



Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки  
ФГБНУ «Федеральный институт педагогических  
измерений»

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**  
**обучающимся**  
**по организации индивидуальной**  
**подготовки к ЕГЭ 2024 года**

**ХИМИЯ**

Москва, 2024

Автор-составитель: Д.Ю. Добротин

Методические рекомендации предназначены для обучающихся 11 классов, планирующих сдавать ЕГЭ 2024 г. по химии. Методические рекомендации содержат советы разработчиков контрольных измерительных материалов ЕГЭ и полезную информацию для организации индивидуальной подготовки к ЕГЭ. В рекомендациях указаны темы, на освоение/повторение которых целесообразно обратить особое внимание.

## Уважаемые выпускники!

Скоро вам предстоит сдать единый государственный экзамен (ЕГЭ) по химии. Ваша основная задача – получить возможность поступить в выбранный вуз благодаря хорошей химической подготовке. Предлагаемые рекомендации помогут вам в подготовке к экзамену. Главным условием в достижении данного результата должна стать ваша системная подготовка по химии. И даже с учётом ограниченного времени, которое осталось до начала экзамена, возможность успешно организовать систему обобщения и повторения материал сохраняется. Для этого нужно помнить, что есть ряд умений, которые играют ключевую роль в системе подготовки:

- *характеризовать* общие свойства химических элементов на основе строения их атомов и положения в Периодической системе Д.И. Менделеева;

- *составлять* формулы (молекулярные и структурные) веществ, схемы строения атомов, уравнения химических реакций и др.;

- *объяснять* закономерности в изменении свойств веществ;

- *прогнозировать* химические свойства неорганических и органических веществ на основе их состава и строения (видов связей, типов кристаллических решёток, пространственного строения молекул) и возможность протекания химических реакций;

- *объяснять* сущности химических реакций, знать факторы, влияющие на изменение скорости химической реакции и состояние химического равновесия;

- *применять* знания и умения, сформированные в процессе выполнения реального химического эксперимента;

- *использовать* приобретённые знания для объяснения химических явлений, происходящих в природе, быту и на производстве;

- *проводить* вычисления по химическим формулам и уравнениям химических реакций.

Успешности формирования этих умений во многом будет способствовать правильно организованная работа по отработке изученного материала. При этом важно не только просто повторение. Нужно обязательно уяснить для себя, какие вопросы в той или иной теме являются основными, какие существуют взаимосвязи между отдельными элементами содержания, какова сущность ведущих понятий и каковы границы их применения. Уверены, что ваша подготовка к экзамену началась заблаговременно. Поэтому в условиях ограниченного времени необходимо выявить имеющиеся слабые места в вашей подготовке. Для этого целесообразно прорешать один вариант (как на ЕГЭ), проверить правильность выполнения заданий и выявить задания, в которых были допущены ошибки.

Далее целесообразно ещё раз повторить материал по темам, в которых допущено наибольшее количество ошибок, после чего снова прорешать задания по проблемным для вас линиям. С этой целью можно использовать «Навигатор для самоподготовки», который размещён на сайте ФИПИ: <<https://fipi.ru/navigator-podgotovki/navigator-ege#hi>>. В нём приведены скомпонованные по разделам примеры заданий, включавшихся в реальные варианты ЕГЭ. Это позволяет последовательно отрабатывать и проверять уровень своей подготовки. Там же можно ознакомиться с видеоконсультациями разработчиков КИМ ЕГЭ с ответами на вопросы от старшеклассников и рекомендациями за предыдущие годы.

Таким образом, основным залогом успешной подготовки к ЕГЭ в оставшееся время является чёткое планирование занятий по выявленным проблемным разделам подготовки.

В предлагаемых рекомендациях сделаны акценты на заданиях, вызывающих существенные затруднения у экзаменуемых. Причём темы, которые проверяют проанализированные ниже задания, относятся к числу системообразующих: строение вещества, номенклатура, химические свойства веществ, расчётные задачи.

Рассмотрим решение заданий 1–3, которые объединены единым контекстом, представленным в виде перечня веществ.

### **Примеры 1–3**

Для выполнения заданий 1–3 используйте следующий ряд химических элементов:

1) Li    2) Si    3) Ne    4) Al    5) Cl

Ответом в заданиях 1–3 является последовательность цифр, под которыми указаны химические элементы **в данном ряду**.

1. Определите элементы, атомы которых в основном состоянии имеют только один неспаренный  $p$ -электрон. Запишите в поле ответа номера выбранных элементов.

Ответ:

2. Из указанных в ряду химических элементов выберите три элемента, которые в Периодической системе химических элементов Д.И. Менделеева находятся в одном периоде. Расположите выбранные элементы в порядке усиления неметаллических свойств.

Ответ:

3. Из указанных в ряду химических элементов выберите два элемента с одинаковой разностью между максимальной и минимальной степенями окисления.

Ответ: 

--	--

Приведём комментарии к решению заданий 1–3.

При выполнении задания 1 составим электронные конфигурации атомов элементов, указанных в условии, с учётом их положения в Периодической системе Д.И. Менделеева.

Атом натрия имеет конфигурацию внешнего электронного слоя  $3s^1$ , т.е. содержит один неспаренный электрон, находящийся на  $s$ -орбитали.

В атоме кремния на внешнем уровне четыре электрона:  $3s^23p^2$ , два из них, находящихся на  $p$ -орбиталях, являются неспаренными.

В атоме неона на внешнем уровне 8 электронов, образующих четыре электронные пары:  $2s^22p^6$ .

Атом алюминия на внешнем уровне имеет три электрона:  $3s^23p^1$ , при этом электрон, находящийся на  $p$ -орбитали, является неспаренным.

Атом хлора на внешнем уровне имеет семь электронов:  $3s^23p^5$ , причём один из  $p$ -электронов является неспаренным.

Ответ к заданию 1: 45.

При выполнении задания 2 необходимо вспомнить, что неметаллические свойства обусловлены способностью атомов принимать электроны. В периоде с увеличением заряда ядра атомов элементов неметаллические свойства усиливаются. Элементами одного периода являются алюминий, кремний и хлор. Расположим указанные химические элементы в порядке усиления неметаллических свойств: алюминий  $\rightarrow$   $\rightarrow$  кремний  $\rightarrow$  хлор.

Ответ к заданию 2: 425.

Задание 3. Определим, какую минимальную и максимальную степени окисления могут проявлять указанные элементы.

Литий – металл IA группы. В простом веществе степень окисления лития равна 0 (это его минимальная степень окисления). В соединениях литий проявляет постоянную положительную степень окисления, равную +1 (это его максимальная степень окисления). Вычислим разность между максимальной и минимальной степенями окисления лития:  $+1 - 0 = 1$ . Максимальная степень окисления атома кремния (элемент IVA группы) равна +4.

Кремний в соединениях с металлами проявляет отрицательную степень окисления, равную  $-4$  (минимальная степень окисления). Разность между максимальной и минимальной степенями окисления атома кремния:  $+4 - (-4) = 8$ .

Неон соединений не образует. В простом веществе степень окисления неона равна  $0$ .

Алюминий – металл IIIA группы проявляют в соединениях только степень окисления  $+3$  (его максимальная степень окисления). Разность между максимальной и минимальной степенями окисления лития:  $+3 - 0 = 3$ .

Хлор – неметалл; его высшая степень окисления в соответствии с номером группы равна  $+7$ , низшая степень окисления равна  $-1$ . Разность между этими значениями равна  $8$ . Таким образом, одинаковая разность между максимальной и минимальной степенями окисления у элементов кремний и хлор.

Ответ к заданию 3: 25.

Не первый год серьёзные сложности вызывает и *задание 6*, для выполнения которого необходимо опираться на три компонента: знание химических свойств неорганических веществ; понимание способности к диссоциации сильных и слабых электролитов; опыт, приобретённый при выполнении химического эксперимента.

#### **Пример 4**

В одну пробирку с раствором гидроксида кальция добавили раствор вещества X и в результате реакции наблюдали образование осадка. В другую пробирку с раствором гидроксида кальция добавили раствор вещества Y. В результате произошла реакция, которую описывает сокращённое ионное уравнение



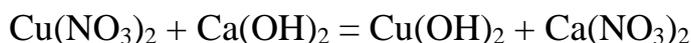
Из предложенного перечня выберите вещества X и Y, которые могут вступать в описанные реакции.

- 1) азотистая кислота
- 2) нитрат меди(II)
- 3) иодоводородная кислота
- 4) хлорид аммония
- 5) ацетат калия

Ответ:

X	Y

Чтобы определить вещество X, воспользуемся данными таблицы растворимости. Осадок может образоваться только в том случае, если к раствору гидроксида кальция добавить раствор нитрата меди(II). Протекает реакция ионного обмена, уравнение которой

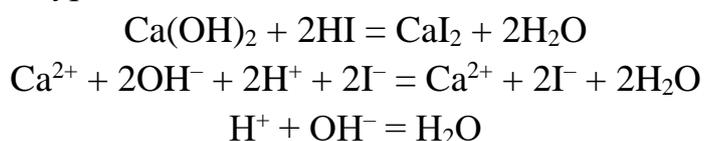


Чтобы определить вещество Y, отметим, что сокращённое ионное уравнение



соответствует реакции нейтрализации сильного основания сильной кислотой. В представленном перечне сильной кислотой является HI.

Подтвердим свой вывод молекулярным, полным ионным и сокращённым ионным уравнениями:



Ответ: 23.

Приведём комментарий к решению задания 8, проверяющего умение прогнозировать продукты реакции по исходным веществам.

### **Пример 5**

Установите соответствие между исходными веществами, вступающими в реакцию, и продуктами этой реакции: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ИСХОДНЫЕ ВЕЩЕСТВА	ПРОДУКТЫ РЕАКЦИИ
А) Fe(OH) <sub>2</sub> и H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (конц.)	1) FeSO <sub>4</sub> и H <sub>2</sub>
Б) Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> и H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (разб.)	2) Fe <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> и H <sub>2</sub> O
В) Fe и H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (разб.)	3) Fe <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> , SO <sub>2</sub> и H <sub>2</sub> O
Г) Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> и H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (конц.)	4) FeSO <sub>4</sub> и H <sub>2</sub> O
	5) Fe <sub>2</sub> S <sub>3</sub> и H <sub>2</sub> O
	6) FeSO <sub>4</sub> , Fe <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> и H <sub>2</sub> O

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

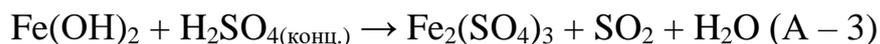
Приступая к анализу выполнения данного задания, следует заметить, что одной из типичных ошибок экзаменуемых является попытка использовать метод перебирания продуктов реакций. Более оптимальным мы

считаем подход, предусматривающий на первом этапе дописывание уравнений реакций, исходя из реагирующих веществ, и только затем уже установление соответствия состава записанных продуктов с предложенными вариантами 1–6.

Не менее важно вспомнить особенности химических (кислотно-основных и окислительно-восстановительных) свойств соединений железа, исходя из устойчивых степеней окисления. Напомним, что для железа характерны степени окисления +2 и +3. Металлическое железо слабыми окислителями окисляется до степени окисления +2, а сильными окислителями – до +3. Кроме того, соединения железа в степени окисления +2 могут быть окислены до +3.

Обсудим теперь действие каждого из предложенных реагентов на металлическое железо.

А. При действии концентрированной серной кислоты, являющейся сильным окислителем, на гидроксид железа(II) у железа будет повышаться степень окисления до +3, а у серы – понижаться, например, до +4:



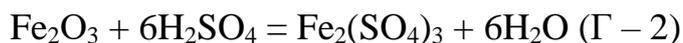
Б. Железная окалина ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) – это смешанный оксид, образованный двумя оксидами:  $\text{FeO}$  и  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Однако разбавленная серная кислота ( $\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{разб.})}$ ) не является сильным окислителем, в отличие от концентрированной серной. И реакция окалины с ней протекает за счёт ионов  $\text{H}^+$ , что приводит к образованию сульфата железа(II) и сульфата железа (III):



В. Как было замечено выше, разбавленная серная кислота является окислителем за счёт  $\text{H}^+$ :



Г. Если разбавленная серная кислота является окислителем за счёт  $\text{H}^+$ , то концентрированная серная кислота является довольно сильным окислителем за счёт  $\text{S}^{+6}$  (особенно при нагревании). Однако для железа степень окисления +3 является очень устойчивой, и дальнейшего окисления, даже под действием концентрированной серной кислоты, не произойдёт.



Теперь важно внимательно перенести определённые нами цифры в поле таблицы ответа.

Ответ : 3612.

Проанализируем ещё одно задание, которое также предусматривает применение опорных знаний, в частности знание номенклатуры органических веществ. Без знания номенклатуры практически невозможно

решать и остальные задания, проверяющие умения анализировать состав и строение, а также прогнозировать химические свойства веществ.

### **Пример 6**

Установите соответствие между названием органического соединения и классом/группой, к которому оно принадлежит: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

НАЗВАНИЕ СОЕДИНЕНИЯ	КЛАСС/ГРУППА ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ
А) диметилбензол	1) сложные эфиры
Б) гексанол-3	2) углеводороды
В) метилформиат	3) спирты
Г) стирол	4) карбоновые кислоты
	5) аминокислоты
	6) простые эфиры

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

Выполнение задания потребует знания номенклатуры органических соединений, причём как систематической, так и тривиальной. Диметилбензол (А) является производным бензола, а значит, относится к классу углеводородов (2). Суффикс -ол в названии вещества «гексанол-3», соединённый с названием предельного углеводорода, позволяет установить, что это вещество относится к классу спиртов (Б соответствует 3). Анализируя следующее название, вспоминаем, что формиатом называется остаток муравьиной (метановой) кислоты, он связан с радикалом – метил, следовательно, вещество принадлежит к классу сложных эфиров (В – 3). Название вещества Г – «стирол»; это тривиальное название винилбензола. И вас не должно смущать наличие суффикса -ол: он встречается не только у спиртов, но и в таких веществах, как бензол и фенол, которые к спиртам не относятся.

Напомним, что это вещество изучалось в теме «Высокомолекулярные органические вещества», оно является мономером для производства полистирола. Винилбензол относится к классу углеводородов (Г – 2). Вы обратили внимание на то, что диметилбензол (А) и стирол (Г) являются

представителями одного класса, т.е. в ответе буквам А и Г соответствует цифра 2.

Ответ: 2332.

Одним из наиболее проблемных блоков в экзаменационном варианте является блок «Расчётные задачи 26–28». При решении каждой из них следует опираться на определённые понятия и формулы, а также на сформированные умения, причём не только химические, но и математические.

Как показывают практика и результаты выполнения этих заданий, именно с этой составляющей подготовки у многих выпускников есть проблемы. Одна из них связана с преобразованием формул в целях поиска указанной в условии задания величины.

Другой проблемой является учёт единиц измерения и степени точности, с которой требуется записать ответ.

Задания линии 26 предусматривают проверку сформированности умения проводить вычисление массы растворённого вещества, содержащегося в определённой массе раствора с известной массовой долей, и массовой доли растворённого вещества в растворе. Именно подобные виды расчётов и встречаются на данной позиции экзаменационного варианта.

Задания, которые необходимо будет выполнить, предусматривают применение нескольких формул, отражающих взаимосвязь названных выше величин.

Массовая доля растворённого вещества ( $w$ ) равна отношению массы данного вещества А к массе всего раствора:

$$w(A) = \frac{m(A)}{m(p\text{-ра})}, \text{ или } w(A) = \frac{m(A)}{m(p\text{-ра})} \cdot 100\%$$

В соответствии с приведёнными формулами массовая доля растворённого вещества – величина безразмерная, изменяющаяся в пределах от 0 до 1, или от 0 % до 100 %.

Поскольку масса раствора складывается из массы растворённого вещества А и массы растворителя:

$$m(p\text{-ра}) = m(A) + m(p\text{-ля}),$$

то расчётные формулы можно переписать в виде:

$$w(A) = \frac{m(A)}{m(A) + m(p\text{-ля})}, \text{ или } w(A) = \frac{m(A)}{m(A) + m(p\text{-ля})} \cdot 100\%$$

Используя эти формулы, можно рассчитать массу растворённого вещества или массу раствора:

$$m(A) = w(A) \cdot m(p\text{-ра})$$

$$m(p\text{-ра}) = \frac{m(A)}{w}$$

### **Пример 7**

Определите массу воды, которую надо добавить к 20 г 70%-ного раствора уксусной кислоты для получения 3%-ного раствора уксуса. (Запишите число с точностью до целых.)

Ответ: \_\_\_\_\_ г.

Из условия задачи видно, что существует два раствора: исходный и конечный, полученный в результате разбавления исходного.

Определим массу уксусной кислоты в исходном растворе:

$$m_{в1} = 0,7 \cdot 20 = 1,4 \text{ г.}$$

Эта же масса вещества будет составлять 3 % в конечном растворе.

Исходя из этого, определим массу конечного раствора:

$$m_{р2} = 1,4 : 0,03 = 46,7 \text{ г}$$

Разность между массами конечного и исходного растворов будет являться массой добавленной воды:

$$m(\text{H}_2\text{O}_{\text{доб.}}) = 46,7 - 20 = 26,7$$

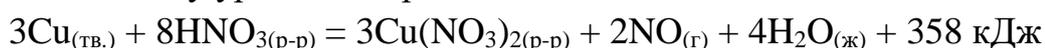
Округляем полученное значение до целых, как требуется в условии.

Ответ: 27.

В ряде случаев это задание решают пропорцией, по так называемому правилу креста.

### **Пример 8**

Взаимодействие меди с азотной кислотой протекает согласно термохимическому уравнению реакции



Определите количество теплоты, которое выделится при получении 15,68 л (н.у.) оксида азота(II). (Запишите число с точностью до десятых.)

Ответ: \_\_\_\_\_ кДж.

Из термохимического уравнения следует, что при образовании 2 моль оксида азота(II) выделяется 358 кДж теплоты.

В результате решения задачи требуется определить, сколько энергии выделится при образовании 15,68 л оксида азота(II).

Вычислим, какой объём занимают 2 моль оксида азота(II):

$$V(\text{NO}) = 2 \cdot V_m = 2 \cdot 22,4 = 44,8 \text{ л}$$

Составляем пропорцию:

$$44,8 \text{ л} - 358 \text{ кДж}$$

$$15,68 \text{ л} - X \text{ кДж}$$

Следовательно,  $X = 15,68 \cdot 358 / 44,8 = 125,3$  кДж.

Решить эту задачу можно и другим способом: сначала вычислить, сколько моль оксида азота(II) содержится в 15,68 л этого газа, а затем, составив пропорцию, найти тепловой эффект:

$$n(\text{NO}) = 15,68 : 22,4 = 0,7 \text{ моль}$$

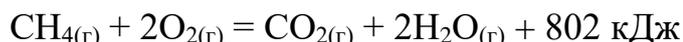
Составляем пропорцию: 2 моль – 358 кДж

$$0,7 \text{ моль} - X \text{ кДж}$$

$$X = 0,7 \cdot 358 / 2 = 125,3 \text{ кДж}$$

### **Пример 9**

Сгорание метана протекает согласно термохимическому уравнению:

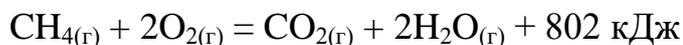


Определите количество теплоты, которое выделится в результате сжигания 24 г метана. (Запишите число с точностью до целых.)

Ответ: \_\_\_\_\_ кДж.

Задача предполагает расчёт по термохимическому уравнению реакции. Оно показывает, какое количество энергии выделяется (поглощается) при взаимодействии указанных в реакции веществ, взятых в количествах, которые соответствуют стехиометрическими коэффициентами данной реакции.

1) Запись термохимического уравнения



означает, что при горении 1 моль метана ( $\text{CH}_4$ ) образуется 1 моль оксида углерода(IV) ( $\text{CO}_2$ ), 2 моль воды ( $\text{H}_2\text{O}$ ) и при этом выделяется 802 кДж теплоты.

2) Определяем число моль  $\text{CH}_4$ :

$$n(\text{CH}_4) = 24 : 16 = 1,5 \text{ моль}$$

3) Находим количество теплоты, выделившейся при сгорании 1,5 моль  $\text{CH}_4$ :

$$Q = 802 \text{ кДж} \cdot 1,5 = 1203 \text{ кДж}$$

Решение заданий линии 28 предусматривает проведение расчётов массовой или объёмной доли выхода продукта реакции от теоретически возможного или расчётов массовой доли (массы) химического соединения в смеси.

Задачи этой линии предусматривают более тщательный анализ условия и более сложный алгоритм решения, чем в расчётных задачах 26 и 27, которые в ряде случаев могут быть решены с помощью пропорции. Дополнительные шаги в решении с опорой на уравнение реакции создаёт

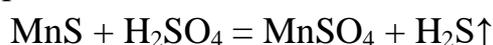
трудности в логике решения и, в свою очередь, приводит к потере баллов. Нередки случаи потери баллов вследствие невнимательного прочтения условия в аспекте искомой величины и неправильного округления итогового значения.

### **Пример 10**

Какой объём сероводорода выделится при действии серной кислоты на 26 г сульфида марганца, содержащего 5,7 % несulfидных примесей? (Запишите число с точностью до целых.)

Ответ: \_\_\_\_\_ л.

Составим уравнение реакции:



Рассчитаем массу сульфида марганца в техническом образце его:

$$m(\text{MnS}) = 26 \cdot (1 - 0,057) = 24,5 \text{ г}$$

Количество вещества сульфида марганца составит:

$$n(\text{MnS}) = m/M = 24,5 / 87 = 0,28 \text{ моль}$$

По уравнению реакции количество вещества сероводорода и сульфида марганца равно:

$$n(\text{H}_2\text{S}) = n(\text{MnS}) = 0,28 \text{ моль}$$

Объём сероводорода составит:

$$V(\text{H}_2\text{S}) = n \cdot V_m = 0,28 \cdot 22,4 = 6,27 \text{ л}$$

Ответ:  $V(\text{H}_2\text{S}) = 6,27 \text{ л}$

Приведём пример решения ещё одного задания линии 28, в котором требуется вычислить массовую долю выхода продукта ( $\eta$ ) от теоретически возможного.

### **Пример 11**

При взаимодействии 11,2 г железа с избытком хлора получено 26 г соли. Определите выход продукта реакции в процентах от теоретически возможного. (Запишите число с точностью до целых.)

Ответ: \_\_\_\_\_ %.

1. Запишем уравнение протекающей реакции:



2. Вычислим количество вещества железа и полученной соли:

$$n(\text{Fe}) = 11,2 \text{ г} : 56 \text{ г/моль} = 0,2 \text{ моль}$$

$$n_{\text{практ.}}(\text{FeCl}_3) = 26 \text{ г} : 162,5 \text{ г/моль} = 0,16 \text{ моль}$$

3. По уравнению реакции:

$$n_{\text{теор.}}(\text{FeCl}_3) = n(\text{Fe}) = 0,2 \text{ моль}$$

4. Определим выход продукта реакции:

$$\eta(\text{FeCl}_3) = n_{\text{практ.}}(\text{FeCl}_3) : n_{\text{теор.}}(\text{FeCl}_3) \cdot 100 \% = 0,16 \text{ моль} : 0,2 \text{ моль} \cdot 100\% = 80\%$$

Ответ: 80 %

Расчёты в данной задаче могут быть выполнены и иным путём.

3. Известно, что по уравнению реакции,

$$n_{\text{теор.}}(\text{FeCl}_3) = n(\text{Fe}) = 0,2 \text{ моль}$$

После определения  $n(\text{Fe})$  можно найти  $n(\text{FeCl}_3)$ , которую теоретически можно было бы получить в результате реакции:

$$m_{\text{теор.}}(\text{FeCl}_3) = 0,2 \cdot 162,5 \text{ г/моль} = 32,5 \text{ г}$$

И тогда ещё одним действием находим выход продукта реакции от теоретически возможного.

4. Определим выход продукта реакции:

$$\eta(\text{FeCl}_3) = m_{\text{практ.}}(\text{FeCl}_3) : m_{\text{теор.}}(\text{FeCl}_3) \cdot 100 \% = 26 : 32,5 \text{ моль} \cdot 100 \% = 80 \%$$

Рассмотрим другой пример решения задания 28.

### **Пример 12.**

Определите объём воздуха (н.у.), необходимый для сжигания 32 л (н.у.) угарного газа. Запишите число с точностью до целых.

Ответ: \_\_\_\_\_ л.

При чтении условия задания обратите внимание на то, что в нём требуется найти объём воздуха, а не кислорода. Это означает, что после того, как вы найдете объём кислорода, необходимо учесть, что в воздухе его только 1/5 часть.

Составим уравнение реакции:



На основании закона объёмных отношений газов в химической реакции можем утверждать, что объём кислорода, необходимый для сжигания окиси углерода, будет ровно в 2 раза меньше, т.е. составит 16 л.

Но как мы уже заметили, кислорода в воздухе содержится только 1/5 часть, т.е. 20 %. Однако более точное значение содержания кислорода в воздухе составляет 21 %. Оставшуюся долю веществ в воздухе (в данном случае) можно признать примесями.

Если использовать данное значение, то объём воздуха составит:

$$V_{(\text{возд.})} = 16 : 0,21 = 76,19 \text{ л.}$$

Округляя до целых, окончательно получаем 76 л.

Те из вас, кто в расчёте использовал примерную долю кислорода в воздухе (1/5, или 20%), получают немного другой ответ:  $16 : 0,2 = 80 \text{ л.}$

И тот и другой ответы (и 76 л, и 80 л) будут признаны в качестве правильных, т.е. заложены в эталон ответа.

Наиболее сложным в экзаменационном варианте является задание 34. Это обусловлено более комплексным характером применения химических знаний и умений, а следовательно, и выстраиванием более сложного алгоритма решения. При решении многих заданий требуется также владение математическими навыками, в частности решения линейных уравнений с одной неизвестной.

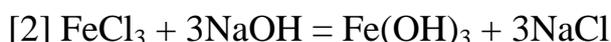
Приведём пример условия задания 34 и рассмотрим его решение.

### **Пример 13**

Через 180 г раствора, содержащего хлорид железа(II) и хлорид железа(III), в котором соотношение числа атомов железа к числу атомов хлора равно 4 : 9, пропустили хлор до прекращения реакции. К образовавшемуся раствору добавили раствор гидроксида натрия также до полного завершения реакции. При этом образовалось 351 г 20%-ного раствора хлорида натрия. Вычислите массовую долю гидроксида натрия в добавленном растворе щёлочи.

В ответе запишите уравнения реакций, которые указаны в условии задачи, и приведите все необходимые вычисления (указывайте единицы измерения искомых физических величин).

Практически любая задача по химии начинается с составления уравнений реакций.



Вторым шагом в решении является использование данных, которые указаны в условии задания: массы и массовой доли раствора, соотношения числа атомов железа и хлора.

Рассчитаны количество вещества реагентов и масса продуктов реакций:

$$m(\text{NaCl}) = 351 \cdot 0,2 = 70,2 \text{ г}$$

$$n(\text{NaCl}) = 70,2 : 58,5 = 1,2 \text{ моль}$$

$$n(\text{NaOH}) = n(\text{NaCl}) = 1,2 \text{ моль}$$

$$m(\text{NaOH}) = 1,2 \cdot 40 = 48 \text{ г}$$

$$n(\text{FeCl}_3)_{[2]} = 1/3n(\text{NaCl}) = 1,2 : 3 = 0,4 \text{ моль}$$

$$n(\text{Fe}(\text{OH})_3) = n(\text{FeCl}_3)_{[2]} = 0,4 \text{ моль}$$

$$m(\text{Fe}(\text{OH})_3) = 0,4 \cdot 107 = 42,8 \text{ г}$$

$$n(\text{атомов Fe в смеси}) = 0,4 \text{ моль}$$

$$\text{Пусть в исходной смеси } n(\text{FeCl}_2) = x \text{ моль}$$

$$\text{Тогда } n(\text{FeCl}_3) = (0,4 - x) \text{ моль}$$

$$n(\text{атомов Cl в смеси}) = 2x + 3 \cdot (0,4 - x) = (1,2 - x) \text{ моль}$$

$$0,4 : (1,2 - x) = 4 : 9n(\text{FeCl}_2) = x = 0,3 \text{ моль}$$

$$n(\text{FeCl}_3) = 0,1 \text{ моль}$$

$$n(\text{Cl}_2) = 0,5n(\text{FeCl}_2) = 0,15 \text{ моль}$$

$$m(\text{Cl}_2) = 0,15 \cdot 71 = 10,65 \text{ г}$$

Завершающей частью решения является нахождение искомой величины – массовой доли растворённого вещества. Масса гидроксида натрия была найдена ранее. Остаётся найти массу раствора. При этом необходимо учесть исходную массу раствора, массу осадка гидроксида железа(III) и массу выделившегося хлора.

Вычислена массовая доля гидроксида натрия в растворе:

$$m_{\text{р-ра}}(\text{NaOH}) = 351 - 180 - 10,65 + 42,8 = 203,15 \text{ г}$$

Теперь найдём массовую долю гидроксида натрия в растворе:

$$\omega(\text{NaOH}) = 48 / 203,15 = 0,238, \text{ или } 23,6 \%$$

Как видно из приведённого решения, важно было учесть каждое данное в условии задачи, применить формулы, отражающие взаимосвязь физических величин, решить уравнение с одним неизвестным.

Важно также заметить, что в некоторых заданиях 34 после нахождения количества вещества, требуется вернуться к составленным уравнениям реакций, чтобы точно установить состав образующихся продуктов.

Таким образом, чтобы правильно выполнить задание, необходимо осуществить поэлементный анализ информации, представленной в задании. Только в этом случае появляется возможность выполнить задание в полном соответствии с требованиями его условия.

В завершение представленных рекомендаций необходимо подчеркнуть важность проверки результатов выполнения заданий. Этот шаг не должен быть выполнен формально. Для этого в процессе выполнения заданий на черновике должны оставаться записи, отражающие основные этапы рассуждений. В этом случае на этапе проверки появляется возможность ещё раз переосмыслить правильность вашей логики и записанных ответов.

**Желаем успеха на экзамене!**