

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

В.Ф. Кострюков, А.М. Самойлов, Е.В. Томина

**СИСТЕМА
ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ПОНЯТИЙ
И ОПРЕДЕЛЕНИЙ В ХИМИИ**

Учебное пособие для вузов

Воронеж
Издательский дом ВГУ
2014

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ГЛАВА 1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ В ХИМИИ.....	5
1.1. Определение химии как науки	5
1.2. Понятие о веществе	7
1.3. Уровни организации вещества	8
1.4. Понятие о качественном и количественном составе	9
1.5. Способы выражения количественного состава	9
1.5.1. Массовая доля компонентов.....	9
1.5.2. Мольная доля компонентов	11
1.6. Строение веществ	13
1.7. Свойства веществ.....	14
1.8. Явления в химии	14
1.9. Задания для самостоятельной работы к главе 1	17
ГЛАВА 2. ЧИСТЫЕ ВЕЩЕСТВА И СМЕСИ. РАСТВОРЫ.....	19
2.1. Чистые химические вещества и их смеси	19
2.2. Растворы	23
2.3. Задания для самостоятельной работы к главе 2	27
ГЛАВА 3. ОСНОВНЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ СОВРЕМЕННОЙ ХИМИЧЕСКОЙ АТОМИСТИКИ	30
3.1. Краткая история становления атомистической теории	30
3.2. Физическое и химическое мышление.....	31
3.3. Определения атома и химического элемента	32
3.4. Понятие о молекуле	34
3.5. Простые и сложные вещества.....	36
3.6. Задания для самостоятельной работы к главе 3	42
Литература	50

Развитие науки в XX–XXI столетиях показало, что между различными отраслями естествознания не существует четких границ. Поэтому они не обособлены друг от друга, а тесно взаимосвязаны. В пограничных областях различных отраслей естествознания возникли так называемые *междисциплинарные* науки, например, химическая физика, биофизика, геохимия, кристаллохимия, материаловедение, геоэкология и целый ряд других. Если же говорить о химии, то эта наука изучает «материал», из которого и построен окружающий нас мир. Речь идет о *веществе* (строгое определение вещества будет дано ниже) – как устроено вещество, каково его строение, какими свойствами обладают различные вещества, как эти свойства связаны с их составом и строением. Химия изучает также закономерности, в соответствии с которыми происходят взаимные превращения веществ, т.е. процессы, при помощи которых можно получать одни вещества из других. Поэтому *предмет* химии можно охарактеризовать несколькими способами.

ХИМИЯ – одна из важнейших областей естествознания, наука о веществах, их составе и строении, их свойствах, зависящих от состава и строения, их превращениях, ведущих к изменению состава и строения, а также о законах и закономерностях, которым эти превращения подчиняются.

Или, более кратко:

ХИМИЯ – это наука о веществах и их превращениях.

Из краткого определения следует, что предметом химии являются «всего» два класса объектов – *вещества* и *химические процессы*. Тем не менее, «несмотря на это», химия принадлежит к числу фундаментальных естественных наук, причем она весьма сложна не только при изучении, но и в профессиональной деятельности.

В развернутой формулировке химической науки, в его констатирующей части употребляются термины и понятия, которые, в свою очередь, нуждаются в определении (*вещество, состав, строение, свойства* и т.д.). Поэтому после характеристики химии как науки целесообразно расшифровать эти термины.

1.2. Понятие о веществе

Понятие о *веществе* – одно из основных в химии. Оно определяет тот главный объект, который исследует химия, и даже входит в само определение химии как науки. Все многообразие веществ, существующих в природе, а также получаемых искусственно, объединяется целым рядом общих признаков, позволяющих говорить о *веществе в широком смысле слова*. Дать определение вещества не так просто, поскольку речь идет об одном из исходных, предельно широких общенаучных понятий. Формулируя реальное определение, трудно найти более широкий класс объектов, из которого затем при помощи видового отличия выделить вещество.

Первоначально понятия *вещество* и *материя* отождествлялись. Однако в 30-х гг. XIX в. английский ученый М. Фарадей ввел представления о физическом поле (электрическом и магнитном), а в 60-х гг. XIX в. другой английский физик Д. К. Максвелл развил эти идеи и создал теорию электромагнитного поля (так называемые уравнения Максвелла). Таким образом, возникли два класса материальных образований – вещество и физическое поле.

В классической физике эти два класса объектов противопоставлялись друг другу. Вещество обладает *дискретной* (прерывной) структурой, а поле – непрерывная материальная среда, в которой осуществляется взаимодействие между частицами вещества (гравитационное взаимодействие – в гравитационном поле, электромагнитное – в электромагнитном поле и т. п.).

Однако в конце XIX в. многими опытами, в том числе опытами по световому давлению (П.Н. Лебедев, 1899 г.) было показано, что поток излучения обладает не только энергией, но и импульсом, а следовательно, можно говорить о его *массе*. Понятие *массы* приобрело более глубокий смысл с возникновением теории относительности (А. Эйнштейн, 1905 г.). Было показано (сначала теоретически, а затем подтверждено многими экспериментами), что масса тела растет с увеличением его скорости. Зависимость массы от скорости движения отражается формулой:

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad (1)$$

где m – масса движущегося тела;

m_0 – масса покоящегося тела, или *масса покоя*;

v – скорость движения тела;

c – скорость света в вакууме (3×10^8 м/с).

Из этой формулы следует, что при $v = 0$, т.е. в состоянии покоя $m = m_0$ (как и следует ожидать, масса покоящегося тела равна его массе покоя). В другом предельном случае, при $v = c$ отношение m/c равно единице, знаменатель обращается в нуль, а следовательно, масса тела стремится к бесконечности. Отсюда, в частности, и следует, что никакое тело с отличной от нуля массой покоя не может двигаться со скоростью света. Со скоростью света может распространяться сам свет и вообще любое поле – именно потому, что его масса покоя равна нулю (это надо понимать так, что не существует «покоящегося» поля).

Вещество – это вид материи, обладающий постоянным значением собственной массы, или массы покоя.

К категории вещества относятся, например, такие частицы, как протоны, нейтроны, электроны, которые характеризуются постоянной массой по-

кля. Поскольку все вещества в обычном смысле обладают собственной массой и построены, в конечном счете, именно из этих элементарных частиц, то приведенное определение вещества применимо и к данным объектам.

Дальнейшие уточнения, касающиеся природы вещества и поля, их взаимодействий и взаимопревращений, мы рассмотрим позже в связи с представлениями об эквивалентности массы и энергии (закон сохранения массы).

1.3. Уровни организации вещества

В настоящее время химическая наука различает несколько уровней организации вещественной материи, или вещества. Эту систему организации вещества характеризует схема, представленная на рис. 2.

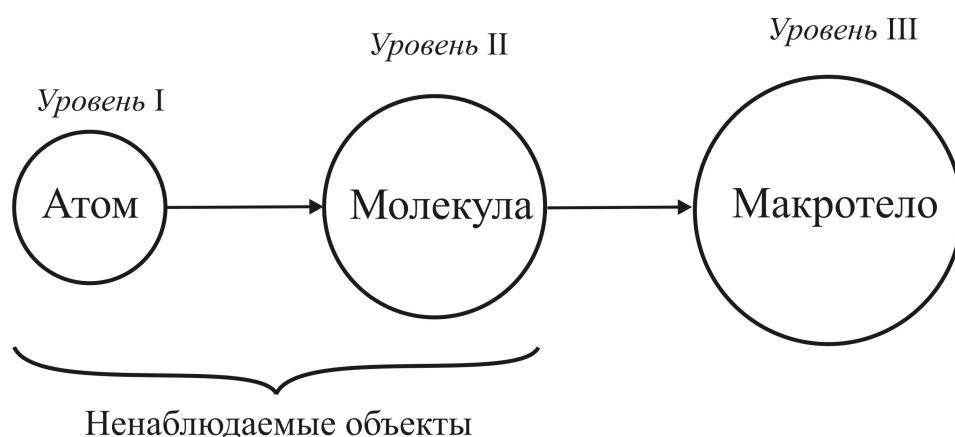


Рис. 2. Уровни организации материи с точки зрения химической науки

С точки зрения химии, *атомный уровень* организации материи считают простейшим. Несмотря на то, что атомы имеют сложное строение (см. глава 3, п. 3.3), в химических процессах не участвуют их ядра. Химические реакции сопровождаются лишь взаимодействием электронов с *внешних* и *предвнешних* энергетических уровней (такие электроны называют *валентными*). В связи с этим в химии часто в нулевом приближении атом рассматривают как частицу, способную взаимодействовать с другими за счет валентных электронов, не вдаваясь в детали его внутреннего строения.

Следующим более высоким уровнем организации материи является *молекулярный* (рис. 2). *Молекула* (см. глава 3, п. 3.4) представляет собой сложную частицу, состоящую из двух или большего количества атомов *. Частицы высокомолекулярных органических соединений биологического происхождения (ДНК, белки) могут включать в свой состав несколько сотен

* Благородные газы – элементы VIIIA группы – имеют атомное строение. Ввиду их химической инертности часто говорят, что они состоят из одноатомных молекул.