_2 + \text{K}_2\text{CO}_3$
2.  $\text{S} + \text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{S} + \text{K}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
3.  $\text{S} + \text{KClO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Cl}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4$
1.  $\text{NaJ} + \text{NaJO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{J}_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \dots$
2.  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{Br}_2 + \text{NaOH} \rightarrow \dots + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
3.  $\text{HCl} + \text{KMnO}_4 \rightarrow \text{MnCl}_2 + \text{KCl} + \dots$

### Расчёты по химическим уравнениям

**Расчёт количества, массы, объёма (газов) одного вещества по известному количеству, массе, объёму другого вещества (с использованием понятия количество в-ва)**

1. При разложении воды электрическим током выделился водород (н.у.) объёмом 3,36 л. Вычислите количество и число молекул образовавшегося кислорода.
2. Фосфид кальция  $\text{Ca}_3\text{P}_2$  реагирует с водой с образованием фосфина  $\text{PH}_3$  и гидроксида кальция  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ . Составьте уравнение этой реакции. Сколько г. фосфина может получиться из 1,75 г  $\text{Ca}_3\text{P}_2$ ?
3. Какую массу цинка нужно растворить в серной кислоте для получения водорода, которым можно восстановить оксид меди (II) массой 14,4 г.? Учтите, что водород для восстановления нужен в двукратном избытке.

### Расчёт количества, массы, объема вещества

1. Определите массу осадка, который образуется при пропускании через раствор, содержащий избыток нитрата серебра, бромоводорода объёмом 6,72 л (н.у.).
2. Через раствор, содержащий 60 г. иодида натрия, пропущен хлор. Определите количество образовавшегося иода.
4. Нагрели смесь поваренной соли массой 117 г и 200 см<sup>3</sup> раствора ( $\rho = 1,727 \text{ г/см}^3$ ) с массовой долей серной кислоты 80%. Определите массу и количество выделившегося хлороводорода.

### **Вычисления с использованием понятия «молярный объём». Закон Авогадро.**

1. При пропускании нагретой смеси метана с водяным паром над катализатором получили водород (н.у.) объёмом 5,6 л. Определите объём метана, вступившего в реакцию.
2. При обработке оксида марганца (IV) концентрированной соляной кислотой выделился хлор объёмом 4,48 л (н.у.). Рассчитайте массу кислоты, вступившей в реакцию.
3. Определите массу соли и объём водорода (н.у.), которые получаются при взаимодействии 1,5 моль алюминия с избытком раствора серной кислоты.

### **Расчёты по химическим уравнениям, если один из реагентов взят в избытке.**

1. Сколько молей соли образуется при взаимодействии растворов, содержащих 11,2 г KOH и 20 г HNO<sub>3</sub>?
2. Для получения хлорида аммония взяли 11,2 л аммиака и 11,4 л хлороводорода (н.у.). Сколько г. продукта реакции образовалось.
3. Какой объём (н.у.) займёт оксид азота(IV), полученный при взаимодействии 2 моль оксида азота (II) и 1,5 моль кислорода?

### **Расчёты по уравнениям реакций по известной массе и объёму исходного вещества, содержащего примеси.**

1. Вычислите массу нитрата калия, содержащего 5% примесей, который необходим для получения кислорода объёмом 112 л (н.у.) при термическом разложении соли.
2. При взаимодействии технического натрия массой 50 г с водой выделился газ объёмом 22,4 л (н.у.). Определите массовую долю (%) примесей в техническом натрии.
3. Какая масса кальциевой селитры может быть получена из гидроксида кальция массой 148 г, в котором массовая доля посторонних примесей составляет 8%.

### **Вычисления по уравнениям реакций с использованием понятий массовая и объёмная доля выхода продукта.**

1. При окислении 34 кг аммиака было получено 54 кг оксида азота (II). Вычислите выход оксида азота (в %) от теоретически возможного.
2. Какой объём аммиака (н.у.) можно получить из 214 г хлорида аммония, если массовая доля выхода аммиака составила 95% от теоретически возможного?
3. Из 86,7 г нитрата натрия, содержащего 2% примесей, получено 56,7 г азотной кислоты. Каков выход азотной кислоты?



### Расчёты по термохимическим реакциям.

1. По термохимическому уравнению  $\text{H}_2\text{O} + \text{SO}_3 = \text{H}_2\text{SO}_4 + 682 \text{ кДж}$  вычислите количество теплоты, которая выделится при обработке водой оксида серы (VI) массой 24 г.

2. По термохимическому уравнению  $2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2 \text{H}_2\text{O} + 571,68 \text{ кДж}$  Вычислите количество теплоты, которая выделится при сгорании водорода объёмом 67,2 л (н.у.). Рассчитайте, какой объём воздуха (н.у.) для этого потребуется (объёмная доля кислорода в воздухе составляет 20%).

3. По термохимическому уравнению  $\text{C} + \text{O}_2 = \text{CO}_2 + 393,5 \text{ кДж}$  Вычислите количество теплоты, которая потребуется при сжигании каменного угля массой 1 т, содержащего 16% примесей.

4. Составьте термохимическое уравнение образования воды (жидкой) из простых веществ, если известно, что при образовании 9 г воды выделяется 123 кДж теплоты.

5. При сжигании 5,6 л угарного газа выделилось 70,5 кДж теплоты. Составьте термохимическое уравнение этой реакции.

6. При соединении 18 г алюминия с кислородом выделяется 547 кДж теплоты. Составьте термохимическое уравнение этой реакции.

### Решение задач на нахождение массового состава смеси веществ

1. При действии соляной кислоты на 7,8 г смеси металлического цинка и оксида цинка выделилось 1,12 л водорода. Каков состав смеси?

2. 8,16 г смеси, состоящей из оксидов магния и алюминия, растворили в щёлочи. При этом образовалось 0,36 г воды. Какова массовая доля (%) оксида магния в смеси?

3. Смесь алюминия и меди массой 12 г обработали раствором соляной кислоты и собрали водород объёмом 7,4 л при н.у.. Определите массовые доли (в %) каждого металла в смеси.

4. Смесь кремния и угля массой 29 г обработали избытком концентрированного раствора щёлочи. В результате реакции выделился водород объёмом 13,44 л (н.у.). Определите массовую долю (%) кремния в этой смеси.

5. Имеется смесь карбоната и гидрокарбоната натрия. При прокаливании образца смеси массой 60 г выделилась вода массой 2,7 г. Определите массовые доли солей в смеси (в%).

Отв:  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ - 58%,  $\text{NaHCO}_3$  -42%

6. Имеется смесь порошков металлов никеля, цинка и серебра. Часть этой смеси массой 4,58 г обработали концентрированным раствором щёлочи, получив при этом газ объёмом 224 мл. Другую часть той же смеси массой 11,45 г обработали

разбавленной серной кислотой. При этом выделился газ, занимающий объём 2,24 л.

Определите массовые доли (%) металлов в смеси. Объёмы приведены к н.у.

Отв: 38,65%-Ni ; 14,19%- Zn, 47,16%-Ag

### Расчётные задачи по теме «Растворы»

#### Вычисление концентрации раствора по массе растворённого вещества

1. В воде объёмом 200 мл растворили соль массой 40 г. Определите массовую долю (%) соли в полученном растворе, приняв плотность воды равной 1г/мл.
2. В воде массой 40г растворили железный купорос  $\text{FeSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$  массой 3,5г. Определите массовую долю (%) сульфата железа (II) полученном растворе.
3. В растворе массой 100г содержится хлорид бария массой 20г. Какова массовая доля (%) хлорида бария в растворе?

#### Вычисление концентрации раствора по объёму, массе растворителя.

1. Сахар массой 1кг растворили в воде объёмом 5л. Найти массовую долю (%) сахара в этом растворе.

2. В 600г воды растворили аммиак  $\text{NH}_3$  объёмом 560мл (н.у.). Определите массовую долю (%) аммиака в полученном растворе.

Отв: 0,071%

3. В 72,8мл воды растворили 11,2 л  $\text{HCl}$ . Вычислите массовую долю(%)  $\text{HCl}$  в полученном растворе.

Отв: 20%

4. 400г раствора, плотность которого 1,5г/мл, содержат 360г растворённого вещества. Вычислите массовую долю (%) в-ва в этом растворе.

Отв:60%)

5. В 500см<sup>3</sup> воды растворили 11,2 л хлороводорода (н.у.). Массовая доля (в %) хлороводорода в растворе составляет:

а) 7,04                      б) 3,52                      в) 4,69                      г) 8,24

6. В 175г воды растворено 25г медного купороса  $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ . Какова массовая доля (%) сульфата меди в полученном растворе?

Отв: 8%

#### Вычисление концентрации раствора при разбавлении, упаривании, смешивании растворов.

1. При выпаривании 500г 10%-ного раствора хлорида натрия получили раствор массой 200г. Вычислите массовую долю (%) полученного раствора.

2. Определите массовую долю (%) сульфата калия, если 4кг 15%-ного раствора выпарили до 1кг.

3. К 250г 10%-ного раствора поваренной соли прилили 150мл воды. Какова массовая доля (%) соли в полученном после разбавления растворе?

4. К 120г глюкозы с массовой долей 14% прилили 180мл воды. Какова массовая доля (%) глюкозы в полученном растворе?

5. Смешали 200г 50%-ного раствора с 300г 20%-ного раствора. Какова массовая доля (%) получившегося раствора?

6. К 40г раствора фосфата натрия  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  с массовой долей 8% прилили 20г раствора с массовой долей  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  5%. Какова массовая доля (%) полученного раствора?

**Расчёты массы, объёма, количества вещества по известной массе раствора с определённой долей растворённого вещества.**

1. Какую массу фосфата калия и воды нужно взять для приготовления раствора с массовой долей  $\text{K}_3\text{PO}_4$  8% массой 250г?

2. Какая масса хлорида железа (III) содержится в 20мл раствора с массовой долей  $\text{FeCl}_3$  40%? Плотность раствора 1,13г/мл.

3. Какие массы воды и нитрата аммония  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  необходимо взять для приготовления 3л раствора с массовой долей  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  8%? Плотность раствора 1,06г/мл.

4. В каком количестве воды следует растворить 90г вещества, чтобы получить 10-процентный раствор?

5. Имеется 90-процентный раствор. Какое количество его нужно взять, чтобы приготовить 500г 20%-ного раствора?

6. Сколько воды надо прибавить к 2кг 60- процентного раствора, чтобы получить 12-процентный раствор?

**Вычисления по уравнениям реакций, протекающих в растворе.**

1. Сколько г. расходуется 5-процентного раствора гидроксида натрия при реакции с 2г хлорида меди(II)?

2. Какая масса раствора с массовой долей гидроксида натрия 4% потребуется для полной нейтрализации соляной кислоты массой 30г с массовой долей  $\text{HCl}$  5%?

3. К 200г раствора с массовой долей нитрата серебра 4,25% прилили 50г раствора с массовой долей бромида натрия 20,6%. Определите количество вещества и массу образовавшегося осадка.

4. К гидроксиду железа ( III) массой 10,7г добавили 66,4см<sup>3</sup> раствора ( $\rho=1,1\text{г/см}^3$ ) с массовой долей хлороводорода 20%. Определите массу образовавшейся воды.

5. Определите объём 20%-ного раствора соляной кислоты ( $\rho=1,1\text{г/мл}$ ), который потребуется для реакции с 10г карбоната кальция  $\text{CaCO}_3$ .

6. Какая масса осадка образуется, если пропускать оксид углерода ( IV) объёмом 280мл (н.у.) через раствор с массовой долей гидроксида бария 0,12 и массой 20г?

Отв: 2,46г

### Задачи повышенной трудности.

1. Нагрели смесь поваренной соли массой 117г и 200см<sup>3</sup> раствора ( $\rho=1,727\text{г/см}^3$ ) с массовой долей серной кислоты 80%. Определите объём (н.у.) выделившегося хлороводорода.

2. К 300см<sup>3</sup> раствора ( $\rho=1,083\text{г/см}^3$ ) с массовой долей хлорида железа(III) 2,5% прилили раствор, содержащий 10,08г гидроксида калия. Образовавшийся осадок отделили от раствора и прокалили до постоянной массы. Вычислите количество вещества и массу твёрдого остатка.

3. Вычислите объём раствора ( $\rho=1,11\text{г/см}^3$ ) с массовой долей азотной кислоты 20% (р-р считать концентрированным), необходимого для реакции с 6,8г меди с массовой долей примесей 6%.

### Решение комбинированных задач.

#### Зачёт. Решение комбинированных задач.

1. Смесь оксида углерода (IV) и азота объёмом 1,6л пропустили через известковую воду. Образовался осадок массой 2г. Определите массовую долю азота в смеси.

2. Рассчитайте объём концентрированной серной кислоты ( $\rho=1,84\text{г/мл}$ ) с массовой долей 98%, которую необходимо взять для полного растворения меди массой 10г.

Отв: 17мл

3. Какой объём раствора плотностью 1,33г/мл с массовой долей гидроксида натрия 30% надо прилить к воде объёмом 200мл для получения раствора с массовой долей NaOH 8%? Плотность воды равна 1г/мл.

Отв: 54,7мл

4. К раствору, в котором находится нитрат алюминия массой 42,6г, прилили раствор, содержащий карбонат натрия массой 37,2г. Осадок прокалили. Определите массу осадка после прокаливания.

Отв: 10,2г.

5. Газ, полученный при взаимодействии сульфида железа (II) массой 17,6г с избытком серной кислоты, пропустили через раствор сульфата меди (II) массой 300г. Образовался осадок массой 14,4г. Определите массовую долю (%) сульфата меди (II) в растворе.

Отв: 8%.

