

**Частное образовательное учреждение высшего образования
«Русско-Британский Институт Управления»
(ЧОУВО РБИУ)
Общеобразовательная школа «7 ключей»**

Ворошилова ул., д. 12, Челябинск, 454014. Тел. (351) 216-10-10, факс 216-10-30. E-mail: info@rbiu.ru, school7keys@rbiu.ru

СОГЛАСОВАНО:

Заместитель директора по УВР

 О.С. Васильева

«28» августа 2017 г.



Н.А. Попова

«28» августа 2017 г.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ
К УЧЕБНОМУ ПРЕДМЕТУ «ХИМИЯ»**

СРЕДНЕГО ОБЩЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
ПРЕДМЕТНАЯ ОБЛАСТЬ «ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ»
10-11 КЛАССЫ

Разработал: Иванов Кирилл Владиславович, учитель химии и биологии

Принято
на заседании Педагогического совета
Общеобразовательной школы «7 ключей»
Протокол № 1 от 28.08.2017

Рассмотрено
на заседании Методического объединения
учителей естественно-математических дисциплин
Протокол № 1 от 25.08.2017

Челябинск, 2017 г.

I. Пояснительная записка к методическим материалам

Цель методической разработки – обобщить знания по решению заданий направленных на подбор коэффициентов методом электронного баланса и ионно-электронного метода, а также обобщить знания по решению задач по химии.

Предлагаемая работа может стать помощником при овладении методикой решения задач по химии во время подготовки к урокам химии в 10-11 классе.

С задачами на вывод химической формулы вещества учащиеся встречаются при прохождении программы химии с 8 по 11 классы. К тому же, данный тип задач довольно часто встречается в олимпиадных заданиях, контрольно – измерительных материалах ЕГЭ (части В и С). Диапазон сложности данных задач достаточно широк. Как показывает опыт, у школьников часто возникают затруднения уже на первых этапах решения при выводе молярной массы вещества.

В данной разработке предлагаются задачи на нахождение формулы вещества, исходя из разных параметров в условиях. В представленных задачах приведены различные способы нахождения молярной массы вещества. Задачи составлены таким образом, чтобы учащиеся могли освоить оптимальные методы и различные варианты решения. Наглядно демонстрируются наиболее общие приёмы решений. Для учащихся предлагаются решённые задачи по принципу нарастания сложности и задачи для самостоятельного решения.

II. Перечень методических материалов по предмету

1. Методические материалы по уравниванию окислительно-восстановительных реакций методом электронного баланса.
2. Методические материалы по уравниванию окислительно-восстановительных реакций ионно-электронным методом.
3. Методические рекомендации по решению задачи на вывод химической формулы вещества

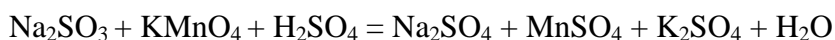
III. Характеристика методических материалов

1. Метод электронного баланса

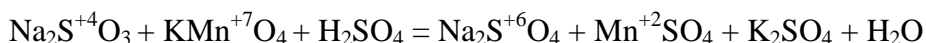
В его основе лежит следующее правило: общее число электронов, отдаваемое атомами-восстановителями, должно совпадать с общим числом электронов, которые принимают атомы-окислители.

В качестве примера составления ОВР рассмотрим процесс взаимодействия сульфита натрия с перманганатом калия в кислой среде.

1. **Сначала необходимо составить схему реакции:** записать вещества в начале и конце реакции, учитывая, что в кислой среде MnO_4^- восстанавливается до Mn^{2+} (см. схему):



2. Далее определим какие из соединений являются окислителем и восстановителем; найдем их степень окисления в начале и конце реакции:



Из приведенной схемы понятно, что в процессе реакции происходит увеличение степени окисления серы с +4 до +6, таким образом, S^{+4} отдает 2 электрона и

является **восстановителем**. Степень окисления марганца уменьшилась от +7 до +2, т.е. Mn^{+7} принимает 5 электронов и является **окислителем**.

3. Составим электронные уравнения и найдем коэффициенты при окислителе и восстановителе.



Чтобы число электронов, отданных восстановителем, было равно числу электронов, принятых окислителем, необходимо:

- Число электронов, отданных восстановителем, поставить коэффициентом перед окислителем.
- Число электронов, принятых окислителем, поставить коэффициентом перед восстановителем.

Таким образом, 5 электронов, принимаемых окислителем Mn^{+7} , ставим коэффициентом перед восстановителем, а 2 электрона, отдаваемых восстановителем S^{+4} коэффициентом перед окислителем:



- 4. Далее надо уравнивать количества атомов элементов, не изменяющих степень окисления, в такой последовательности: число атомов металлов, кислотных остатков, количество молекул среды (кислоты или щелочи). В последнюю очередь подсчитывают количество молекул образовавшейся воды.**

Итак, в нашем случае число атомов металлов в правой и левой частях совпадают.

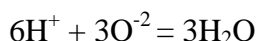
По числу кислотных остатков в правой части уравнения найдем коэффициент для кислоты.

В результате реакции образуется 8 кислотных остатков SO_4^{2-} , из которых 5 – за счет превращения $5\text{SO}_3^{2-} \rightarrow 5\text{SO}_4^{2-}$, а 3 – за счет молекул серной кислоты $3\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 3\text{SO}_4^{2-}$.

Таким образом, серной кислоты надо взять 3 молекулы:



- 5. Аналогично, находим коэффициент для воды по числу ионов водорода, взятом количестве кислоты**



Окончательный вид уравнения следующий:



Признаком того, что коэффициенты расставлены правильно является равное количество атомов каждого из элементов в обеих частях уравнения.

2. Ионно-электронный метод (метод полуреакций)

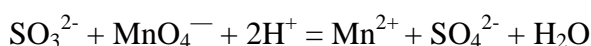
Реакции окисления-восстановления, также как и реакции обмена, в растворах электролитов происходят с участием ионов. Именно поэтому ионно-молекулярные уравнения ОВР более наглядно отражают сущность реакций окисления-восстановления. При написании ионно-молекулярных уравнений, сильные электролиты записывают в виде ионов, а слабые электролиты, осадки и газы записывают в виде молекул (в недиссоциированном виде). В ионной схеме указывают частицы, подвергающиеся изменению их *степеней окисления*, а также характеризующие среду, частицы: H^+ — *кислая среда*, OH^- — *щелочная среда* и H_2O — *нейтральная среда*.

Рассмотрим пример составления уравнения реакции между **сульфитом натрия и перманганатом калия в кислой среде**.

1. **Сначала необходимо составить схему реакции:** записать вещества в начале и конце реакции:

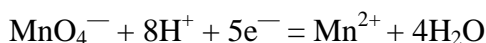


2. **Запишем уравнение в ионном виде**, сократив те ионы, которые не принимают участие в процессе окисления-восстановления:

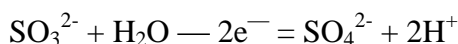


3. **Далее определим окислитель и восстановитель и составим полуреакции процессов восстановления и окисления.**

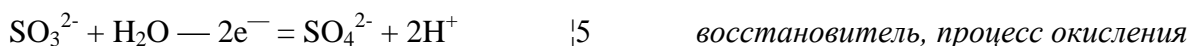
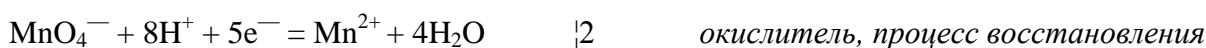
В приведенной реакции **окислитель** — MnO_4^- принимает 5 электронов восстанавливаясь в кислой среде до Mn^{2+} . При этом освобождается кислород, входящий в состав MnO_4^- , который, соединяясь с H^+ , образует воду:



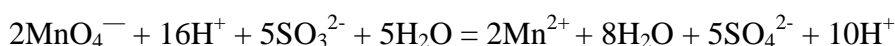
Восстановитель SO_3^{2-} — окисляется до SO_4^{2-} , отдав 2 электрона. Как видно образовавшийся ион SO_4^{2-} содержит больше кислорода, чем исходный SO_3^{2-} . Недостаток кислорода восполняется за счет молекул воды и в результате этого происходит выделение 2H^+ :



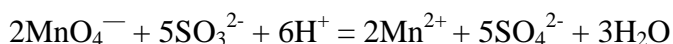
4. **Находим коэффициент для окислителя и восстановителя**, учитывая, что окислитель присоединяет столько электронов, сколько отдает восстановитель в процессе окисления-восстановления:



5. **Затем необходимо просуммировать обе полуреакции**, предварительно умножая на найденные коэффициенты, получаем:



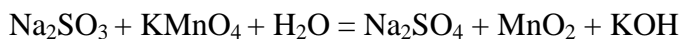
Сократив подобные члены, находим ионное уравнение:



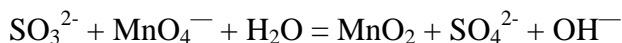
6. **Запишем молекулярное уравнение**, которое имеет следующий вид:



Далее рассмотрим пример составления уравнения реакции между **сульфитом натрия и перманганатом калия в нейтральной среде**.



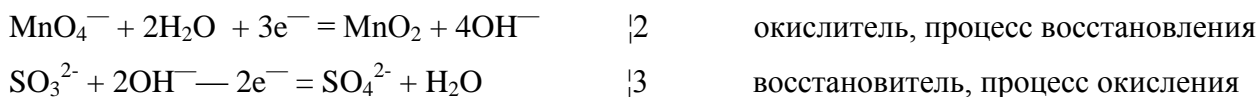
В **ионном виде** уравнение принимает вид:



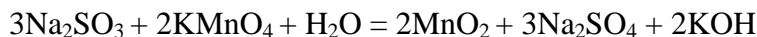
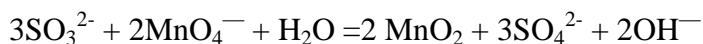
Также, как и предыдущем примере, окислителем является MnO_4^- , а восстановителем SO_3^{2-} .

В нейтральной и слабощелочной среде MnO_4^- принимает 3 электрона и восстанавливается до MnO_2 . SO_3^{2-} — окисляется до SO_4^{2-} , отдав 2 электрона.

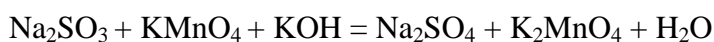
Полуреакции имеют следующий вид:



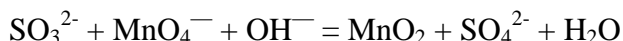
Запишем ионное и молекулярное уравнения, учитывая коэффициенты при окислителе и восстановителе:



И еще один пример — составление уравнения реакции между **сульфитом натрия и перманганатом калия в щелочной среде**.

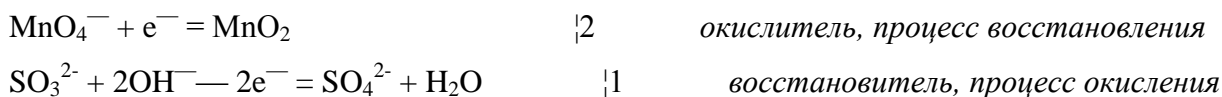


В **ионном виде** уравнение принимает вид:

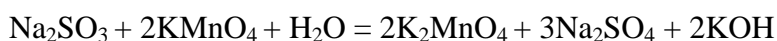
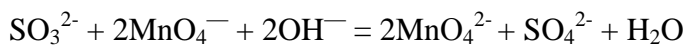


В щелочной среде окислитель MnO_4^- принимает 1 электрон и восстанавливается до MnO_4^{2-} . Восстановитель SO_3^{2-} — окисляется до SO_4^{2-} , отдав 2 электрона.

Полуреакции имеют следующий вид:



Запишем ионное и молекулярное уравнения, учитывая коэффициенты при окислителе и восстановителе:



Необходимо отметить, что не всегда при наличии окислителя и восстановителя, возможно самопроизвольное протекание ОВР. Поэтому для количественной

характеристики силы окислителя и восстановителя и для определения направления реакции пользуются значениями окислительно-восстановительных потенциалов.

**Методические материалы по решению задач на
вывод химической формулы вещества.
Основные понятия и формулы химии необходимые
для решения данного типа задач:**

Вывод химической формулы вещества:	Номер задачи (пример решения)	Вычисление молярной массы вещества	Задачи для самостоятельного решения
- на основании массовых долей (%) атомов элементов	1	$M = \frac{A_r \cdot n}{w} \cdot 100\%$ где n - число атомов	Определить химическую формулу соединения, имеющего состав: натрий – 27,06%; азот – 16,47 %; кислород – 57,47%. Ответ: NaNO₃
- на основании массовых долей (%) атомов элементов и плотности соединения	2	$M(C_xH_y) = D(H_2) \cdot M(H_2)$	Относительная плотность паров органического кислородсодержащего соединения по кислороду равна 3,125. Массовая доля углерода равна 72%, водорода – 12 %. Выведите молекулярную формулу этого соединения. Ответ: C₆H₁₂O
- по плотности вещества в газообразном состоянии	3	$M(в-ва) = \rho \cdot M(газообр. в-ва)$	Относительная плотность паров предельного альдегида по кислороду равна 1,8125. Выведите молекулярную формулу альдегида. Ответ: C₃H₆O
- на основании массовых долей (%) атомов элементов и массе соединения	4	M находится по соотношению, или $M = \frac{m}{n}$	Углеводород содержит 81,82 % углерода. Масса 1 л. этого углеводорода (н.у.) составляет 1,964 г. Найдите молекулярную формулу углеводорода. Ответ: C₃H₈
- по массе или объёму исходного вещества и продуктам горения	5	$M(в-ва) = V_m \cdot \rho$	Относительная плотность паров кислородсодержащего органического соединения по гелию равна 25,5. При сжигании 15,3 г. этого вещества образовалось 20,16 л. CO ₂ и 18,9 г. H ₂ O. Выведите молекулярную формулу этого вещества. Ответ: C₆H₁₄O

Примеры решенных задач

Задача № 1

Массовая доля кислорода в одноосновной аминокислоте равна 42,67%. Установите молекулярную формулу кислоты.

Дано:
w(O) = 42,67%

Решение:
Рассчитать молярную массу кислоты C_nH_{2n}(N H₂) COOH

Вывести формулу
соединения
 $C_nH_{2n}(N H_2)COOH$

$$w(O) = \frac{2 \cdot 16}{M_{\text{кислоты}}} = \frac{32}{42,67\%} \cdot 100\% = 75 \text{ (г/моль)}$$

Найти число атомов углерода в молекуле кислоты и установить её формулу $M = 12n + 2n + 16 + 45 = 75$

$$14n = 14, n = 1$$

Ответ: формула кислоты NH_2CH_2COOH

$$M(NH_2CH_2COOH) = 75 \text{ г/моль}$$

Задача № 2

Относительная плотность углеводорода по водороду, имеющего состав: $w(C) = 85,7\%$; $w(H) = 14,3\%$, равна 21. Выведите молекулярную формулу углеводорода.

Дано:

$$w(C) = 85,7\%$$

$$w(H) = 14,3\%$$

$$D_{H_2}(C_xH_y) = 21$$

Вывести формулу
соединения

C_xH_y - ?

Решение:

1. Находим относительную молярную массу углеводорода, исходя из величины его относительной плотности:

$$M(C_xH_y) = D(H_2) \cdot M(H_2)$$

$$M(C_xH_y) = 21 \cdot 2 = 42$$

2. $m(C) = 42 \text{ г} \cdot 100\% \cdot 85,7\% = 36 \text{ г}$.

$$m(H) = 42 \text{ г} \cdot 100\% \cdot 14,3\% = 6 \text{ г}$$

Находим количество вещества атомов углерода и водорода

$$n(C) = 36 \text{ г} : 12 \text{ г/моль} = 3 \text{ моль}$$

$$n(H) = 6 \text{ г} : 1 \text{ г/моль} = 6 \text{ моль}$$

Ответ: истинная формула вещества C_3H_6 .

Задача № 3

Определите молекулярную формулу алкана, если известно, что его пары в 2,5 раза тяжелее аргона.

Дано:

Пары алкана в 2,5 раза
тяжелее аргона

Вывести формулу
алкана

C_nH_{2n+2}

Решение:

По относительной плотности можно найти молярную массу алкана: $M(C_nH_{2n+2}) = 14n + 2 = 2,5 \cdot M(Ar) = 100 \text{ г/моль}$

Откуда $n = 7$.

Ответ: формула алкана C_7H_{14}

Задача № 4

Массовая доля углерода в соединении равна 39,97%, водорода 6,73%, кислорода 53,30%. Масса 300 мл. (н.у.) этого соединения равна 2,41 г. Выведите молекулярную формулу этого вещества.

Дано: w (C) = 39,97 % w (H) = 6,73 % w (O) = 53,30 % V _{н.у.} (C _x H _y O _z) = 300 мл. m (C _x H _y O _z) = 2,41 г.	Решение: Для расчёта выбираем 100г. соединения. Тогда масса углерода равна 39,97 г; водорода 6,73 г; кислорода 53,30 г. 1. Определяем количество вещества: n (C) = 39,97г : 12 г/моль = 3,33 моль n (H) = 6,73г.: 1,008 г/моль = 6,66 моль n (O) = 53,3г.: 16 г/моль = 3,33 моль Определяем наименьшее общее кратное – 3,33. n (C) : n (H) : n (O) = 1 : 2 : 1 Простейшая формула соединения – CH ₂ O M (CH ₂ O) = 30 г/моль Определяем молярную массу соединения по соотношению: 0,3 л. – 2,41 г. 22,4 л. – x г. x = (22,4 · 2,41)/0,3 = 180 Или по формуле M = Vm · m / V K = 180 : 30 = 6 Определяем молекулярную формулу соединения, умножая стехиометрические коэффициенты в простейшей формуле на 6. Ответ: искомая формула - C ₆ H ₁₂ O ₆
Вывести формулу соединения C _x H _y O _z - ?	

Задача № 5

Какова молекулярная формула углеводорода, имеющего плотность 1,97 г/л, если при сгорании 4,4 г. его в кислороде образовалось 6,72 л. CO₂ и 7,2 г. H₂O.

Дано: M (C _x H _y) = 4,4 г. ρ (н.у.) = 1,97 г/л V (CO ₂) = 6,72 л. m (H ₂ O) = 7,2 г.	Решение: 1. Находим относительную молярную массу углеводорода, исходя из величины его относительной плотности: M (C_xH_y) = Vm · ρ M (C _x H _y) = 22,4л/моль · 1,97г/л = 44г/моль 2. Записываем в алгебраическом виде уравнение реакции горения газа, выразив коэффициенты через x и y. $\begin{array}{ccccccc} 4,4\text{ г.} & & 6,72\text{ л.} & & 7,2\text{ г.} & & \\ \text{C}_x\text{H}_y + \text{O}_2 = & x & \text{CO}_2 + & y/2 & \text{H}_2\text{O} & & \\ 44\text{ г.} & & x \cdot 22,4\text{ л} & & y \cdot 9 & & \end{array}$ Составляем пропорции: 4,4 / 44 = 6,72 / x · 22,4 x = 44 · 6,72 / 4,4 · 22,4 = 3 y = 44 · 7,2 / 4,4 · 9 = 8 Формула соединения C ₃ H ₈ ; M (C ₃ H ₈) = 44 г/моль Ответ: молекулярная формула соединения C ₃ H ₈
Вывести формулу C _x H _y - ?	