

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Элективный курс «Решение нестандартных задач по химии» предназначен для учащихся 10-11 классов и носит предметно - ориентированный характер.

В связи с сокращением количества часов для изучения химии в старшей школе многие учащиеся не успевают усвоить способы решения задач разных типов, падает интерес к науке химии, большинство детей равнодушно или негативно относятся к изучению химии, считая ее «наукой, где много надо запоминать». С другой стороны, в перспективе многие из них собираются продолжать образование в ВУЗах и колледжах химического профиля. Поэтому возникла необходимость создания данной программы.

Учащиеся смогут прорешать задачи, встречающиеся в школьной программе и, кроме того, познакомиться с новыми типами задач.

Содержание занятий построено таким образом, что сначала в краткой форме даётся теоретический материал, а затем решаются задачи по данной теме.

Задачи взяты из разных сборников задач для поступающих в ВУЗы.

Содержание курса поможет ученикам подготовиться к поступлению в ВУЗ или колледж, получить реальный опыт решения сложных задач и ответить на вопросы «Могу ли я?», «Хочу ли я?».

### **Цели данного элективного курса:**

- \*проверить готовность учащихся к усвоению материала повышенного уровня сложности
- \*устранить пробелы в знаниях;
- \*познакомить учащихся с видами деятельности, необходимыми для успешного усвоения программы,
- \*сформировать умение правильно оформлять и решать задачи,
- \*развить способность учащихся ориентироваться среди различных типов задач

Интеграция знаний по химии, физике (газовые законы), математике (решение задач с помощью уравнений) позволяет создать положительную мотивацию обучения.

Формами отчётности по изучению данного элективного курса могут быть:

- составление сборников авторских задач учащихся по разделу, теме (с решениями);
- составление творческих расчётных задач по различным темам (например, «Медицина», «Экология» и т. д.)
- зачёт по решению задач.

### **Планируемый результат:**

Пройдя данный курс, учащиеся смогут решать задачи повышенного уровня сложности из сборников задач (см. список литературы) на базе знаний выпускника основной школы.

### **Требования к уровню освоения содержания:**

**В результате изучения программы элективного курса ученик должен знать/понимать**

***важнейшие химические понятия:*** относительные атомная и молекулярная массы,

моль, молярная масса, молярный объем, массовая доля, молярная концентрация

***основные законы химии:*** сохранения массы веществ, постоянства состава, газовые

законы

### **уметь**

- ***проводить*** самостоятельный поиск химической информации с использованием различных источников (научно-популярных изданий, компьютерных баз данных, ресурсов Интернета); использовать компьютерные технологии для обработки и передачи химической информации и ее представления в различных формах;

- ***решать*** задачи изученных типов

**использовать приобретенные знания и умения в практической деятельности и повседневной жизни для:**

## Учебно-тематический план

	Названия тем	Кол-во часов	Виды деятельности
1	Основные типы расчётных задач по химии Основные физические и химические величины	3	Лекция. Входной контроль
2	Вывод неизвестного элемента по данным качественного анализа	4	решение задач
3	Задачи с использованием газовых законов Закон Авогадро, законы Гей-Люссака и Бойля-Мариотта. Закон кратных	4	Лекция решение задач
4	Задачи с экологическим содержанием	3	решение задач
5	Способы выражения концентрации растворов	5	Лекция решение задач
6	Молярная концентрация	4	решение задач
7	Решение задач алгебраическим способом (с помощью уравнений и систем уравнений)	6	решение задач
8	Определение формулы вещества по массовой доле элементов и по массе или объему продуктов сгорания.	4	Решение задач
9	Итоговое занятие	1	Зачёт. Презентация творческих работ.
	Итого	34	



Понятие		Примеры	Математическое выражение
Обозначение	Ед. измерения		
Относительная атомная масса, $A_r$	безразмерная	$A_r(\text{S}) = 32$	$A_r = \frac{m_a \text{ а.е.м.}}{1 \text{ а. е. м.}}$
Относительная молекулярная масса, $M_r$	безразмерная	$M_r(\text{HCl}) = 36,5$	$M_r = \frac{m_m \text{ а.е.м.}}{1 \text{ а.е.м.}}$
Атомная единица массы, 1 а. е. м.	г, кг	1 а. е. м.	$1 \text{ а.е.м.} = \frac{m_a(\text{C})}{12} = 0,166 \cdot 10^{-24} \text{ г}$
Количество вещества (число молей), $\nu$	моль	$2(\text{NaOH}) = 2 \text{ моль}$	$\nu = \frac{m \text{ г}}{M \text{ г/моль}}$
Молярная масса атомарного вещества, $M$	г/моль	$M(\text{S}) = 32 \text{ г/моль}$	$M = \frac{m_a \text{ г}}{\nu \text{ моль}}$
Молярная масса, $M$	г/моль	$M(\text{H}_2\text{O}) = 18 \text{ г/моль}$	$M = \frac{m \text{ г}}{\nu \text{ моль}}$
Масса, $m$	г, кг	$m(\text{CaCO}_3) = 100 \text{ г}$	$m = M \text{ г/моль} \cdot \nu \text{ мол}$
Число Авогадро, $N_A$	структурных единиц/моль	$N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$	$N_A = \frac{N}{\nu}$ , где $N$ — число структурных единиц
Молярный объем (при н. у.), $V_m$	л/моль, м <sup>3</sup> /моль	$V_m = 22,4 \text{ л/моль}$	$V_m = \frac{V \text{ л}}{\nu \text{ моль}}$
Объем газообразного вещества (н. у.), $V$	л, м <sup>3</sup>	$V(\text{CO}_2) = 50 \text{ л}$	$V = V_m \text{ л/моль} \cdot \nu \text{ мол}$

**Примечание.** Относительная молекулярная масса вещества численно равна молярной массе:  $\{++M_r\} = \{M\}$ .

## УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ, НАЗВАНИЯ

### И ЕДИНИЦЫ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

$\tau$	Время	сек
$\eta$	Выход продукта (массовая доля выхода)	%
$p$	Давление	кПа, Па
$\Delta H$	Изменение энтальпии	Дж
$\nu$	Количество вещества	моль
$m$	Масса	г, кг
$\omega$	Массовая доля	%
$x$	Молярная доля	
$C$	Молярная концентрация	моль/л
$M$	Молярная масса	г/моль
$V_m$	Молярный объем газа	л/моль
$V$	Объем	л, м <sup>3</sup>
$\varphi$	Объемная доля	%
$A_r$	Относительная атомная масса	-
$M_r$	Относительная молекулярная масса	-
$D_{H_2}$	Относительная плотность по водороду	-
$D_{воз}$	Относительная плотность по воздуху	-
$\rho$	Плотность	г/мл
$N_A$	Постоянная Авогадро	моль <sup>-1</sup>
$\nu$	Скорость реакции	моль/(л·с)
$T$	Температура	К
$t$	Температура по шкале Цельсия	°C
$\gamma$	Температурный коэффициент скорости реакции	-

## Тема 1. Вывод неизвестного элемента

1) Состав оксида некоторого металла может быть выражен простейшей формулой  $Me_2O_3$ . Известно, что оксид массой 76,5 г содержит металл массой 40,5 г. Какой металл образует оксид? (алюминий)

2) Некоторый элемент проявляет в оксиде степень окисления +4. Массовая доля этого элемента в оксиде составляет 71,17%. Какой это элемент?

*Ответ:* селен.

3) Оксид элемента имеет состав  $ЭO_3$ . Массовая доля кислорода в этом оксиде составляет 60%. Какой элемент образует оксид? *Ответ:* сера.

4) Элемент массой 16 г, взаимодействуя с молекулярным кислородом массой 6,4 г, образует оксид состава  $ЭO$ . Определите, что это за элемент.

*Ответ:* кальций.

## Тема 2. Газовые законы

**Закон постоянства состава** (Ж. Пруст, 1808) — все индивидуальные вещества имеют постоянный качественный и количественный состав, независимо от способа их получения.

**Закон кратных отношений** (Дж. Дальтон, 1803) — если два элемента могут образовывать между собой несколько соединений, то массовые доли любого из элементов в этих соединениях относятся друг к другу как небольшие целые числа.

Пример.  $FeO$  и  $Fe_2O_3$

$$w_2(Fe) = 56 / (56 + 16) = 0,778;$$

$$w_2(Fe) = 2 \cdot 56 / (2 \cdot 56 + 3 \cdot 16) = 0,7;$$

$$w_1(Fe) / w_2(Fe) = 1,111 = 10:9.$$

**Закон объемных отношений** (Ж. Гей-Люссак, 1808) объемы газов, вступающих в реакцию, а также объемы газообразных

продуктов реакции относятся друг к другу как небольшие целые числа.

Пример.  $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 = 2\text{HCl}$  (один объем водорода реагирует с одним объемом хлора, при этом образуются два объема хлороводорода).

**Закон Авогадро** (1811) — в равных объемах газов при постоянных температуре и давлении содержится одинаковое число молекул. Объемы газов прямо пропорциональны их количествам:

$$V_1 / V_2 = \nu_1 / \nu_2$$

### **Объединенный газовый закон -**

$P V/T = \text{const}$

( $P$  — давление газа,  $V$  — его объем,  $T$  — абсолютная температура). Закон справедлив для заданного количества газа. Для одного моля газа постоянная в правой части уравнения равна *универсальной газовой постоянной*.

### **Уравнение Клапейрона—Менделеева** для идеального газа

$$PV = \nu RT, \quad \text{или} \quad PV = (m/M) \nu RT,$$

где  $\nu$  - количество газа (моль),  $R$ -универсальная газовая постоянная,  $m$  — масса газа,  $M$  — его молярная масса.

### **Универсальная газовая постоянная:**

$$R = 8,314 \text{ ДжДмоль} \cdot \text{К} = 0,082 \text{ л} \cdot \text{атм}/(\text{моль} \cdot \text{К}).$$

### **Нормальные условия для газов:**

$$P_n = 101325 \text{ кПа} = 1 \text{ атм}, \quad T_0 = 273,15 \text{ К} = 0 \text{ }^\circ\text{C}.$$

**Молярный объем газа**  $V_m$  — объем одного моля газа:  $V_m = V/\nu$

$V_m$  зависит от температуры и давления: при нормальных условиях  $V_m = 22,4 \text{ л /моль}$ ; при произвольных условиях

$$V_m = RT / P. \quad \text{Плотность}$$

### **газов:**

$\rho = rn/V = (P/RT)$ , где  $M = M/V_m$  ( $M$ — молярная масса,  $V_m$  — молярный объем).

**Относительная плотность газов** – безразмерная величина, равная отношению плотностей двух газов:

$$D_A(B) = \rho(B)/\rho(A) = M(B)/M(A) \text{ (M— молярная масса).}$$

### **Задачи на газовые законы.**

1) Какой объем займет при температуре 20° С и давлении 250 кПа аммиак массой 51 г? *Ответ: 29,2 л.*

2) Оксид углерода (IV) находится в сосуде, объем которого равен 20 л, при температуре 22° С и давлении 500 кПа. Определите массу оксида углерода (IV). *Ответ: 179,4 г.*

3) Газ массой 30,3 г заполнил сосуд объемом 15 л при температуре 18° С. Давление газа внутри сосуда составляет 122 кПа. Определите молярную массу газа. *Ответ: 40 г/моль.*

### Тема 3 Задачи с экологическим содержанием.

1) В стратосфере на высоте 20-30 км находится слой озона  $O_3$ , который защищает Землю от ультрафиолетового излучения. 150 моль озона. Сколько это составляет молекул и какова масса?

2) Круговорот азота в природе включает биологическую фиксацию клубеньковыми бактериями и процессы окисления азота при грозовых разрядах. Масса одной молекулы оксида азота, полученного во время грозы, составляет  $4,99 \cdot 10^{-23}$ .

Определил формулу этого оксида.

*Ответ: NO*

3) Считается, что загрязняющие вещества не оказывают вредного влияния, если их содержание в атмосфере не превышает ПДК (предельно-допустимая концентрация). ПДК ( $SO_2$ ) = 0,05 мг/м<sup>3</sup>. Вдыхание какого количества  $SO_2$  в сутки не опасно для человека? Взрослый человек вдыхает в среднем за сутки 10 м<sup>3</sup>.

*Ответ: 0,5 мг.*

4) Человек начинает ощущать едкий вкус  $SO_2$ , если в 1 м<sup>3</sup> воздуха содержится его 3 мг. При вдыхании такого воздуха в течение 5 мин у человека начинается ларингит - воспаление слизистой оболочки гортани. Какое суммарное количество оксида серы приводит к этому заболеванию? Объём лёгких человека 3,5 л, а периодичность дыхания - 4 сек.

*Ответ: 0,7875 мг*

5) Такие виды рыб, как форель и хариус, очень чувствительны к чистоте воды. Если в 1 л природной воды содержится всего  $3 \cdot 10^{-6}$  моль серной кислоты (которая может попасть в воду с промышленными стоками или во время кислотных дождей), то мальки этих рыб погибают. Найдите массу  $H_2SO_4$  в 1 л воды, которая представляет смертельную опасность для мальков. *Ответ:*

6) Растения суши и Мирового океана ежегодно выделяют при фотосинтезе 320 млрд т газообразного кислорода. Сколько это составляет молекул? Какое количество

вещества.

*Ответ:  $6 \cdot 10^{39}$*

### Тема 4. Способы выражения концентрации растворов

**Растворимость** (коэффициент растворимости) — масса вещества, которая может раствориться в 100 г растворителя

(Растворимость твердых веществ в воде изменяется в больших пределах — от 10<sup>-6</sup> г (HgS) до сотен граммов (AgNO<sub>3</sub>). Растворимость большинства твердых веществ увеличивается с ростом температуры, растворимость газов — уменьшается. Растворимость газов увеличивается с повышением давления.

**Массовая доля растворенного вещества** — безразмерная величина, равная отношению массы вещества к массе раствора:

$$w = m(\text{в-ва})/m(\text{р-ра}).$$

По массовой доле растворы делятся на *разбавленные* ( $w$  мало) и *концентрированные* ( $w$  велико).

## Вычисление массовой доли вещества в растворе

Примечание. Чтобы от безразмерной величины — массовой доли перейти к доле вещества, выраженной в процентах, необходимо умножить ее на 100%.

### А л г о р и т м

Решение задачи необходимо свести к формуле (1). В формуле фигурируют три величины: концентрация раствора, масса раствора и масса растворенного вещества. Определяем, какие из необходимых величин известны или могут быть рассчитаны из условий задачи, далее возможны два варианта.

Вариант 1. две из трех величин известны и ответ может быть получен простой подстановкой в формулу.

Вариант 2. Неизвестно более одной величины. Тогда нужно одну из неизвестных величин обозначить через переменную, например  $x$ , и выразить через нее остальные неизвестные. Тогда задача сводится к решению уравнения с одним неизвестным.

Задача 1 Определите концентрацию раствора, образующегося при

растворении 30 г сахара в 120 г воды. Ответ. 20%.

Задача 2 Определите концентрацию раствора, образовавшегося при

добавлении 20 г соли к 180 г 5% -ного раствора этой соли. Ответ. 14,5%.

Задача 3 Определите концентрацию раствора, образующегося при

разбавлении 50 г 10% —ного раствора спирта 150 мл воды. Ответ. 2,5 %

Задача 4 В бензоле объёмом 170 мл растворили серу массой 1,8 г Плотность бензола 0,88.г/мл . Определите массовую долю серы в раствор.

Задача 5 Какой объём раствора серной кислоты плотностью 1,8. г/мл с массовой долей  $H_2SO_4$  88% надо взять для приготовления раствора кислоты объёмом 300 мл и плотностью 1,3 г/мл с массовой долей 40 %? *Ответ. 98,5 мл*

Задача 6 Определите концентрацию раствора, образующегося при смешивании 600 г 20% -ного раствора и 400 г 5%-ного раствора хлорида меди (II). *Ответ.14%*

Задача 7 Сколько граммов сахара нужно растворить в 120 мл воды, чтобы получить 25%-ный раствор? *Ответ. Необходимо 40 г сахара.*

Задача 8 В каком объеме воды нужно растворить 30 г сульфата меди, чтобы получить 8%-ный раствор?

Решение. Пусть необходимо взять  $x$  г воды, тогда масса получившегося раствора будет равна  $(30+x)$  г. Необходимо 345 г воды. Плотность воды 1 г/мл, объем воды равен 345 мл. *Ответ. 345 мл.*

## Тема 5. Молярная концентрация.

**Молярная доля растворенного вещества** — безразмерная величина, равная отношению числа молей вещества к общему числу молей всех веществ в растворе:

**Молярная концентрация** растворенного вещества показывает, сколько молей вещества содержится в 1 л раствора:

$$c = \frac{V(\text{в-ва})}{V(\text{р-ра})}.$$

Единицы СИ молярной концентрации — моль/м<sup>3</sup>, однако чаще используется единица моль/л. Единицу молярной концентрации обозначают буквой М. Например, запись 0,2М означает, что молярная концентрация равна 0,2 моль/л.

Задача 1 В воде растворили гидроксид калия массой 11,2 г, объем р-ра довели до 200 мл. Определите молярную концентрацию полученного раствора.  
*Ответ: 1 моль/л*

Задача 2 Определите молярную концентрацию раствора, полученного при растворении сульфата натрия массой 42,6 г в воде массой 300 г, если плотность полученного раствора равна 1,12 г/мл. *Ответ: 0,98 моль/л*

Задача 3 В воде массой 128 г растворили метиловый спирт объемом 40 мл и плотностью 0,8 г/мл. Определите молярную концентрацию полученного раствора, если его плотность равна 0,97 г/мл. *Ответ: 6,06 моль/л*

Задача 4 Аммиак, объем которого при нормальных условиях равен 2,8 л, растворили в воде. Объем раствора довели до 500 мл. Какое количество вещества аммиака содержится в таком растворе объемом 1 л?  
*Ответ: 0,25 моль*

Задача 5 Какая масса хлорида калия потребуется для приготовления раствора этой соли объемом 300 мл и концентрацией 0,15 М КСl? *Ответ: 3,35 г.*

Задача 6 Определите молярную концентрацию раствора с массовой долей гидроксида натрия 0,2, плотность которого равна 1,22 г/мл.

Решение: для решения задачи необходимо выбрать произвольные значения массы или объема раствора, Например, берем для расчетов образец раствора массой = 100 г. Определяем массу растворенного гидроксида натрия:

Рассчитываем объем раствора. Количество вещества растворенного гидроксида натрия составляет *Ответ: 6,1 моль/л*

Задача 7 Какое количество вещества нитрата натрия содержится в растворе объемом 1 л с массовой долей 40%, плотность которого 1,32 г/мл?  
*Ответ: 6,2 моль.*

Задача 8 Определите массовую долю хлорида кальция в растворе 1,4М  $\text{CaCl}_2$ , плотность которого равна 1,12 г/мл. *Ответ: 0,139 (14%)*

Задача 9 Какой объем раствора с массовой долей серной кислоты 9,3% (плотность 1,05 г/мл) потребуется для приготовления раствора 0,35М  $\text{H}_2\text{SO}_4$  объемом 40 мл?  
*Ответ: 14,05 мл*

Задача 10 Какой объем 5 М раствора  $\text{KOH}$  потребуется для приготовления 0,6М раствора  $\text{KOH}$  объемом 250 мл? *Ответ: 30 мл.*

## **Тема 6. Решение задач алгебраическим способом.**

Задача 1. В раствор сульфата меди опустили железную пластинку, масса которой увеличилась в ходе реакции на 2 г. Вычислить массу железа, которая вступила в реакцию. *Ответ. В раствор перешло железо массой 14 г.*

Задача 2. Раствор, содержащий 5,1 г хлорида натрия, смешали с раствором, содержащим такую же массу нитрата серебра. Найти массу хлорида серебра, образовавшегося в результате реакции. *Ответ: масса 4,3 г.*

Задача 3. Карбонат кальция опустили в раствор соляной кислоты, и после полного растворения соли масса образовавшегося раствора увеличилась на 5,6 г. Вычислить массу исходного карбоната кальция.

*Ответ. Масса карбоната кальция — 10 г.*

Задача 4. В токе хлора сожгли 1,76 г смеси медных и железных опилок, в результате чего получилось 4,60 г смеси хлоридов металлов. Найти массу меди, вступившей в реакцию.

Задача 5. При взаимодействии 20 г сплава цинка и магния с избытком серной кислоты образовалось 69 г сульфатов. Определить состав сплава в массовых долях. *Ответ. 0,62, или 62%, цинка и 0,38, или 38%, магния по массе.*

## **Литература**

1. Будруджак П. Задачи по химии. М: Мир, 1989.
2. Ерёмкина Н.А. и др. Справочник школьника по химии: 8-11 кл. - М. Дрофа, 1996.-208 с.
3. Лабий Ю.М. Решение задач с помощью уравнений и неравенств. - М.: Просвещение, 1987.- 80 с.
4. Маршанова Г.Л. 500 задач по химии. 8 - 11 кл. - М. Издат-школа «РАЙЛ», 1997.-80 с.
5. Свитанько И. В. Нестандартные задачи по химии. М.: МИРОС, 1994
6. Сергеев С.А. Готовимся к выпускному экзамену. Химия. - М. : Аквариум, 1997.-240с.
7. Хомченко Г. П. , Хомченко И. Г. Задачи по химии. М.: Высшая школа, 1986, 1990, 1997.
9. Хомченко Г. П. , Хомченко И. Г. Сборник задач по химии для поступающих в вузы. М.: Новая Волна, 2002.