КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АРХИТЕКТУРНО-
СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра химии

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ НА ОСНОВНЫЕ ЗАКОНЫ ХИМИИ

Методические указания к
практическим занятиям по химии
для студентов дневного, заочного и дистанционного обучения.

Казань
2005

Составители: В.А.Ефимова, Н.С.Громаков, В.А.Бойчук.

УДК 546 (076,1)

Решение задач на основные законы химии: Методические указания к практическим занятиям по химии для студентов дневного, заочного и дистанционного обучения /КГАСУ; Сост. В.А.Ефимова, Н.С.Громаков, В.А.Бойчук. Казань, 2005. 25с.

Методические указания содержат необходимый информационный материал для применения основных законов химии при решении различных практических задач.

Рецензент: профессор КГТУ Т.Г. Ахметов.

© Казанский государственный архитектурно-строительный университет, 2005 г.

В традициях отечественной химической школы большое внимание при изучении химии как учебной дисциплины в целях лучшего понимания и закрепления опорных знаний и их проверки уделяется решению задач как лабораторно-практического, так и теоретического направления. В начальной части курса должны быть усвоены исторически сложившиеся в науке и химии основные понятия, термины и законы. Наиболее важными из них являются понятия о химическом элементе, атоме, молекуле, ионе, веществе, количестве вещества, химическом эквиваленте, атомной и молекулярной массе, мольной (молярной) и эквивалентной массе вещества и, наконец, основных стехиометрических законах. Раздел химии, рассматривающий количественный состав веществ и количественные соотношения между реагирующими веществами, называется стехиометрией. Соответственно, расчёты количественных соотношений между элементами в соединениях или между веществами в химических реакциях называются стехиометрическими, а коэффициенты, выставляемые в уравнениях химических реакций, называются стехиометрическими. В основе стехиометрии лежат законы сохранения массы, постоянства состава, кратных отношений, а также газовые – объёмных отношений (Гей-Люссака) и Авогадро. Большинство из этих понятий составляет основу общеобразовательного уровня любого будущего специалиста и закладывается ещё в средней школе. В настоящем методическом пособии основное внимание будет уделено понятию химического эквивалента и закону эквивалентов, содержание которых в средней школе практически не изучается, рассматриваются также примеры решения задач на основные стехиометрические законы.

ЭКВИВАЛЕНТ. ЭКВИВАЛЕНТНАЯ МАССА. ЗАКОН ЭКВИВАЛЕНТОВ.

Понятие «эквивалент» было введено в химию и практику химических расчётов в результате экспериментальных работ, проведённых в 1792 – 1800 г.г. И. Рихтером и открытия им одного из первых количественных законов химии - закона эквивалентов: *все вещества реагируют в эквивалентных отношениях*.

Исторически понятие об эквиваленте менялось, в настоящее время его относят и к химическому элементу и к химическому веществу.

В разной учебной и методической литературе можно встретить две несколько различающихся трактовки самого понятия «эквивалент».

В одном случае [1] под *эквивалентом* подразумевается реальная или условная частица вещества, которая может замещать, присоединять, высвобождать или быть каким-либо другим способом эквивалентна одному иону водорода в кислотно-основных или ионно-обменных реакциях или одному электрону в окислительно-восстановительных реакциях.

В другом случае [2] *эквивалент химического элемента* (Э) – это такое его количество, которое соединяется с 1 моль атомов водорода или замещает то же количество водорода в химических реакциях.

Отметим, что последнее определение более употребимо (в том числе и в данном методическом пособии), следует только учитывать, что в первом случае понятие эквивалент применяется к одной частице вещества, а во втором к определённому его количеству в молях. Напомним, также, что *моль* – это количество вещества, которое содержит число Авогадро N_A т.е. $6{,}022 \cdot 10^{23}$ структурных частиц (молекул, ионов, атомов, электронов и др.). *Молярная или мольная масса* (М) – это масса одного моль вещества (г/моль), численно её величина соответствует относительной молекулярной массе данного вещества (а.е.м.).

Рассмотрим в качестве примера определение эквивалента химических элементов в веществах HCl, H_2O, H_3N и H_4C. Как видно в них с одним моль атомов водорода соединяется, соответственно, 1 моль атомов хлора, ½ моль атомов кислорода, ⅓ моль атомов азота и ¼ моль атомов углерода. Таким образом, эквиваленты хлора, кислорода, азота и углерода составляют, соответственно, 1 моль, ½ моль, ⅓ моль и ¼ моль.

Эквивалентная масса ($m_э$) - это масса 1 эквивалента вещества.
Вычисление эквивалентной массы элемента или вещества производится, исходя из их молярной массы М по формуле: $m_э = Э \cdot M$. Таким образом, в приведённых выше соединениях эквивалентные массы элементов составляют, соответственно, $m_э(Cl)=1 \cdot 35{,}5=35{,}5$г/моль, $m_э(O)=½ \cdot 16=8$г/моль, $m_э(N)= ⅓ \cdot 14=4{,}66$г/моль, $m_э(C)=¼ \cdot 16=4$г/моль.

Наряду с эквивалентной массой в случае газообразных веществ, широко используют также эквивалентный объём газов.

Эквивалентный объём ($V_э$) газообразного вещества - это объём, занимаемый при данных условиях эквивалентной массой данного газообразного вещества.
Для вычисления эквивалентного объема газообразного вещества необходимо величину молярного объема газа (22,4л) умножить на эквивалент этого вещества и разделить на число атомов, входящих в молекулу. (Напомним, что молярный или мольный объём – это объём, занимаемый 1 моль любого газа, его величина при нормальных условиях равна 22,4л). Например, молекула водорода H_2 состоит из двух атомов, т.е. 1моль водорода H_2 содержит 2 моль атомов водорода. В этом случае эквивалентный

объем молекулярного водорода равен: $V_э(H_2)$=22,4л:2=11,2л. Для молекулярного кислорода O_2, учитывая, что эквивалент элемента кислорода равен ½М, а число атомов кислорода в молекуле равно 2, его эквивалентный объём равен: $V_э(O_2)$=(22,4л·1/2):2=5,6л.

При решении задач закон эквивалентов удобнее применять в следующей формулировке: *массы (m_i) или объемы (V_i), реагирующих друг с другом веществ, пропорциональны их эквивалентным массам ($m_{Эi}$) или эквивалентным объемам ($V_{Эi}$):*

$$\frac{m_1}{m_{Э_1}} = \frac{m_2}{m_{Э_2}} = \frac{V_1}{V_{Э_1}} = \frac{V_2}{V_{Э_2}}$$

Пример 1. На восстановление 7,09г оксида двухвалентного металла требуется 2,24л водорода (н.у.). Вычислить эквивалентные массы оксида и металла. Чему равна атомная масса металла?

Решение: В соответствии с законом эквивалентов можно записать:

$$m(MeO) : m_э(MeO) = V(H_2) : V_э(H_2)$$

где m(MeO) и $m_э$(MeO) – масса и эквивалентная масса оксида металла; $V(H_2)$ и $V_э(H_2)$ - объём и эквивалентный объём водорода.

Отсюда эквивалентная масса оксида металла составит:

$$m_э(MeO) = \frac{m(MeO) \cdot V_Э(H_2)}{V(H_2)} = \frac{7{,}09 \cdot 11{,}2}{2{,}24} = 35{,}45 г/моль$$

По закону эквивалентов эквивалентную массу соединения можно рассматривать как сумму эквивалентов его составных частей. В этом случае для оксида двухвалентного металла можно записать:

$$m_э(MeO) = m_э(Me) + m_э(O),$$

отсюда эквивалентная масса металла равна :

$$m_э(Me) = m_э(MeO) - m_э(O) = 35{,}45 - 8 = 27{,}45 г/моль$$

Найдём мольную массу металла (M = $m_э$·B, где B – валентность металла): M = 27,45·2 = 54,9 г/моль. Поскольку мольная масса численно равна атомной массе (в а.е.м.), то атомная масса металла равна 54,9 а.е.м.

Эквивалентные массы одних и тех же сложных веществ в различных химических реакциях могут иметь различные значения.

Эквивалентная масса оксида вычисляется по формуле:

$$m_э(Me_xO_y) = \frac{M(Me_xO_y)}{ч.э.*в.э.}, г/моль$$

где ч.э., в.э. – число атомов элемента и его валентность (или степень окисления).

$M_{(MexOy)}$ - мольная масса оксида.

Например, эквивалентная масса оксида алюминия, вычисленная по содержанию атомов алюминия, равна

$$m_э(Al_2O_3) = \frac{102}{2*3} = 17 г/моль$$

Эквивалентная масса основания вычисляется по формуле:

$$m_э(Me(OH)_n) = \frac{Mосн.}{кислотность\ основания}, г/моль$$

при этом кислотность основания определяется числом прореагировавших гидроксильных групп OH^-.

Например, в случае полной нейтрализации $Fe(OH)_3$ его эквивалентная масса будет равна:

$$m_э(Fe(OH)_3) = \frac{107}{3} = 36\ г/моль,$$

Эквивалентная масса кислоты вычисляется по формуле:

$$m_э(H_nA) = \frac{M_{кислоты}}{основность\ \ кислоты}, г/моль,$$

при этом основность кислоты определяется числом атомов водорода, вступивших в реакцию.

Например, в случае полной нейтрализации серной кислоты её эквивалентная масса будет равна:

$$m_э(H_2SO_4) = \frac{98}{2} = 49\ г/моль.$$

Эквивалентная масса соли вычисляется по формуле:

$$M_э(Me_xA_y) = \frac{Mсоли}{ч.а.м.*в.м.}, г/моль$$

где $M_{соли}$ –мольная масса соли, г;

ч.а.м. – число атомов металла,

в.м. - валентность (степень окисления) металла.

Например: эквивалентная масса сульфата алюминия равна

$$m_э(Al_2(SO_4)_3) = \frac{342}{2*3} = 57 г/моль$$

Эквивалентная масса окислителя (или восстановителя) вычисляется делением мольной массы окислителя (восстановителя) на число электронов (n), участвующих в окислительно-восстановительном процессе.

Например, в реакции

$$2KMnO_4 + 10\ FeSO_4 + 8H_2SO_4 = 2MnSO_4 + K_2SO_4 + 5Fe_2(SO_4)_3 + 8H_2O.$$

эквивалентная масса окислителя ($KMnO_4$) составит:

$$m_э(KMnO_4) = \frac{M_{(KMnO_4)}}{n} = \frac{158}{5} = 31{,}6 г/моль,$$

а эквивалентная масса восстановителя ($FeSO_4$):

$$m_э(FeSO_4) = \frac{152}{1} = 152 г/моль$$

Пример 2. Вычислите эквиваленты и эквивалентные массы H_2SO_4 и $Al(OH)_3$ в следующих реакциях :

1) $H_2SO_4 + KOH = KHSO_4 + H_2O$
2) $H_2SO_4 + 2KOH = K_2SO_4 + 2H_2O$.
3) $Al(OH)_3 + HCl = Al(OH)_2Cl + H_2O$.
4) $Al(OH)_3 + 2HCl = AlOHCl_2 + 2H_2O$.
5) $Al(OH)_3 + 3HCl = AlCl_3 + 3H_2O$.

Решение: эквивалентные массы серной кислоты в реакциях 1 и 2 равны, соответственно:

$$m^1_э(H_2SO_4) = \frac{M_{(H_2SO_4)}}{основность} = \frac{98}{1} = 98 г/моль$$

и

$$m^{11}_э(H_2SO_4) = \frac{M_{(H_2SO_4)}}{основность} = \frac{98}{2} = 49 г/моль$$

Эквивалентная масса гидроксида алюминия в реакциях 3-5 равна, соответственно:

$$m^1_э(Al(OH)_3) = \frac{M_{Al(OH)_3}}{кислотность} = \frac{78}{1} = 78 г/моль$$

$$m^{11}_э(Al(OH)_3) = \frac{78}{2} = 39 г/моль$$

$$m^{III}_{э}(Al(OH)_3) = \frac{78}{3} = 26 г/моль$$

Эту задачу можно решить и по другому: в реакциях H_2SO_4 взаимодействует с одной и двумя эквивалентными массами КОН, т.е. ее эквивалентная масса равна М/1 г/моль и М/2 г/моль. Эквивалент кислоты в реакциях, соответственно, равен 1моль (реакция 1) и ½ моль (реакция 2).

Пример 3. Из 3,85г нитрата металла получено 1,6г его гидроксида. Вычислить эквивалентную массу металла.

Решение: Эквивалентная масса гидроксида равна сумме эквивалентных масс металла и гидроксильных групп, а соли – сумме эквивалентных масс металла и кислотного остатка. Тогда на основе закона эквивалентов можно записать:

$$\frac{m_{соли}}{m_{гидроксида}} = \frac{m_{э(Me)} + m_{э(NO3^-)}}{m_{э(Me)} + m_{э(OH^-)}};$$

Подставим исходные данные

$$\frac{3,85}{1,6} = \frac{m_{э(Me)} + 62}{m_{э(Me)} + 17};$$

$$3,85\ (m_{э(Me)}+17) = 1,6(m_{э(Me)} + 62);$$

и получим ответ

$$m_{э(Me)}=15\ г/моль.$$

Пример 4. В какой массе $Ca(OH)_2$ содержится столько же эквивалентов (эквивалентных масс), сколько в 312г. $Al(OH)_3$?

Решение: Эквивалентная масса $Al(OH)_3$ равна 1/3 его мольной массы, т.е.78/3=26г/моль. Следовательно, в 312г содержится 312/26г/моль= 12г/моль. Эквивалентная масса $Ca(OH)_2$ равна ½ его мольной массы, т.е. 74/2=37г/моль. Отсюда, 12 моль $Ca(OH)_2$ составляет 12 х 37 = 444 г.

З А Д А Н И Е 1

1. При растворении 0,0547г металла в кислоте выделилось 750,4мл водорода (условия нормальные). Вычислить эквивалентную массу металла.
2. В каком количестве NaOH содержится столько же эквивалентных масс, сколько в 146г КОН?
3. В каком количестве $Ba(OH)_2 * 8H_2O$ содержится столько же эквивалентных масс, сколько в 156г $Al(OH)_3$?
4. Вычислить эквивалентную массу CO_2 в реакции с раствором NaOH при образовании: а)$NaHCO_3$, б)Na_2CO_3 ?

5. Вычислить эквивалентную массу H_3PO_4 в реакциях образования: а) KH_2PO_4; б) K_2HPO_4; в)K_3PO_4.
6. Чему равна эквивалентная масса $Al(OH)_2Cl$ в реакции $Al(OH)_2Cl + HCl \rightarrow AlCl_3$?
7. Чему равна эквивалентная масса основания при нейтрализации 1г основания с 2,14г HCl?
8. Вычислить эквивалентную массу окислителя и восстановителя в реакциях:
   а) $KMnO_4+Na_2SO_3 \rightarrow MnSO_4+Na_2SO_4+K_2SO_4+H_2O$
   б) $KMnO_4+Na_2SO_3+H_2O \rightarrow MnO_2+Na_2SO_4+KOH$
   в) $KMnO_4+Na_2SO_3+KOH \rightarrow K_2MnO_4+Na_2SO_4+H_2O$
   г) $KMnO_4+MnSO_4+H_2O \rightarrow MnO_2+K_2SO_4+H_2SO_4$
9. На нейтрализацию 1г кислоты израсходовано 1,247г КОН. Вычислить эквивалентную массу кислоты.
10. На нейтрализацию 5г гидроксида металла требуется 6,13г азотной кислоты или 7,877г другой, эквивалентная масса которой 63,015г/моль.
    Вычислить эквивалентные массы гидроксида металла и первой кислоты.
11. Вычислить эквивалентную массу $Ca_3(PO_4)_2$, зная что 6,2г его прореагировало с 3,923г H_2SO_4, эквивалентная масса которой 49,04г/моль.
12. При пропускании H_2S через раствор, содержащий 5,21г сульфата некоторого металла, образуется 3,61г его сульфида.
    Вычислить эквивалентную массу металла.
13. Из 7,7г. нитрата некоторого металла получили 3,2г его гидроксида.
    Чему равна эквивалетная масса металла?
14. Из двух граммов гидроксида некоторого металла можно получить 3,74г его сульфата. Вычислить эквивалентную массу металла.
15. Определить эквивалент и эквивалентную массу CuOHCl в следующих реакциях:

$$CuOHCl + H_2 = Cu + HCl + H_2O$$
$$CuOHCl + HCl = CuCl_2 + H_2O$$

16. При взаимодействии 5,95г некоторого вещества с 2,75г хлороводорода получилось 4,40г соли. Вычислить эквивалентные массы вещества и соли.
17. Какое количество H_2SO_4 израсходуется при вытеснении из нее 11,2л(н.у.) водорода каким-нибудь металлом?
18. При обработке серной кислотой 1г смеси магния, с оксидом магния выделилось 0,224л (н.у.) водорода. Определить процентное содержание оксида магния в исходной смеси.

19. Определить эквивалентную массу металла, 1г оксида которого при растворении в H_2SO_4 дает 3г сульфата.
20. При взаимодействии 5г карбоната металла с азотной кислотой образовалось 8,2г нитрата этого металла. Вычислить эквивалентную массу металла?
21. Каковы объем (н.у.)и масса водорода, выделившегося при растворении в кислоте 1г сплава состава: 5% Al, 2% Zn, 93% Mg?
22. При растворении в кислоте 2,33г смеси железа и цинка было получено 0,896л (н.у.) водорода. Определить состав смеси (в граммах).
23. Вычислите эквивалентную массу и эквивалент H_3PO_4 в реакциях образования: а)гидрофосфата; б)гидроортофосфата; в) ортофосфата.
24. В каком количестве $Cr(OH)_3$ содержится столько же эквивалентов, сколько в 174,96г $Mg(OH)_2$.
25. В 4,96г оксида одновалентного металла содержится 3,68г металла. Вычислите эквивалентные массы металла и его оксида. Чему равна мольная и атомная масса этого металла?
26. Напишите уравнения реакций $Fe(OH)_3$ с хлороводородной кислотой, при которых образуется следующие соединения железа: а)хлорид дигидроксожелеза; б)хлорид гидроксожелеза; в)хлорид железа.
    Вычислите эквивалент и эквивалентную массу $Fe(OH)_3$ в каждой из этих реакций.
27. При окислении 16,74г двухвалентного металла образовалось 21,54г оксида. Вычислите эквивалентные массы металла и его оксида. Чему равна мольная и атомная масса металла?
28. Из 6,62г нитрата металла получается 5,56г его хлорида. Вычислите эквивалентную массу этого металла.
29. На нейтрализацию 9,797г ортофосфорной кислоты израсходовано 7,998г NaOH. Вычислите эквивалент, эквивалентную массу и основность кислоты. На основании расчета напишите уравнение реакции.

ОСНОВНЫЕ ГАЗОВЫЕ ЗАКОНЫ МОЛЯРНЫЙ ОБЪЕМ ГАЗОВ

При решении задач, связанных с участием газообразных веществ, часто приходится переходить от одних условий состояния газа к другим, рассчитывать состав газовых смесей, содержание тех или иных компонентов, объём и массу газов. Их решение строится на основных газовых законах.

Молярный объём газов можно представить как отношение объёма газа к количеству вещества этого газа:

$$V_m = \frac{V(x)}{n(x)}$$

где V_m - *молярный объём газа* (постоянная величина для любого газа при нормальных условиях);

V(x)- объём газа (x)

n(x)- количество вещества газа (x).

Молярный объём газов при нормальных условиях (нормальном давлении $p_н$=101325Па~101,3кПа и температуре $T_н$=273,15К~273К) составляет V_m = 22,4 л/моль (закон Авогадро).

В расчётах, связанных с газами, при переходе от данных условий к нормальным или наоборот пользуются формулой объединённого газового закона Бойля–Мариотта и Гей–Люссака:

$$\frac{pV}{T} = \frac{p_н V_н}{T_н}$$

где *p* – давление; *V* – объём; *T* – температура, а индекс “н” указывает на нормальные условия.

Состав газовых смесей часто выражают в <u>объёмных долях</u> - отношение объёма данного компонента к общему объёму системы:

$$\varphi_{(x)} = \frac{V_{(x)}}{V}$$

где $\varphi_{(x)}$ – объёмная доля компонента x;

$V_{(x)}$ – объём компонента x;

V – объём системы;

Объёмная доля – безразмерная величина, её выражают в долях от единицы или в процентах.

<u>Парциальным давлением газа</u> в смеси называется давление, которое производил бы этот газ, занимая при тех же физических условиях объём всей газовой смеси.

Согласно <u>закону парциальных давлений</u> общее давление смеси газов, не вступающих друг с другом в химическое взаимодействие, равно сумме парциальных давлений газов, составляющих смесь.

Объёмным содержанием газа в газовой смеси называется часть объёма в газовой смеси, которую занимало бы содержащееся в ней количество данного газа при той же температуре и парциальном давлении, равном общему давлению газовой смеси. Эта величина может быть выражена в долях общего объёма (объёмная доля) или в процентах от общего объёма (процент по объёму).

По уравнению Клапейрона–Менделеева связывают массу (кг), температуру (T, K), давление (P, Па) и объём (V, $м^3$) газа с его мольной массой (M, кг/моль):

$$pV=\frac{mRT}{M}$$ (уравнение состояния идеального газа),

здесь R – универсальная газовая постоянная, равная 8,314 Дж/моль·К

Пример 1. Какую массу будет иметь газообразный азот объёмом 10л при нормальных условиях?

Решение: Молярный объём газа при н.у. V_m = 22,4 л/моль. Следовательно, количество вещества молекулярного азота:

$$n(N_2) = \frac{V_н(N_2)}{V_m},$$

$$n(N_2) = \frac{10}{22,4}\,моль = 0,447\ моль,$$

Определяем массу азота: $m(N_2) = M(N_2) \cdot n(N_2)$;

$$m(N_2) = 28 \cdot 0,447г = 12,51\ г.$$

Пример 2. Какой объём займёт при н.у. сероводород массой 17,0 г?

Решение: Определяем количество вещества сероводорода

$$n(H_2S) = \frac{m(H_2S)}{M(H_2S)},$$

$$n(H_2S) = \frac{17,0}{34} = 0,5\ моль.$$

Следовательно, объём сероводорода при н.у. составит:

$$V_н(H_2S) = V_m * n(H_2S)$$

$$V_н(H_2S) = 22,4 * 0,5 = 11,2\ л.$$

Пример 3. Какой объём займёт при температуре 20^0С и давлении 250 кПа газообразный аммиак массой 34г?

Решение. Определяем количество аммиака:

$$n(NH_3) = \frac{m(NH_3)}{M(NH_3)},\ n(NH_3) = \frac{34}{17}\ моль = 2\ моль$$

Объем 2 моль аммиака при н.у.составляет: $V_н(NH_3) = 22,4 * 2 = 44,8$ л

Используя формулу объединённого газового закона, приведём объём аммиака к данным условиям (температуре Т = (273+20)К = 293К)

$$V(NH_3) = \frac{P_н T V_{н(NH3)}}{P T_н}$$

$$V(NH_3) = \frac{101,3 * 293 * 44,8л}{250 * 273} = 19,47л.$$

Пример 4. Смешивают 2л O_2 и 4л SO_2, взятых при одинаковом давлении, равном 100 кПа. Объём смеси 6л. Определить парциальное давление газов в смеси.

Решение: По условию задачи объем кислорода увеличился в 6/2 = 3 раза, объем диоксида серы 6/4 = 1,5 раза. Во столько же раз уменьшилось парциальное давление газов. Следовательно,

$$P_{O2} = \frac{100}{3} = 33{,}3 \text{ кПа};$$

$$P_{SO2} = \frac{100}{1{,}5} = 66{,}7 \text{ кПа}$$

Пример 5. Смешивают 3л CO_2 с 4л O_2 и 6л N_2. До смешения давление CO_2, O_2 и N_2 составляло соответственно 96, 108 и 90,6 кПа. Общий объём смеси 10л. Определить давление смеси.

Решение: Находим парциальное давление отдельных газов:

$$P_{CO2} = 96 * 3/10 = 28{,}8 \text{ кПа}$$

$$P_{O2} = 108 * 4/10 = 43{,}2 \text{ кПа}$$

$$P_{N2} = 90{,}6 * 6/10 = 54{,}4 \text{ кПа}$$

Общее давление газовой смеси равно сумме парциальных давлений компонентов.

$$P = P_{CO2} + P_{O2} + P_{N2} = 28{,}8+43{,}2+54{,}4=126 \text{ кПа}$$

Пример 6. Плотность газа по воздуху равна 1,17. Определить молекулярную массу газа.

Решение: Из закона Авогадро следует, что при одном и том же давлении и одинаковых температурах массы равных объёмов газов (m_i) относятся как их мольные массы (М):

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{M_1}{M_2},$$

где $\frac{m_1}{m_2}$ - относительная плотность первого газа по второму, обозначаемая символом Д.

Следовательно, по условию задачи: $Д = \frac{M_X}{M_{ВОЗД,}} = 1{,}17$

Известно, что средняя мольная масса воздуха $M_{возд.}$ равна 29,0г/моль.
Тогда $M_x = 1{,}17 * 29{,}0 = 33{,}9$г/моль, что соответствует молекулярной массе, равной 33,9 а.е.м.

Пример 7. Масса 200мл ацетилена при н.у. равна 0,232г. Определить мольную массу ацетилена.

Решение: Зная, что при н.у. 1 моль любого газа занимает объём 22,4л, вычислим его мольную массу (X) из следующей пропорции:

0,232г ацетилена занимают объём 0,2л
Xг----------22,4л

Отсюда $X=\frac{22,4*0,232}{0,2}=26,0$г

Следовательно, мольная масса ацетилена равна 26,0 г/моль, а его молекулярная масса – 26.

<u>Пример 8</u>. Вычислить молекулярную массу бензола, зная, что масса 600мл его паров при 87^0С и давлении 83,2кПа равна 1,30г.

Решение: Выразим данные задачи в единицах системы СИ:
$P = 8,32*10^4$ Па ; $V = 6*10^4$ м^3; $M = 1,3*10^{-3}$ кг; T = (273 + 87) К = 360^0 К.
Подставим эти данные в уравнение Клапейрона–Менделеева: PV=mRT/M и рассчитаем M:

$$M=\frac{1,30*10^{-3}*8,31*360}{8,32*10^4*6*10^{-4}}=78,0*10^{-3}\text{ кг/моль}=78,0\text{ г/моль}$$

Таким образом, молекулярная масса бензола равна 78,0

<u>Пример 9</u>. Имеется газовая смесь, массовые доли газов (ω), в которой составляют: водорода – 35%, азота – 65%. Определите объёмные доли газов в смеси.

<u>Решение:</u> Для расчётов выбираем массу газовой смеси, равную 100г, т.е. m = 100г. Тогда массы и количество веществ молекулярных водорода и азота будут равны, соответственно:

$m(H_2) = m\omega(H_2)$; $m(H_2) = 100*0,35 = 35$г.
$m(N_2) = m\omega(N_2)$; $m(N_2) = 100*0,65 = 65$г.
$n(H_2) = \frac{m(H_2)}{M(H_2)}$; $n(H_2) = \frac{35}{2}$ моль =17,5 моль
$n(N_2) = \frac{m(N_2)}{M(N_2)}$; $n(N_2) = \frac{65}{28}$ моль = 2,32 моль

Пусть молярный объём газов при тех условиях, в которых находится смесь, равен V_m. Тогда объёмы газов составят:

$V(H_2) = V_m*n(H_2)$; $V(H_2) = V_m * 17,5$;
$V(N_2) = V_m*n(N_2)$; $V(N_2) = V_m * 2,32$.

Если газы не вступают в химическое взаимодействие, то объём газовой смеси будет равен сумме объёмов газов, т.е. $V = V(H_2) + V(N_2)$;

Отсюда $V = (V_m * 17,5 + V_m * 2,32)$ л $= V_m * 19,82$ л.

Определяем объёмные доли газов:

$\varphi(H_2) = \frac{V(H_2)}{V}$; $\varphi(H_2) = \frac{Vm * 17,5}{Vm * 19,82} = 0.883$ или $88,3\%$

$\varphi(N_2) = \frac{V(N_2)}{V}$; $\varphi(N_2) = \frac{Vm * 2,32}{Vm * 19,82} = 0.117$ или $11,7\%$

ЗАДАНИЕ 2

1. Оксид углерода (IV) находится в сосуде, объём которого равен 20л, при температуре 22^0С и давлении 500кПа. Определите массу оксида углерода(IV). Ответ 179,4г.
2. Определите плотность бромоводорода по водороду и по воздуху. Ответ: 40,5; 2,8.
3. Плотность галогеноводорода по воздуху равна 4,41. Определите плотность этого газа по водороду и назовите его. Ответ: 64, иодоводород.
4. Определите плотность по водороду газовой смеси, состоящей из аргона объёмом 56л и азота объёмом 28л. Объёмы газов приведены к нормальным условиям. Ответ: 18.
5. Имеется смесь благородных газов, которая состоит из равных долей гелия и аргона. Определите массовую долю каждого из газов в смеси. Ответ: 9,1% He и 90,9% Ar.
6. Смесь состоит из трех газов: оксида углерода (IV), азота и аргона. Объёмные доли газов равны соответственно 20, 50 и 30%. Определите массовые доли газов в смеси. Ответ: 25,3% CO_2; 40,2% N_2; 34,5% Ar.
7. Газовая смесь содержит кислород объёмом 2,24л и оксид серы (IV) объёмом 3,36л. Объёмы газов приведены к нормальным условиям. Определите массу смеси. Ответ: 12,8г.
8. Определите объём, который займёт при нормальных условиях газовая смесь, содержащая водород массой 1,4г и азот массой 5,6г. Ответ: 20,16л.
9. Газовая смесь состоит из NO_2 и CO_2. Вычислите объёмное содержание газов в смеси (в %), если их парциальное давление равно соответственно 36,3 и 70,4 кПа. Ответ: 34% NO, 66,0% CO_2.
10. 0,350г металла вытеснили из кислоты 209мл водорода, собранного над водой при температуре 20^0С и давлении 104,3кПа. Давление насыщенного пара воды при этой температуре составляет 2,3кПа. Найти эквивалентную массу металла. Ответ: 20,0 г/моль.

11. 0,604г двухвалентного металла вытеснили из кислоты 581мл водорода, собранного над водой при 18^0С и давлении 105,6кПа. Давление насыщенного пара воды при 18^0С составило 2,1кПа. Найти атомную массу металла. Ответ: 24,3
12. Сколько молекул содержится в 1,00мл газообразного водорода при нормальных условиях? Ответ: $2{,}69 * 10^{19}$.
13. Бертолетова соль при нагревании разлагается с образованием KCl и O_2. Сколько литров кислорода при 0^0С и давлении 101,3кПа можно получить из одного моль $KClO_3$? Ответ: 33,6л.
14. После взрыва 0,020 л смеси водорода с кислородом осталось 0,0032 л кислорода. Выразите в процентах по объему первоначальный состав смеси. Ответ: 44% O_2; 56% H_2.
15. Масса 0,001 $м^3$ газа при нормальных условиях равна 0,0021 кг. Определить мольную массу газа и его плотность по воздуху.
Ответ: 47г/моль; 1,62.
16. Из скольких атомов состоят в парах молекулы ртути, если плотность паров ртути по воздуху равна 6,92? Ответ: из одной.
17. При некоторой температуре плотность паров серы по азоту равна 9,14. Из скольких атомов состоит молекула серы при этой температуре? Ответ: из восьми.
18. Вычислите мольную массу ацетона, если масса 500 мл его паров при 87^0С и давлении 96кПа равна 0,93г. Ответ: 58г/моль
19. Какой объём займёт 1кг воздуха при 17^0С и давлении 101,33кПа?
Ответ: 820л.
20. Вычислить массу 1$м^3$ воздуха при 17^0С и давлении, равном 83,2кПа?
Ответ: 1кг.
21. При нормальных условиях 1г воздуха занимает объём 773мл. Какой объём займёт та же масса воздуха при 0^0С и давлении, равном 93,3кПа? Ответ:839мл.
22. В стальном баллоне вместимостью 12л находится при 0^0С кислород под давлением 15,2Мпа. Какой объём кислорода, находящегося при нормальных условиях, можно получить из такого баллона?
Ответ:1,8$м^3$.
23. При взаимодействии 1,28г металла с водой выделилось 380мл водорода, измеренного при 21^0С и давлении 104,5кПа. Найти эквивалентную массу металла. Ответ: 39,4г/моль.
24. Газовая смесь приготовлена из 2л H_2 (р = 93,3 кПа) и 5л CH_4 (р = 112кПа). Объём смеси равен 7л. Найти парциальные давления газов и общее давление смеси . Ответ: $p_{н2}$ = 26,7 кПа; $p_{сн4}$ = 80,0 кПа.
25. Какой объём углекислого газа получится при сгорании 2л бутана? Объёмы обоих газов измерены при нормальных условиях. Ответ: 8л.

26. В замкнутом сосуде при 120 ^{0}С и давлении 600кПа находится смесь, состоящая из трёх объёмов O_2 и одного объёма CH_4. Каково будет давление в сосуде, если взорвать смесь и привести содержимое сосуда к первоначальной температуре? Ответ: не изменится.
27. Выразить в граммах массу одной молекулы диоксида серы. Ответ: $1{,}06 * 10^{-22}$ г.
28. Какой объём при нормальных условиях занимают $27 * 10^{21}$ молекул газа? Ответ: 1л.
29. Взяты равные массы кислорода, водорода и метана при одинаковых условиях. Найти отношение объёмов взятых газов. Ответ: 1:16:2.
30. Какое количество вещества содержится в 1м^3 любого газа при нормальных условиях? Ответ: 44,6 моль.

РАСЧЕТЫ ПО ХИМИЧЕСКИМ УРАВНЕНИЯМ

Любая химическая реакция состоит из превращения одного или нескольких исходных веществ (реагентов) в продукты реакции. Это превращение отражается химическим уравнением, в котором в левой части приводятся формулы исходных веществ, а в правой продукты реакции. При этом число атомов в обеих частях уравнения должно быть уравнено соответствующим подбором коэффициентов перед формулами всех веществ. Например:

$$2NaOH+H_2SO_4 = Na_2SO_4+2H_2O \qquad (1)$$

В химических уравнениях каждая формула изображает один моль соответствующего вещества, а коэффициенты перед формулами – число моль. Записанное выше уравнение (1) показывает, что 2 моль гидроксида натрия вступает во взаимодействие с одним моль серной кислоты с образованием одного моль сульфата натрия и двух моль воды.

Зная молярные массы веществ – участников реакции и коэффициенты в уравнении, можно найти количественные соотношения между всеми этими веществами, как в молях, так и по массе или объёму, если какие–то вещества являются газами.

Например, если в реакции (1) принимает участие 0,2 моль NaOH, то количество серной кислоты, которое прореагирует с ним, составит 0,1 моль, соответственно получится 0,1 моль воды. Расчет проводится в соответствии с уравнением (1) исходя из пропорций:

2 моль NaOH реагирует с 1 моль H_2SO_4 ;
0,2 моль NaOH << X моль H_2SO_4 ,

отсюда $X = \frac{0{,}2 * 1}{2} = 0{,}1$ моль H_2SO_4

из 2 моль NaOH образуется 1 моль Na_2SO_4;
из 0,2 моль NaOH >> X моль Na_2SO_4.

Отсюда $X = \frac{0,2*1}{2} = 0,1$моль Na_2SO_4 и т.д.

При расчетах по массе используются молярные массы веществ. Например, в упомянутой выше реакции молярные массы веществ равны: M_{NaOH} = 40г/моль, M_{H2O} = 18г/моль, M_{H2SO4} = 18г/моль, M_{Na2SO4} = 142г/моль. Поэтому уравнение данной реакции можно прочесть так: 80г гидроксида натрия реагируют с 98г серной кислоты с образованием 142г сульфата натрия и 36г воды. Это позволяет произвести соответствующие расчеты и при других массах веществ. Например, если в данной реакции участвует 20г NaOH, то массу серной кислоты можно рассчитать из пропорции:

80 г NaOH реагирует с 98 г Na_2SO_4
20 г NaOH >> с X г H_2SO_4

$$X = \frac{98*20}{80} = 24,5 \text{ г.}$$

Подобные расчеты проводятся и при определении избытка одного из компонентов. Например, выше мы рассчитали, что на нейтрализацию 20г NaOH требуется 24,5г Na_2SO_4. Если её берётся меньше 24,5г, то в избытке после реакции останется соответствующая часть NaOH, если больше 24,5г, то соответствующая часть кислоты.

ЗАДАНИЕ 3

1. К раствору, содержащему 20г H_2SO_4 добавили 20г NaOH. Сколько моль сульфата натрия образовалось?
2. К раствору, содержащему 5,7г $AgNO_3$, прилили раствор, содержащий 3г NaCl. Какова масса выпавшего осадка?
3. На 5г металлического цинка подействовали раствором, содержащим столько же (5г) HCl. Какой объем водорода выделится после окончания реакции (условия нормальные)?
4. К раствору, содержащему 2г $BaCl_2$ добавили 1,3г Na_2SO_4. Какова масса выпавшего осадка?
5. На 10г $Ca(OH)_2$ подействовали раствором, содержащим 20г HCl. Какова масса образовавшегося хлорида кальция?
6. К раствору, содержащему 0,4 моль $CdCl_2$, прилили раствор, содержащий 0,3 моль NaOH. Какова масса $Cd(OH)_2$ выпавшего в осадок?
7. На 40г $CaCO_3$ подействовали раствором, содержащим 20г HCl. Каков объем, выделившегося CO_2 (условия нормальные)?

8. К раствору, содержащему 4г $AgNO_3$ добавили раствор, содержащий 1г NaCl. Сколько моль хлорида серебра выпадет в осадок?
9. При действии на 8г металлического цинка раствором соляной кислоты выделилось 2л водорода (при нормальных условиях). Определите массу непрореагировавшего цинка.
10. К раствору, содержащему 3г $BaCl_2$ добавили раствор, содержащий 1,3г H_2SO_4. Сколько моль HCl образовалось?
11. К раствору, содержащему 3,7г $Ca(OH)_2$, добавили раствор, содержащий 0,1 моль Na_2CO_3. Какова масса выпавшего осадка?
12. При действии на 20г $CaCO_3$ раствором соляной кислоты выделилось 2,24л CO_2 (при нормальных условиях). Сколько граммов HCl содержалось в растворе кислоты?
13. Смешаны два раствора, содержащие, соответственно, 6г $ZnCl_2$ и 0,04 моля Na_2S. Какова масса выпавшего осадка?
14. Смешаны два раствора, содержащие соответственно 0,05 моль Na_2CO_3 и 8г HCl. Каков объём выделившегося CO_2 (при нормальных условиях)?
15. К раствору содержащему 3г $PbCl_2$ прилили раствор, содержащий 0,02 моль K_2CrO_4. Какова масса $PbCrO_4$ выпавшего в осадок?
16. Через раствор соляной кислоты, содержащей 2г HCl, пропущен 1л NH_3 (при нормальных условиях). Какова масса образовавшегося хлорида аммония NH_4Cl?
17. Какую массу карбоната бария $BaCO_3$ можно получить из раствора, содержащего 5г $BaCl_2$, действием раствора Na_2CO_3?
18. Какую массу сульфида цинка ZnS можно получить из раствора, содержащего 4г $ZnCl_2$, действием раствора Na_2S?
19. Какую массу гидроксида кадмия $Cd(OH)_2$ можно получить из раствора, содержащего 5г $CdCl_2$, действием раствора NaOH?
20. Какую массу хромата свинца $PbCrO_4$ можно получить из раствора, содержащего 7г $PbCl_2$, действием на него раствором K_2CrO_4?
21. Какая масса гидроксида натрия NaOH потребуется для нейтрализации раствора, содержащего 10г H_2SO_4?
22. Какая масса NaOH потребуется для нейтрализации раствора, содержащего 15г H_3PO_4?
23. Какая масса $CaCO_3$ потребуется для нейтрализации раствора, содержащего 20г HCl?
24. Какая масса $Ca(OH)_2$ потребуется для нейтрализации раствора, содержащего 3г HCl?
25. Какую массу сульфида кадмия можно получить из раствора, содержащего 4г $CdCl_2$, действием раствора Na_2S?

26. Какая масса NaOH потребуется для полного осаждения $Fe(OH)_3$ из раствора, содержащего 6г $FeCl_3$?
27. Какая масса оксида кальция CaO образуется при термическом разложении 200г $CaCO_3$?
28. Какую массу гидроксида кальция $Ca(OH)_2$ можно получить при гашении водой 600г CaO?
29. Какую массу карбоната кальция $CaCO_3$ можно получить, пропуская углекислый газ, через раствор содержащий 3г $Ca(OH)_2$?
30. Какую массу хлорида цинка $ZnCl_2$ можно получить, растворив 6г металлического цинка в соляной кислоте?

ВЫВОД ХИМИЧЕСКИХ ФОРМУЛ

Формула вещества показывает, какие элементы и в каком количестве входят в состав вещества. Различают формулы простейшие и истинные (молекулярные). Простейшая формула отображает наиболее простой возможный состав вещества. Истинная формула показывает действительное число атомов каждого элемента в молекуле.

Для вывода простейшей формулы вещества необходимо знать состав данного вещества или атомные массы образующих вещество элементов.

Пример 1. При полном сжигании 2,66г некоторого вещества получилось 1,54г CO_2 и 4,48г SO_2. Найдите простейшую формулу вещества.

Решение:

Дано:
m(в-ва)= 2,66г
$m(CO_2)$= 1,54г
$m(SO_2)$= 4,48г

формула - ?

Состав продуктов горения показывает, что вещество содержало углерод и серу. Кроме этих элементов, в состав вещества мог входить и кислород.

1. Находим массу углерода. Для этого определяем вначале количество вещества CO_2.

$$n(CO_2) = \frac{m(co_2)}{M(CO_2)} = \frac{1,54}{44} = 0,035(\text{моль}),$$

далее находим количество вещества углерода: $n(C) = n(CO_2) = 0,035$ моль и его массу: $m(C) = n(C) * M(C) = 0,035 * 12 = 0,42$г.

2. Аналогично определяем массу серы в 4,48г SO_2.

$$n(SO_2) = \frac{m(SO_2)}{M(SO_2)} = \frac{4,48}{64} = 0,07 \text{ моль}, \qquad n(S) = n(SO_2) = 0,07\text{моль},$$

$$m(S) = n(S) * M(S) = 0,07 * 32 = 2,24\text{г}.$$

3. Таким образом, сумма масс углерода (0,42г) и серы (2,24г) в сгоревшем веществе равна общей массе сгоревшего вещества (2,66г), значит, кислород в нём не содержится.
4. Находим число атомов элементов в простейшей формуле (C_XS_Y) соединения как отношение количеств вещества элементов:

$$X:Y=n(C) : n(S) = 0,035 : 0,07 = 1:2.$$

Такое соотношение отвечает простейшей формуле CS_2 .

Для нахождения истинной (молекулярной) формулы вещества необходимо знать, кроме состава вещества, его молекулярную массу.

<u>Пример 2</u>. В соединении углерода с азотом массовая доля углерода (ω) равна 46,15%. Плотность его паров по воздуху $Д_{возд}$ равна 1,79. Выведите истинную формулу вещества.

Решение:

Дано:

$\omega(C) = 46,15\%$

$Д_{возд.}(C_XN_Y) = 1,79$

_____

C_XN_Y -?

1.Выберем для расчета образец соединения массой 100г. Обозначим число атомов углерода через X, а азота через У.

2.Рассчитаем массы элементов, содержащихся в 100г соединения:

$$m(C) = \omega(C) * m(C_XN_Y) = 0,4615 * 100 = 46,15;$$

$$m(N) = m(C_XN_Y) * m(C) = 100 * 46,15 = 53,85.$$

3. Находим число атомов элементов в простейшей формуле соединения как отношение количеств веществ элементов, содержащихся в 100г соединения:

$$X:Y = n(C) : n(N) = \frac{m(C)}{M(C)} : \frac{m(N)}{M(N)} = \frac{46,15}{12} = \frac{53,85}{14} = 3,8:3,8 = 1:1.$$

Такое отношение отвечает простейшей формуле CN. Молярная масса равна M(CN) = 12+14 = 26 г/моль.
4. Для нахождения истинной формулы определяем молярную массу соединения, исходя из его плотности по воздуху:

$$Д_{возд}(C_XN_Y) = \frac{M(C_XN_Y)}{M_{(ВОЗД)}}$$

Отсюда $M(C_XN_Y) = Д_{ВОЗД} * M_{ВОЗД} = 1,79 * 29 = 51,9$ г/моль.

Таким образом, молярная масса вещества вдвое больше, вычисленной по его простейшей формуле. Следовательно, истинная формула имеет вид C_2N_2.

З А Д А Н И Е 4

1. Анализ показал, что соль содержит 17,1% Ca; 26,5% P; 54,7% O; и 1,7%H. Найдите формулу соли, назовите ее и изобразите графически.
2. Найти простейшую формулу вещества, в состав которого входят водород, углерод, кислород и азот в соотношении масс 1:3:4:7.
3. При прокаливании 4,42г основного карбоната меди (II) образовалось 3,18г CuO, 0,88г CO_2 и 0,36г H_2O. Найти формулу соли, назовите ее и изобразите графически.
4. Найдите простейшую формулу оксида ванадия, зная, что 2,73г оксида содержат 1,53г металла.
5. Некоторая кислота содержит 2,2% (по массе) водорода, 55,7% йода и 42,1% кислорода. Определите простейшую формулу этой кислоты.
6. При сжигании 1,7г неизвестного вещества в кислороде образовалось 3,2г оксида серы (IV) и 0,9г воды. Установите формулу вещества, если известно, что она легче аргона.
7. Выведите формулу кристаллогидрата хлорида бария, если известно, что при прокаливании 36,6г соли потеря в массе составляет 5,4г.
8. Выведите формулу кристаллогидрата фосфата цинка, если известно, что массовая доля соли в нем равна 84,2%.
9. При взаимодействии 6,85г металла с водой выделилось 1,12л водорода. Определите этот металл, если он в своих соединениях двухвалентен.
10. При взаимодействии чистого кристаллогидрата бромида натрия массой 1,39г с избытком раствора нитрата серебра было получено 1,88г осадка. Выведите формулу кристаллогидрата бромида натрия.
11. При взаимодействии 12,8г металла с избытком 60%-ной азотной кислоты выделяется 8,96л (н.у.) бурого газа и образуется соль, в которой степень окисления металла равна +2. Установите что это за металл?
12. Неизвестная соль содержит элемент X, а так же водород, азот и кислород в массовом соотношении: X:H:N:O = 12:5:14:48. Определите формулу соли.
13. Найти простейшую формулу вещества, содержащего (по массе) 43,4% натрия, 11,3% углерода и 45,3% кислорода.
14. Определите формулу соединения, если известно, что оно содержит 28% металла, 24% серы, 48% кислорода по массе.
15. Определите простейшую формулу соединения алюминия с углеродом, если известно, что массовая доля алюминия в нем составляет 75%.

16. Определите простейшую формулу соединения калия с марганцем и кислородом, если массовые доли элементов в этом веществе составляют соответственно 24,7; 34,8; 40,5%.
17. В состав химического соединения входят натрий, фосфор и кислород. Массовые доли элементов составляют (в %): натрия – 34,6; фосфора - 23,3; кислорода 42,1. Определите простейшую формулу вещества.
18. Массовые доли оксидов натрия, кальция и кремния в оконном стекле составляют соответственно 13,0; 11,7; 75,3%. Каким молярным отношением этих оксидов выражается состав стекла.
19. Массовые доли кремния и водорода, входящих в состав некоторого соединения, равны соответственно 91,3; 8,7%. Определите формулу соединения, если плотность его паров по воздуху равна 3,172.
20. Молярная масса соединения азота с водородом равна 32г/моль. Определите формулу этого соединения, если массовая доля азота в нем составляет 87,5%.
21. Найти молекулярную формулу вещества, содержащего по (массе) 93,75% углерода и 6,25% водорода, если плотность этого вещества по воздуху равна 4,41.
22. Найти молекулярную формулу кислоты, содержащей (по массе) 54,5% углерода, 36,4% кислорода и 9,1% водорода, если плотность ее паров по водороду равна 44.
23. Содержание фосфора в одном из его оксидов равно 56,4%. Плотность паров этого вещества по воздуху равна 7,6. Установите молекулярную формулу оксида.
24. При сгорании 4,3 углеводорода образовалось 13,2 CO_2 . Плотность паров углеводорода по водороду равна 43. Выведите молекулярную формулу вещества.
25. При сжигании некоторого количества газообразного углеводорода получено 3,3г CO_2 и 2,02 H_2O. Относительная плотность углеводорода по воздуху 1,04. Установите истинную формулу углеводорода.
26. Определите истинную формулу углеводорода, если 1 л его при (н.у.) весит 1,34г и содержание углеводорода в нем составляет 80%.
27. При сжигании 7,2г органического вещества, плотность которого по гелию равна 18, образовалось22г CO_2 и 10,8г H_2O. Установите формулу вещества.
28. При сжигании 3,9г органического вещества, плотность которого по водороду 39, образовалось 13,2г CO_2 и 2,7г H_2O. Установите формулу вещества.
29. При полном сгорании навески органического бромсодержащего вещества массой 1,88г получено 0,88г CO_2 и 0,3г H_2O. После превра-

щения всего брома в бромид серебра получено 3,76г AgBr. Плотность паров вещества по водороду равна 94. Определите молекулярную формулу вещества.

30. Найти молекулярную формулу соединения бора с водородом, если масса 1л этого газа равна массе 1л азота, а содержание бора в веществе составляет 78,2%(масс.)

Литература

1. Коровин Н.В. Общая химия. – М.: Высшая школа, 1998. 558 с.
2. Глинка Н.Л. Общая химия. – М.: Химия, 2000. 719с.

Методические указания по химии
для студентов
дневного, заочного и дистанционного обучения

Составители: В.А.Ефимова, Н.С.Громаков, В.А.Бойчук

Редактор:

Редакционно-издательский отдел
Казанского государственного архитектурно-строительного университета
Подписано в печать Заказ Усл.-печ.л.1,3
Формат 60×84/16 Тираж Усл.изд.л.1,3
Печать офсетная Бумага тип №

Печатно-множительный отдел КГАСУ
420043, Казань, Зеленая, 1.