

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
СТУПИНСКИЙ ФИЛИАЛ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ
(национальный исследовательский университет)»**

Кафедра "Моделирование систем и информационные технологии"

**ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«КОНЦЕПЦИИ СОВРЕМЕННОГО ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ»**

МОДУЛЬ 1

Ступинский филиал МАИ

2015 г.

Авторы

С.Б. Белова, Ю.Б. Егорова, С.П.Белов

Лабораторные работы по дисциплине «Концепции современного естествознания» / С.Б. Белова, Ю.Б. Егорова, С.П.Белов –
Ступинский филиал МАИ, 2015, - 44 с ил.

Приведено описание лабораторных работ по дисциплине
«Концепции современного естествознания», модуль1.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1

МЕТОДЫ НАУЧНОГО ПОЗНАНИЯ.

ЦЕЛИ РАБОТЫ

1. Познакомиться со структурой научного познания.
2. Изучить различные методы научного познания.
3. Усвоить экспериментальные и теоретические научные методы.

ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ

Создание естественнонаучной картины мира, объединяющей в себе наиболее существенные естественнонаучные представления эпохи, связано с получением и переработкой знаний о свойствах и закономерностях природы. Новые знания получают посредством совокупности определенных операций, связанных с практической или теоретической деятельностью.

Научное знание. Знание — форма существования и систематизации результатов познавательной деятельности человека. Знание в широком смысле — субъективный образ реальности, в форме понятий и представлений. Знание в узком смысле — обладание проверенной информацией (ответами на вопросы), позволяющей решать поставленную задачу. Научному знанию присущи логическая обоснованность, доказательность, воспроизводимость результатов, проверяемость, стремление к устранению ошибок и преодолению противоречий

Научный метод. Метод - это совокупность приемов или операций практической или теоретической деятельности. Метод

можно также охарактеризовать как форму теоретического и практического освоения действительности, исходящего из закономерностей поведения изучаемого объекта. Научный метод — совокупность основных способов получения новых знаний и методов решения задач в рамках любой науки.

Важной стороной научного метода является требование объективности, исключающее субъективное толкование результатов. Для обеспечения независимой проверки проводится документирование наблюдений, обеспечивается доступность для других учёных всех исходных данных, методик и результатов исследований. Это позволяет не только получить дополнительное подтверждение путём воспроизведения экспериментов, но и критически оценить степень адекватности экспериментов и результатов по отношению к проверяемой теории.

Методы научного познания по степени общности и сфере действия разделяют на философские, общенаучные, частнонаучные, дисциплинарные, междисциплинарные.

К философским методам, являющимися всеобщими, относятся в первую очередь диалектический и метафизический. Диалектический метод - это метод познания действительности в ее противоречивости, целостности и развитии. Метафизический метод - метод, противоположный диалектическому, рассматривающий явления вне их взаимной связи и развития.

Общенаучные подходы и методы. В науке 20 века получили широкое развитие такие подходы и методы как системный,

структурно-функциональный, кибернетический, вероятностный, моделирование, формализация, синергетический подход и др.

Частнонаучные методы - совокупность способов, приемов и процедур, применяемых в той или иной отрасли науки: методы механики, физики, химии, биологии и т.д.

Дисциплинарные методы - система приемов, применяемых в той или иной научной дисциплине. Методы междисциплинарного исследования - нацелены главным образом на стыки научных дисциплин.

К общенаучным методам относятся: наблюдение, сравнение, эксперимент, описание, анализ и синтез, абстрагирование, обобщение, индукция и дедукция, аналогия, моделирование, формализация, а также аксиоматический, гипотетико-дедуктивный и системный методы, метод восхождения от абстрактного к конкретному и др.

Разнообразные методы научного познания условно подразделяются на ряд уровней. Существуют два основных уровня: эмпирический и теоретический. К методам эмпирического исследования относят: наблюдение, измерение, сравнение, эксперимент, описание.

Методы теоретического исследования: формализация, аксиоматический и гипотетико-дедуктивный методы, абстрагирование, идеализация, обобщение, анализ и синтез, индукция и дедукция и т.д.

Методы экспериментально-теоретического уровня: эксперимент, анализ и синтез, индукция и дедукция и т.п.

Характеристика методов научного познания, применяемых на разных уровнях науки, дана в таблице 1.1.

Таблица 1.1

Методы научного познания

№	Метод	Содержание метода
1	Наблюдение	целенаправленное пассивное изучение предметов при помощи органов чувств без вмешательства в процесс со стороны исследователя.
2	Измерение	процесс определения численного значения некоторой величины с помощью измерительных приборов
3	Сравнение	установление сходства и различия объектов
4	Эксперимент	целенаправленное вмешательство в естественные условия существования предметов и явлений с целью их изучения.
5	Описание	познавательная операция, состоящая в фиксировании результатов опыта (наблюдения или эксперимента) с помощью определенных обозначений, принятых в науке
6	Анализ	реальное или мысленное исследование путем разложения объекта на составные части для изучения его структуры.
7	Синтез	реальное или мысленное объединение составных частей объекта в единое целое (систему). Результат синтеза - совершенно новое образование.
8	Абстрагирование (отвлечение)	это мысленное отвлечение от несущественных (на данный момент) сторон, свойств изучаемого явления
9	Идеализация	формирование абстрактной (идеализированной) модели
10	Обобщение	процесс установления общих свойств и признаков предмета на основе перехода от единичного к общему, от менее общего

		к более общему
11	Индукция (от лат. <i>inductio</i> - наведение)	движение мысли от частного к общему; метод установления общих закономерностей посредством обобщения единичных фактов.
11- 1	Полная индукция	вывод общей закономерности обо всех объектах некоторого множества на основании рассмотрения каждого объекта данного множества. Чаще всего применяется в математике
11- 2	Неполная индукция (используется на практике)	вывод обо всех объектах множества делается на основании изучения лишь части объектов. Неполная индукция, основанная на экспериментальных исследованиях и включающая теоретическое обоснование, способна давать достоверное (истинное) заключение
12	Дедукция (лат. <i>deductio</i> - выведение)	- движение мысли от общего к частному; - другими словами, это способ логического умозаключения, при котором исходными положениями (посылками) являются гипотезы (аксиомы, постулаты), имеющие характер общих утверждений, а конечными положениями - следствия (утверждения, выводы) из посылок.
13	Аналогия (соответствие, сходство)	установление сходства некоторых признаков между нетождественными объектами на основании установленного сходства в других признаках. На основании выявленного сходства делается соответствующий вывод - умозаключение по аналогии. Его общая схема такова: объект В обладает признаками a,b,c,d; объект С обладает признаками b, c, d. Следовательно, объект С, возможно, обладает признаком а. Аналогия дает не достоверное, а вероятное знание. При выводе по аналогии знание, полученное при рассмотрении какого-либо объекта (модели), переносится на другой, менее изученный и менее доступный объект.

14	Моделирование -	метод исследования объектов путем воспроизведения их характеристик на другом объекте - модели, которая представляет собой аналог оригинала объекта. Между моделью и объектом должно существовать сходство (подобие) в физических характеристиках, структуре, функциях и т.п. По характеру моделей выделяют —материальное (предметное) и —идеализированное (абстрактное) моделирование
15	Формализация	изучение объектов путем отображения их содержания и структуры в знаковой форме при помощи "искусственного" (формализованного) языка (языка математики, химии, логики и т.п.). Формализованный язык создается для точного выражения мыслей с целью исключения возможности для неоднозначного понимания. При формализации рассуждения об объектах переносятся в плоскость оперирования со знаками (формулами).
16	Аксиоматический метод	способ построения научной теории, при котором в ее основу кладутся некоторые исходные положения - аксиомы (постулаты), из которых все остальные утверждения этой теории выводятся логическим путем, посредством доказательств
17	Гипотетико-дедуктивный метод	метод научного познания, который основан на выведении (дедукции) заключений из гипотез. Общая структура этого метода: —изучение фактического материала, требующего теоретического объяснения; —выдвижение гипотез; их оценка и анализ;

		—отбор наиболее вероятных; —экспериментальная проверка гипотез; —разработка теоретических положений
18	Восхождение от абстрактного к конкретному	метод теоретического исследования, состоящий в движении научной мысли от исходной абстракции к созданию целостной теории исследуемого явления или предмета

Структура научного познания. Структуру научного познания можно представить следующим образом:

Эмпирический факт → научный факт → наблюдение → реальный эксперимент → модельный эксперимент → мысленный эксперимент → фиксация результатов эмпирического уровня исследований → эмпирическое обобщение → использование имеющегося теоретического знания → образ → формулирование гипотезы → проверка ее на опыте → формулирование новых понятий → введение терминов и знаков → определение их значения → выведение закона → создание теории → проверка ее на опыте → принятие в случае необходимости дополнительных гипотез.

Структура научного познания в схематическом виде представлена на рис. 1.1.

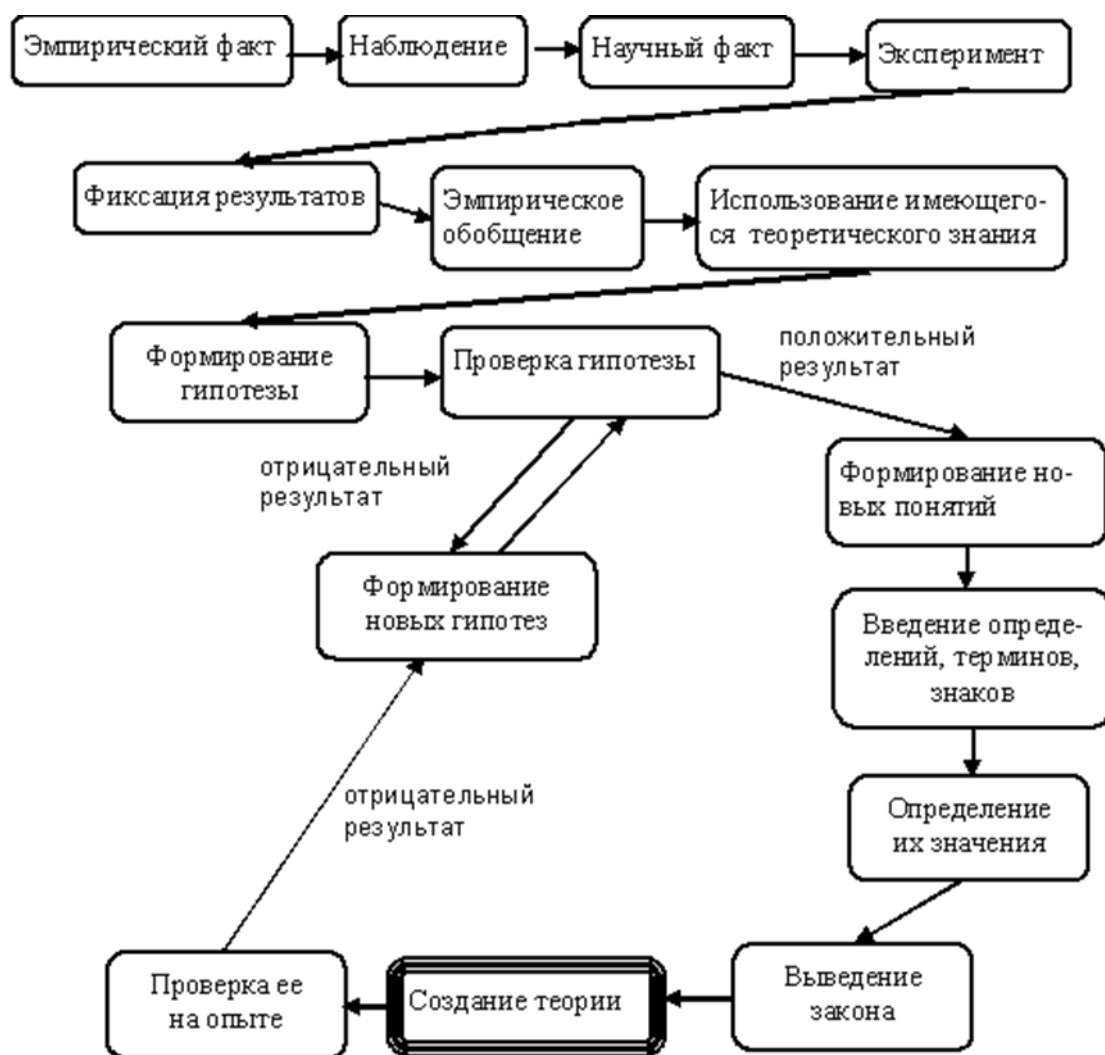


Рис.1.1.Схема процесса научного познания.

Научные факты - факты, установленные путем наблюдения или экспериментов. Факт, как явление действительности, становится научным фактом, если он прошел строгую проверку на истинность.

Научные теории (систематизированные знания в их совокупности) объясняют множество накопленных научных фактов и описывают определенный фрагмент реальности (например, механическое движение, превращение веществ, и т.п.) посредством системы законов.

Гипотеза — недоказанное утверждение, предположение или догадка. Гипотезу впоследствии или доказывают, превращая её в установленный факт (теорема, теория), или же опровергают, переводя в разряд ложных утверждений. Недоказанная и неопровергнутая гипотеза называется открытой **проблемой**.

Закон — вербальное и/или математически сформулированное утверждение, которое описывает соотношения, связи между различными научными понятиями, предложенное в качестве объяснения фактов и признанное на данном этапе научным сообществом согласующимся с экспериментальными данными.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Исходя из содержания метода, записать его название (таблица 1.2.).

Таблица 1.2.

№	Название метода	Содержание метода
1		метод научного познания, который основан на выведении (дедукции) заключений из гипотез. Общая структура этого метода: — изучение фактического материала, требующего теоретического объяснения; — выдвижение гипотез; их оценка и анализ; — отбор наиболее вероятных гипотез; — экспериментальная проверка гипотез; — разработка теоретических положений

2		целенаправленное пассивное изучение предметов при помощи органов чувств без вмешательства в процесс со стороны исследователя.
3		целенаправленное вмешательство в естественные условия существования предметов и явлений с целью их изучения.
4		метод исследования объектов путем воспроизведения их характеристик на другом объекте - модели, которая представляет собой аналог оригинала объекта.
5		движение мысли от частного к общему; метод установления общих закономерностей посредством обобщения единичных фактов.
6		процесс определения численного значения некоторой величины с помощью измерительных приборов
7		- движение мысли от общего к частному; - способ логического умозаключения, при котором исходными положениями (посылками) являются гипотезы (аксиомы, постулаты), имеющие характер общих утверждений, а конечными положениями - следствия (утверждения, выводы) из посылок.
8		познавательная операция, состоящая в фиксировании результатов опыта (наблюдения или эксперимента) с помощью определенных обозначений, принятых в науке
9		реальное или мысленное объединение составных частей объекта в единое целое (систему).
10		реальное или мысленное исследование путем разложения объекта на составные части для изучения его структуры.
11		установление сходства и различия объектов

12		это мысленное отвлечение от несущественных (на данный момент) сторон, свойств изучаемого явления
13		формирование абстрактной (идеализированной) модели
14		установление сходства некоторых признаков между нетождественными объектами на основании установленного сходства в других признаках. На основании выявленного сходства делается соответствующий вывод. Его общая схема: объект В обладает признаками a,b,c,d; объект С обладает признаками b, c, d. Следовательно, объект С, возможно, обладает признаком а. Знание, полученное при рассмотрении какого-либо объекта (модели), переносится на другой, менее изученный и менее доступный объект.
15		изучение объектов путем отображения их содержания и структуры в знаковой форме при помощи "искусственного" (формализованного) языка (языка математики, химии, логики и т.п.). Рассуждения об объектах переносятся в плоскость оперирования со знаками (формулами).
16		познавательная операция, состоящая в фиксировании результатов опыта (наблюдения или эксперимента) с помощью определенных обозначений, принятых в науке
17		способ построения научной теории, при котором в ее основу кладутся некоторые исходные положения - аксиомы (постулаты), из которых все остальные утверждения этой теории выводятся логическим путем, посредством доказательств

2. Записать название метода исследования, используемого в соответствующем примере (таблица 1.3.).

Таблица 1.3.

№	Название метода	Пример
1		Первая исторически известная научная теория, построенная на основе этого метода, - это геометрия древнегреческого математика Евклида (III в. до н.э.). В своем главном труде "Начала", написанном около 300 г. до н.э., он выделил самые простые, "очевидные" положения, с помощью которых доказываются все теоремы. К этим положениям, например, относятся: "через две точки проходит только одна прямая", "существуют три точки, не лежащие на одной прямой", "две величины, порознь равные третьей, равны между собой" и др.
2		На промышленном предприятии этот метод применяется при выборочном контроле качества продукции. На контроль отбирается несколько деталей. Если они удовлетворяют требуемому качеству, то вся партия деталей признается годной.
3		Примеры применения этого метода: от понятия "треугольник" к понятию "многоугольник"; от понятия "механическая форма движения" к понятию "форма движения материи"; от суждения "этот металл электропроводен" к суждению "все металлы электропроводны"
4		В физике и термодинамике для введения понятия "идеальный газ" использована теоретическая модель реального газа, в которой молекулы - материальные точки, не имеющие сил межмолекулярного сцепления.

		В теории вероятностей "классическая схема испытания" - это опыт, который проводится мысленно в идеальных условиях (если подбрасывается игральный кубик, то считается, что он нефальшивый, никуда не закатится, не встанет на ребро и т.п.); В Эвклидовой геометрии "точка" - это объект, который не имеет длины, ширины, высоты.
5		В XVII в. немецкий астроном и математик И.Кеплер (1571-1630), наблюдая отклонение хвоста кометы в сторону от Солнца, выдвинул гипотезу о том, что оно происходит под давлением солнечных лучей. В XIX в. русский физик П.Н.Лебедев (1866-1912) экспериментально измерил давление света на твердые тела и газы и подтвердил правильность гипотезы Кеплера.
6		В материаловедении с помощью металлографического анализа экспериментально исследуют структуру материала, с помощью химического анализа изучают его химический состав
7		В математике многие задачи решаются с помощью уравнений без рассмотрения конкретных объектов, стоящих за ними - люди или животные, растения или металлы. И.Кеплеру были неважны красноватый цвет Марса или температура Солнца для установления законов обращения планет.
8		$\text{FeO(т)} + \text{CO(г)} = \text{Fe(т)} + \text{CO}_2(\text{г})$
9		Процесс определения численного значения некоторой величины с помощью измерительных приборов
10		Исследователь вмешивается в изучаемый процесс, при этом одни условия опыта изолируются, другие исключаются, третьи усиливаются или ослабляются
11		Первая подзорная труба была изобретена Галилеем, который с ее помощью изучал Луну, открыл четыре спутника Юпитера, заметил, что Сатурн чем-то окружен. Однако его телескоп был слишком слаб, чтобы разобрать, что он видит около Сатурна. Только спустя полвека голландскому ученому Христиану

		Гюйгенсу удалось рассмотреть кольца Сатурна.
12		Термин "планетарная модель атома", предложенный в 1911 г. английским физиком Э.Резерфордом (1831-1937), было им дан по сходству модели строения атома с солнечной системой.
13		— Изучение конкретного объекта заменяется исследованием некоторой модели, имеющей ту же физическую природу, что и оригинал (модели самолетов, кораблей, космических аппаратов и т.п.). — Модели выступают в виде систем уравнений, формул, графиков, чертежей и т.п.
14		В начале XX в. выдвинутая Планком квантовая гипотеза света после проверки стала научной теорией, а гипотезы о существовании "теплорода", "флогистона", "эфира" и др., не найдя подтверждения, были опровергнуты.
15		Первый, исторически известный ученый, который разработал и применил этот метод в науке, был древнегреческий математик и философ Пифагор Самосский (VI в. до н.э.). Именно ему греки приписывают создание геометрии как науки, в которой геометрические предложения стали выводить не только путем непосредственных измерений, но и путем логических умозаключений, путем вывода одного положения из другого, и устанавливать их в общем виде.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2

ИЗУЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОННОЙ СТРУКТУРЫ АТОМОВ, ПЕРИОДИЧЕСКОГО ЗАКОНА И ПЕРИОДИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

ЦЕЛИ РАБОТЫ

1. Познакомиться со строением вещества как одного из видов материи.
2. Изучить электронное строение атомов.
3. Приобрести навыки прогнозирования свойств элементов по их расположению в Периодической системе элементов.

ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ

Одной из важнейших задач естествознания является создание естественно-научной картины мира в виде целостной системы. Для ее решения используются понятия: *материя, движение, время, пространство*.

***Материя**—это все то, что прямо или косвенно действует на органы чувств человека и другие объекты. Материя - весь окружающий нас мир, все существующее.*

В современном естествознании различают ***три вида материи***: *вещество, физическое поле, физический вакуум*.

***Вещество** – основной вид материи, обладающей массой.*

К вещественным объектам относятся:

- *элементарные частицы,*
- *атомы,*
- *молекулы,*

- многочисленные образованные из них материальные объекты.

Атом - наименьшая частица химического элемента, сохраняющая его химические свойства.

Химический элемент - совокупность атомов с одинаковым зарядом ядра.

Таким образом, для понимания характера того или иного вещества как основного вида материи, необходимо знание о строении атомов, его образующих. Согласно Периодическому закону, свойства элементов и образуемых ими соединений определяются зарядом ядер их атомов. Расположение химических элементов в Периодической системе соответствует электронному строению их атомов.

Строение атома. Ядро и электронная оболочка. Каждый атом состоит из ядра и электронной оболочки (рис.2.1). Электронная оболочка атома – это совокупность элементарных частиц – электронов, каждому из которых присущ корпускулярно-волновой характер.

Электрон как частица обладает массой покоя. $m_e = 9,1095 \cdot 10^{-31}$ кг и несет отрицательный электрический заряд, равный $1,6022 \cdot 10^{-19}$ Кл. Абсолютное (без учета знака) значение этого заряда является наименьшим и называется *элементарным зарядом*.

Атом в целом не заряжен (электрически нейтрален). Это обусловлено тем, что сумма отрицательных зарядов электронов компенсирована положительным зарядом ядра атома: **в каждом атоме число элементарных отрицательных зарядов в оболочке равно числу элементарных положительных зарядов в ядре.**

Между положительно заряженным ядром атома и отрицательно заряженными электронами его оболочки действуют электростатические (кулоновские) силы притяжения. Геометрический размер атома, условно записываемый диаметром его электронной оболочки, имеет порядок 10^{-10} м, а диаметр атомного ядра – порядок 10^{-14} м, т.е по размеру ядро в 10000 меньше, чем атом. Отсюда следует, что **масса атома сосредоточена в его ядре.**

В легчайшем атоме водорода ядро обладает массой $1,6726 \cdot 10^{-27}$ кг; электрон легче ядра в 1836 раз.

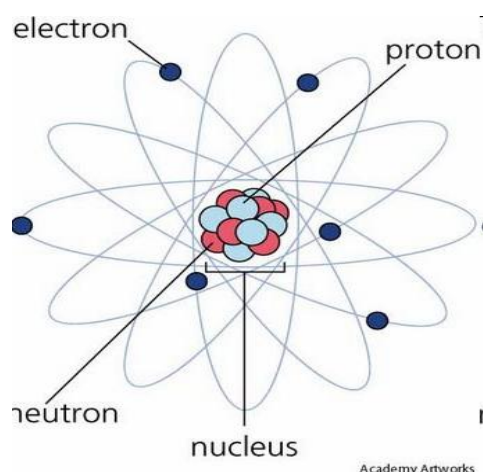


Рис.2.1 Ядро и электронная оболочка

Строение ядра атома. Ядра атомов имеют сложное строение и состоят из еще более мелких частиц – *нуклонов*. Существует два вида нуклонов: *протон*, который несет положительный электрический заряд $1,6022 \cdot 10^{-19}$ Кл (элементарный заряд) и обладает массой покоя, равной $1,6726 \cdot 10^{-27}$ кг; *нейтрон*, который не имеет электрического заряда и обладает массой покоя, равной $1,6750 \cdot 10^{-27}$ кг. Масса атомных ядер элементов определяется

числом протонов и нейтронов, а их заряд – только числом протонов.

Протоны и нейтроны состоят из фундаментальных частиц – кварков. Протоны - из двух u-кварков и одного d-кварка, нейтроны – из одного u-кварка и двух d-кварков. Таким образом, атомы элементов состоят из трех фундаментальных частиц: электрона и двух кварков.

Все атомы одного и того же элемента имеют одинаковый заряд ядра (число протонов в ядре), а атомы разных элементов имеют разный заряд их ядер. К настоящему времени известно 118 химических элементов, т.е. 118 различных по значению заряда атомных ядер. Число, соответствующее заряду ядра, называется порядковым (атомным) номером элемента (обозначение Z).

Большинство элементов, содержащихся в природе, состоит из нескольких видов атомов, отличающихся значениями относительной атомной массы.

Пример. Хлор в природе встречается как смесь двух видов атомов, один из которых содержит 18, а другой – 20 нейтронов в ядре.

Изотопы — разновидности атомов какого-либо химического элемента, которые имеют одинаковый атомный номер, но при этом разные массовые числа (массовое число - массовое суммарное количество протонов и нейтронов в ядре.)

Согласно орбитальной модели атома электронную оболочку атома удобно описывать понятием атомной орбитали.

Атомная орбиталь – это геометрический образ, отвечающий объему пространства вокруг атомного ядра, который соответствует 90 %-ой вероятности нахождения в этом объеме электрона (как частицы) и одновременно 90 %-ой плотности заряда электрона (как волны).

Модель атомной орбитали (электронного облака) очень удобна для наглядного описания распределения электронной плотности в пространстве. При этом s-орбиталь имеет сферическую форму, p-орбиталь – форму гантели, d-орбиталь – четырехлепесткового цветка или удвоенной гантели, f-орбиталь – еще более сложную форму (рис.2.2).

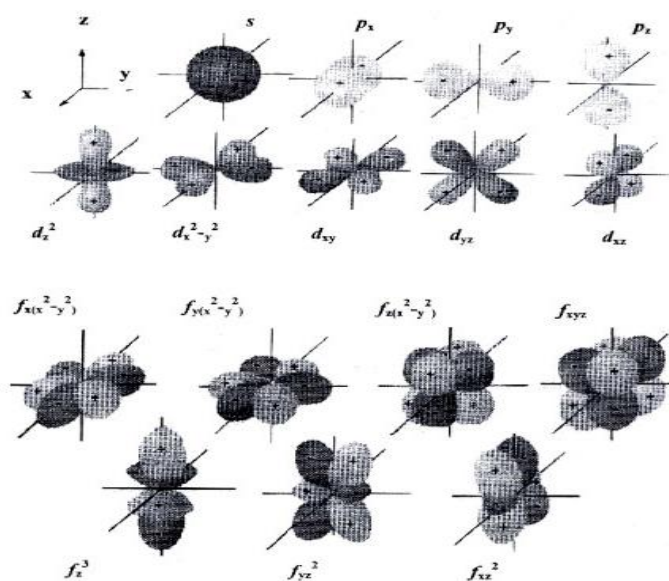


Рис. 2.2. Формы s-, p-, d- и f -орбиталей

В соответствии с квантово-механическим описанием состояния электрона в атоме каждый электрон является индивидуальной частицей. Собственной характеристикой каждого

электрона в атоме является *спин*. Два электрона на одной атомной орбитали обладают *антипараллельными* спинами.

Атомную орбиталь удобно изображать в виде квадрата, называемого квантовой ячейкой, а каждый электрон – вертикальной стрелкой, обозначающей один из двух возможных спинов электрона. Квантовая ячейка с одной стрелкой означает атомную орбиталь с одним электроном, т.е. полузаселенную орбиталь, с двумя стрелками – атомную орбиталь с двумя электронами, т.е. полностью заселенную орбиталь, без стрелок – вакантную орбиталь, т. е. без электронов.

Строение электронной оболочки атома. Квантовые числа. Строение электронной оболочки атома определяется различным запасом энергии E отдельных электронов в атоме. Электроны могут занимать в атоме положения, которым отвечают точно определенные (квантованные) энергетические состояния.

Для описания состояния электрона в реальном атоме используют 4 квантовых числа: n, l, m, s .

n – главное квантовое число, l – орбитальное (побочное, азимутальное), m – магнитное, s – спиновое.

Энергетический уровень характеризуется *главным квантовым числом* n . Для всех известных элементов значения n изменяются от 1 до 7. Электроны в многоэлектронном атоме, находящемся в *основном (невозбужденном)* состоянии, занимают энергетические уровни от первого до седьмого.

Энергетический подуровень характеризуется *орбитальным квантовым числом* l . Для каждого уровня ($n = \text{const}$) квантовое

число l принимает все целочисленные значения от 0 до $(n-1)$, например, при $n=3$ значениями l будут 0, 1 и 2. Орбитальное квантовое число определяет геометрическую форму (симметрию) орбиталей s -, p -, d -, f -подуровня. Существующие подуровни для первых четырех энергетических уровней, числа атомных орбиталей и электронов в них приведены в таблице 1.

Закономерность заполнения электронных оболочек атомов определяется **принципом запрета Паули**: в атоме не могут находиться два электрона в тождественных состояниях.

Различие электронов, занимающих разные атомные орбитали одного подуровня ($n, l = \text{const}$), кроме s -подуровня, характеризуется *магнитным квантовым числом* m_l . Значение квантового числа m_l устанавливает взаимное пространственное расположение этих орбиталей (табл.2.1).

Таблица 2.1

*Энергетические уровни, подуровни и орбитали
многоэлектронного атома*

Энергетический уровень n	Энергетический подуровень		Обозначение орбитали	Число орбиталей n^2	Число электронов $2n^2$
	L	вид орбитали			
1	0	s	1s	1	2
2	0	s	2s	1	2 } 8
	1	p	2p	3	
3	0	s	3s	1	2 } 18
	1	p	3p	3	
	2	d	3d	5	
4	0	s	4s	1	2 } 32
	1	p	4p	3	
	2	d	4d	5	
	3	f	4f	7	

Магнитное квантовое число m_l в пределах данного подуровня ($n, l = \text{const}$) принимает все целочисленные значения от $+l$ до $-l$, включая нуль. Для s-подуровня ($n = \text{const}, l = 0$) возможно только одно значение $m_l = 0$, откуда следует, что на s-подуровне любого (от первого до седьмого) энергетического уровня содержится одна s-АО.

Для p-подуровня ($n > 1, l = 1$) m_l может принимать три значения $+1, 0, -1$, следовательно, на p-подуровне любого (от второго до седьмого) энергетического уровня содержится три p-АО.

Для d-подуровня ($n > 2, l = 2$) m_l имеет пять значений $+2, +1, 0, -1, -2$ и, как следствие, d-подуровень любого (от третьего до седьмого) энергетического уровня обязательно содержит пять d-АО.

Аналогично, для каждого f-подуровня ($n > 3, l = 3$) m_l имеет семь значений $+3, +2, +1, 0, -1, -2, -3$ и поэтому любой f-подуровень содержит семь f-АО.

Таким образом, **каждая атомная орбиталь однозначно определяется тремя квантовыми числами** - главным n , орбитальным l и магнитным m_l .

При $n = \text{const}$ строго определены все относящиеся к данному энергетическому уровню значения l , а при $l = \text{const}$ - все относящиеся к данному энергетическому подуровню значения m_l .

Ввиду того, что каждая орбиталь может максимально заполняться двумя электронами, число электронов, которое может разместиться на каждом энергетическом уровне и подуровне, вдвое

больше числа орбиталей на данном уровне или подуровне. Поскольку электроны, находящиеся в одной атомной орбитали, имеют одинаковые значения квантовых чисел n , l и m_l , то для двух электронов на одной орбитали используется четвертое, *спиновое квантовое число* s , которое определяется спином электрона.

В соответствии с принципом Паули можно утверждать, что **каждый электрон в атоме однозначно характеризуется своим набором четырех квантовых чисел – главного n , орбитального l , магнитного m и спинowego s .**

Заселение электронами энергетических уровней, подуровней и атомных орбиталей подчиняется следующему правилу (принцип минимума энергии): **в невозбужденном состоянии все электроны обладают наименьшей энергией.**

Это означает, что каждый из электронов, заполняющих оболочку атома, занимает такую орбиталь, чтобы атом в целом имел минимальную энергию. Последовательное квантовое возрастание энергии подуровней происходит в следующем порядке:

$1s - 2s - 2p - 3s - 3p - 4s - 3d - 4p - 5s - \dots$

Заполнение атомных орбиталей внутри одного энергетического подуровня происходит в соответствии с **правилом Хунда**: атомные орбитали, принадлежащие к одному подуровню, заполняются каждая вначале одним электроном, а затем происходит их заполнение вторыми электронами.

На высшем энергетическом уровне свободного атома может находиться не более восьми электронов.

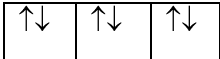
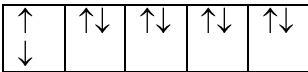
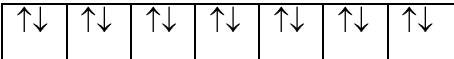
Электроны, находящиеся на высшем энергетическом уровне атома (во внешнем электронном слое), называются *внешними*; число внешних электронов у атома любого элемента никогда не бывает больше восьми. Для многих элементов именно число внешних электронов (при заполненных внутренних подуровнях) в значительной степени определяет их химические свойства. Для других электронов, у атомов которых есть незаполненный внутренний подуровень (Sc, Ti, Cr, Mn и др.), химические свойства зависят от числа как внутренних, так и внешних электронов. Все эти электроны называются *валентными*.

Распределение электронов по энергетическим уровням и подуровням приведено в таблице 2.2:

Таблица 2.2

**Энергетические уровни, подуровни и орбитали
многоэлектронного атома**

Глав- ное квант. число n	Обозначе- ние энерг. уровня	Макс. число электро- нов $2n^2$	Орбитальное (побочное) квантовое число l	Обозначе- ние энерг. подуровня (орбитали)	Магнитное квантовое число m	Макс. число электронов $2(2l + 1)$
			для данного n изменяется от 0 до $n-1$		для данного l -изменяется от $-l$ до $+l$ - принимает $2l + 1$ - значение	
1	K	2	0	1s	↑↓	2
2	L	8	0 1	2s 2p	↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑↓	2 6
3	M	18	0 1 2	3s 3p 3d	↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑↓	2 6 10

4	N	32	0	4s		2
			1	4p		6
			2			
			3			
				4d		10
				4f		14

Периодический закон Д. И. Менделеева — свойства элементов находятся в периодической зависимости от заряда их атомных ядер.

Графическим (табличным) выражением периодического закона является разработанная Менделеевым периодическая система элементов.

Распространённые другие являются 3 формы таблицы Менделеева:

«короткая» (короткопериодная),

«длинная» (длиннопериодная),

«сверхдлинная».

В «сверхдлинном» варианте каждый период занимает ровно одну строчку. В «длинном» варианте лантаноиды и актиноиды вынесены из общей таблицы, делая её более компактной. В «короткой» форме записи, в дополнение к этому, четвёртый и последующие периоды занимают по 2 строчки.

Короткая форма таблицы Менделеева (табл.2.3) основана на параллелизме степеней окисления элементов главных и побочных подгрупп: например, максимальная степень окисления ванадия

равна +5, как у фосфора и мышьяка, максимальная степень окисления хрома равна +6, как у серы и селена, и т. д.

Таблица 2.3.Короткая форма Периодической системы

Периодическая система элементов (короткий вариант)																			
Группа → Период ↓	I		II		III		IV		V		VI		VII		VIII				
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	
1	1 <u>H</u>														2 <u>He</u>				
2	3 <u>Li</u>	4 <u>Be</u>		5 <u>B</u>		6 <u>C</u>		7 <u>N</u>		8 <u>O</u>		9 <u>F</u>		10 <u>Ne</u>					
3	11 <u>Na</u>	12 <u>Mg</u>		13 <u>Al</u>		14 <u>Si</u>		15 <u>P</u>		16 <u>S</u>		17 <u>Cl</u>		18 <u>Ar</u>					
4	19 <u>K</u>	20 <u>Ca</u>		21 <u>Sc</u>		22 <u>Ti</u>		23 <u>V</u>		24 <u>Cr</u>		25 <u>Mn</u>		26 <u>Fe</u>	27 <u>Co</u>		28 <u>Ni</u>		
		29 <u>Cu</u>	30 <u>Zn</u>	31 <u>Ga</u>		32 <u>Ge</u>		33 <u>As</u>		34 <u>Se</u>		35 <u>Br</u>		36 <u>Kr</u>					
5	37 <u>Rb</u>	38 <u>Sr</u>		39 <u>Y</u>		40 <u>Zr</u>		41 <u>Nb</u>		42 <u>Mo</u>		43 <u>Tc</u>		44 <u>Ru</u>	45 <u>Rh</u>		46 <u>Pd</u>		
		47 <u>Ag</u>	48 <u>Cd</u>	49 <u>In</u>		50 <u>Sn</u>		51 <u>Sb</u>		52 <u>Te</u>		53 <u>I</u>		54 <u>Xe</u>					
6	55 <u>Cs</u>	56 <u>Ba</u>		*		72 <u>Hf</u>		73 <u>Ta</u>		74 <u>W</u>		75 <u>Re</u>		76 <u>Os</u>	77 <u>Ir</u>		78 <u>Pt</u>		
		79 <u>Au</u>	80 <u>Hg</u>	81 <u>Tl</u>		82 <u>Pb</u>		83 <u>Bi</u>		84 <u>Po</u>		85 <u>At</u>		86 <u>Rn</u>					
7	87 <u>Fr</u>	88 <u>Ra</u>		**		104 <u>Rf</u>		105 <u>Db</u>		106 <u>Sg</u>		107 <u>Bh</u>		108 <u>Hs</u>	109 <u>Mt</u>		110 <u>Ds</u>		
		111 <u>Rg</u>	112 <u>Cn</u>	113 <u>Uut</u>		114 <u>Uuq</u>		115 <u>Uup</u>		116 <u>Uuh</u>		117 <u>Uus</u>		118 <u>Uuo</u>					
<u>Лантаноиды</u> *	57 <u>La</u>	58 <u>Ce</u>	59 <u>Pr</u>	60 <u>Nd</u>	61 <u>Pm</u>	62 <u>Sm</u>	63 <u>Eu</u>	64 <u>Gd</u>	65 <u>Tb</u>	66 <u>Dy</u>	67 <u>Ho</u>	68 <u>Er</u>	69 <u>Tm</u>	70 <u>Yb</u>	71 <u>Lu</u>				
<u>Актинοиды</u> **	89 <u>Ac</u>	90 <u>Th</u>	91 <u>Pa</u>	92 <u>U</u>	93 <u>Np</u>	94 <u>Pu</u>	95 <u>Am</u>	96 <u>Cm</u>	97 <u>Bk</u>	98 <u>Cf</u>	99 <u>Es</u>	100 <u>Fm</u>	101 <u>Md</u>	102 <u>No</u>	103 <u>Lr</u>				

Для облегчения восприятия символы элементов главных и побочных подгрупп выравниваются в ячейках таблицы в разные стороны. В вышеприведённой таблице символы элементов главных

подгрупп выровнены влево, а символы элементов побочных подгрупп — вправо.

Длинный вариант (длиннопериодная форма) таблицы Менделеева утверждён Международным союзом теоретической и прикладной химии (IUPAC) в качестве основного (табл.2.4):

Таблица 2.4. Длиннопериодная форма Периодической системы

Периодическая система элементов																		
Группа → Период ↓	IA	IIA	IIIB	IVB	VB	VIB	VII B	VIII B	IB	IIB	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIIIA		
1	1 H																2 He	
2	3 Li	4 Be										5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne	
3	11 Na	12 Mg										13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar	
4	19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
5	37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
6	55 Cs	56 Ba	*	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
7	87 Fr	88 Ra	**	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Uut	114 Uuq	115 Uup	116 Uuh	117 Uus	118 Uuo
<u>Лантаноиды</u> *				57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
<u>Актиноиды</u> **				89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr
п. о. р.																		
<u>Семейства химических элементов</u>																		
 Щелочные металлы				 Неметаллы														
 Щёлочноземельные металлы				 Галогены														
 Переходные металлы				 Инертные газы														
 Металлы				 Лантаноиды														
 Полуметаллы — металлоиды				 Актиноиды														

Названия синтезированных элементов от 113 до 118 даны по порядковому номеру (искусственно образованы из корней латинских числительных. Например, элемент с $Z=115$ *Ununpentium* можно приблизительно перевести как «одно-одно-пятый»).

Элементы, расположенные по возрастанию Z (H, He, Li, Be...), образуют **семь периодов**. В периодах свойства элементов закономерно изменяются при переходе от щелочных металлов к благородным газам

Вертикальные столбцы — группы элементов, сходных по свойствам. Внутри групп свойства элементов также изменяются закономерно (например, у щелочных металлов при переходе от Li к Fr возрастает химическая активность)

Свойства химического элемента (свойства его свободных атомов и свойства простого вещества) проявляют периодическую зависимость от атомных номеров химических элементов. Среди этих свойств наиболее важными, имеющими особое значение при объяснении или предсказании химического поведения элементов и образуемых ими соединений являются:

- 1) энергия ионизации атомов;
- 2) энергия сродства атомов к электрону;
- 3) электроотрицательность;
- 4) атомные (и ионные) радиусы;
- 5) степени окисления.

1) Энергия ионизации атомов - *наименьшая энергия, необходимая для удаления электрона от свободного атома*

Легче всего удалить электрон из атомов щелочных металлов, включающих по одному валентному электрону, труднее всего — из атомов благородных газов, обладающих замкнутой электронной оболочкой. Поэтому периодичность изменения энергии ионизации атомов характеризуется минимумами, отвечающими щелочным металлам, и максимумами, приходящимися на благородные газы.

2) Энергия сродства атомов к электрону - *энергия, выделяющаяся в процессе присоединения электрона к свободному атому.*

Наибольшим сродством к электрону обладают р-элементы VII группы.

Наименьшее сродство к электрону у атомов с конфигурацией s^2 ([Be](#), [Mg](#), [Zn](#)) и s^2p^6 ([Ne](#), [Ar](#)) или с наполовину заполненными р-орбиталями ([N](#), [P](#), [As](#))

3) Электроотрицательность (χ) — *фундаментальное химическое свойство атома, количественная характеристика способности атома в молекуле притягивать к себе общие электронные пары.*

В периодах наблюдается общая тенденция роста электроотрицательности, а в подгруппах — её падение. Наименьшая электроотрицательность у s-элементов I группы, наибольшая — у р-элементов VII группы.

4) Атомные (и ионные) радиусы.

Значения орбитальных атомных радиусов при переходе от щелочного металла к соответствующему (ближайшему) благородному газу немонотонно уменьшаются, за исключением ряда [Li](#)—[Ne](#), особенно при появлении между щелочным металлом и благородным газом семейств переходных элементов (металлов) и лантаноидов или актиноидов. В больших периодах в семействах *d*- и *f*-элементов наблюдается менее резкое уменьшение радиусов, так как заполнение орбиталей электронами происходит в пред- предвнешнем слое.

В подгруппах элементов радиусы атомов и однотипных ионов в общем увеличиваются.

5) Степень окисления - *вспомогательная условная величина для записи процессов окисления, восстановления и окислительно-восстановительных реакций*

- *численная величина электрического заряда, приписываемого атому в молекуле в предположении, что электронные пары, осуществляющие связь, полностью смещены в сторону более электроотрицательных атомов.*

В простейшем случае в ряду элементов от щелочного металла до благородного газа высшая степень окисления возрастает от +1 ([RbF](#)) до +8 ([XeO₄](#)).

Все элементы в Периодической системе условно делят на металлы и неметаллы.

В главных группах металлические свойства элементов увеличиваются, а неметаллические свойства уменьшаются с возрастанием порядкового номера элемента.

В периодах для элементов главных групп металлические свойства элементов уменьшаются, а неметаллические свойства увеличиваются с возрастанием порядкового номера элемента.

Оксидам типичных неметаллов соответствуют кислотные гидроксиды, а оксидам типичных металлов – основные гидроксиды.

Элементы главных групп, расположенные по диагональной границе (Be, Al, Ge, Sb, Pb) и примыкающие к ней, образуют амфотерные оксиды и гидроксиды.

Для оксидов элементов главных групп в Периодической системе: Слева направо в пределах периода уменьшается основной характер, но растет кислотный характер. Сверху вниз в пределах групп растет основной характер, но уменьшается кислотный характер.

С повышением степени окисления основной характер оксидов переходных элементов уменьшается, но одновременно растет их кислотный характер.

ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТЫ

1. Какие сведения можно получить об элементе, исходя из его положения в системе Д.И.Менделеева:

1) название элемента;

2) к какому семейству относится

<u>Щелочные металлы</u>	<u>Неметаллы</u>
<u>Щёлочноземельные металлы</u>	<u>Галогены</u>
<u>Переходные металлы</u>	<u>Инертные газы</u>
<u>Металлы</u>	<u>Лантаноиды</u>
<u>Полуметаллы</u> — металлоиды	<u>Актиноиды</u>

3) из какого числа электронов состоит его электронная оболочка;

4) сколько энергетических уровней различают в его атоме?

2. Запишите электронную формулу элемента.

К каким элементам он относится (s , p , d , f)?

3. Напишите электронную формулу для ионов элемента с зарядом q .

4. Какие величины квантовых чисел (n , l , m , s) характеризуют состояние валентных электронов в атоме элемента?

5. Спрогнозируйте свойства элемента.

Образует ли он:

1) оксиды и

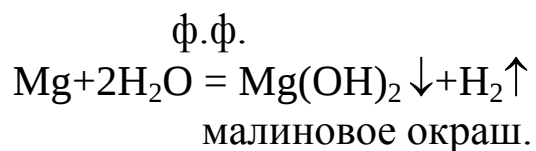
2) гидроксиды.

Укажите их характер.

Вариант	№ элемента в таблице Менделеева	Заряд иона q		Вариант	№ элемента в таблице Менделеева	Заряд иона q
1.	74	+6		16.	95	+4
2.	60	+2,+3		17.	83	+5
3.	92	+5		18.	72	+3
4.	58	+4		19.	96	+2
5.	90	+2		20.	65	+4
6.	59	+4		21.	97	+3
7.	91	+3		22.	66	+2
8.	60	+2		23.	84	+4
9.	92	+4		24.	74	+2
10.	64	+3		25.	78	+5
11.	93	+2		26.	73	+3
12.	81	+1		27.	92	+2
13.	62	+3		28.	91	+4
14.	94	+6		29.	90	+2
15.	82	+2		30.	52	-2

6. Спрогнозируйте свойства элементов с порядковыми номерами 12 и 16 и изучите особенности их взаимодействия с водой.

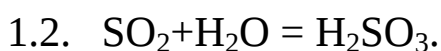
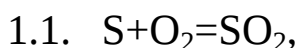
Опыт 1. Взаимодействие магния с водой



Вывод: Металлы со степенью окисления +1, +2, проявляющие основные свойства, образуют основные гидроксиды (основания).

Окрашивание раствора в малиновый цвет в присутствии фенолфталеина (ф.ф.) у поверхности раздела фаз $\text{Mg} - \text{H}_2\text{O}$ происходит вследствие образования основного гидроксида $\text{Mg}(\text{OH})_2$.

Опыт 2. Получение ангидрида серы и взаимодействие ангидрида серы с водой (ангидриды - солеобразующие оксиды, проявляющие кислотные свойства).



Вывод: Неметаллы и металлы со степенью окисления +5, +6, проявляющие кислотные свойства, образуют кислотные гидроксиды (кислородсодержащие кислоты).

ПРИМЕРЫ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ

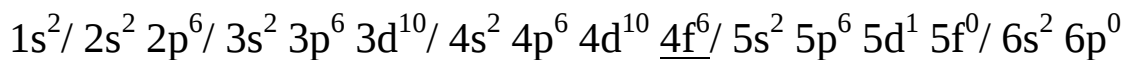
Задача №1. Какие сведения можно получить об элементе №63, исходя из его положения в системе Д. И. Менделеева?

Ответ: это элемент Eu (европий). №63 показывает, что электронная оболочка атома состоит из 63 электронов. Eu находится в 6 периоде III В группе. Значит в его атоме различают 6 квантовых слоёв (или 6 энергетических уровней), характерная валентность элемента равна 3.

Задача №2. Запишите электронную формулу элемента №63, последовательно заполняя электронами энергетические подуровни

по системе Д. И. Менделеева. Выделите сокращённую электронную формулу элемента. Какой тип элемента (s, p, d, f)?

Ответ:



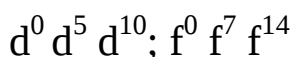
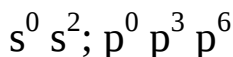
Сокращённая формула: $4f^6 / 5d^1 / 6s^2$

(по валентным подуровням).

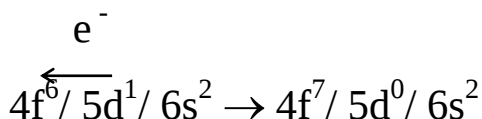
Eu – f – элемент

Логическая подсказка преподавателя:

Методами квантовой механики рассчитано, что устойчивое электронное состояние соответствует:

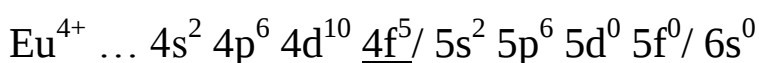
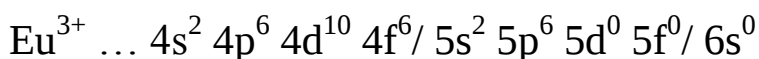
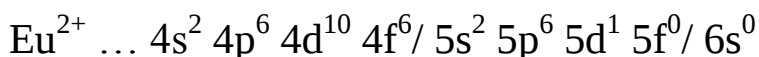


Поэтому у элемента №63 наблюдается «эффект провала электрона» при реализации устойчивого состояния:



Задача №3. Напишите электронные формулы (начиная с четвёртого уровня) для ионов Eu^{2+} , Eu^{3+} , Eu^{4+} (без учёта провала электрона).

Ответ:



Задача №4. Какие величины квантовых чисел характеризуют состояние валентных электронов в атоме Eu?

Ответ:

Валентные электроны	N	l	m	s
4f	4	3	-3,-2,-1,0,1,2,3	$\pm \frac{1}{2}$
5d	5	2	-2,-1,0,1,2	$\pm \frac{1}{2}$
6s	6	0	0	$\pm \frac{1}{2}$

Задача №5. Почему в атомах химических элементов заполняется сначала 4s – подуровень, а затем 3d – подуровень?

Логическая подсказка преподавателя: согласно «принципу наименьшей энергии», при формировании электронных оболочек наблюдается «эффект запаздывания», так как сначала заполняются энергетически выгодные уровни и подуровни, на которых энергия связи электрона с ядром атома максимально возможная (соответственно, общая энергия электрона максимально возможная). По правилу Клечковского, наибольшая энергия связи с ядром у того электрона, у которого сумма $(n + l) \rightarrow \min$.

Ответ:

подуровни	$n + l$
4s	$4 + 0 = 4$
3d	$3 + 2 = 5$

4s – подуровень
энергетически выгоднее, чем
3d – подуровень

Задача №6.

Можно ли объяснить тот факт, что при формировании электронных оболочек в атомах химических элементов прерывается заполнение 5d – подуровня и происходит заполнение электронами 4f – подуровня?

Ответ:

подуровни	$n + l$
5d	$5 + 2 = 7$
4f	$4 + 3 = 7$

5d и 4f – подуровни
одинаково энергетически
выгодны

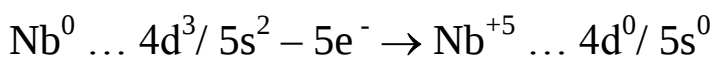
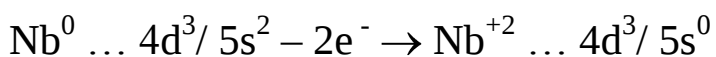
Логическая подсказка преподавателя:

Очевидно, что при одинаковой сумме $(n + l)$ энергетически выгоднее тот уровень, у которого $n \rightarrow \min$.

Задача №7

По сокращённой электронной формуле $\dots 4d^3 / 5s^2$ определите химический элемент и прогнозируйте его свойства.

Ответ: это элемент №41 (Nb), который находится в 5 периоде V В группе. Nb – металл, обладает только восстановительными свойствами. Nb – d – элемент.



Следовательно, Nb образует: оксид – Nb^{+2}O и оксид $\text{Nb}_2^{+5}\text{O}_5$, между которыми можно предполагать оксиды $\text{Nb}_2^{+3}\text{O}_3$ и Nb^{+4}O_2 .

Задача №8

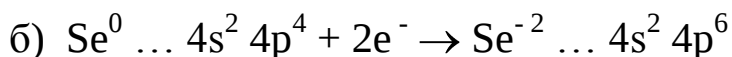
По сокращённой электронной формуле ... $3d^{10}/4s^2 4p^4$ определите химический элемент и прогнозируйте:

- а) металл или неметалл?
- б) какие кислоты и соли образует этот элемент?
- в) какова ковалентность этого элемента в невозбуждённом состоянии и возбуждённом состоянии?

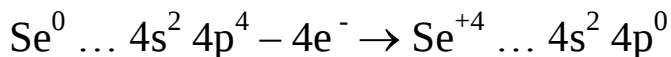
Ответы:

а) это элемент №34 – селен (Se).

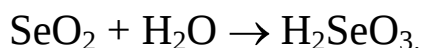
p – элемент, неметалл ; расположен в 4 периоде VI А группе.



Селен образует селеноводородную кислоту $\text{H}_2^+ \text{Se}^{-2}$, её соли – селениды, например, Na_2Se .

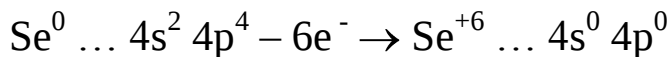


Селен образует оксид SeO_2 и соответствующую кислоту:

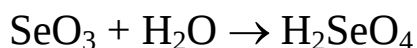


Селенистая кислота, её соли – селениты.

Пример: Na_2SeO_3 – селенит натрия.



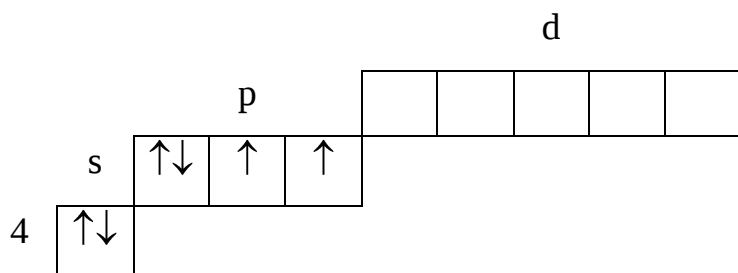
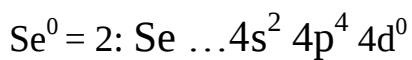
Селен образует оксид SeO_3 и соответствующую кислоту:



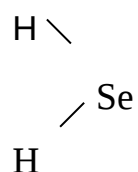
H_2SeO_4 – селеновая кислота, её соли – селенаты.

Пример: Na_2SeO_4 – селенат натрия.

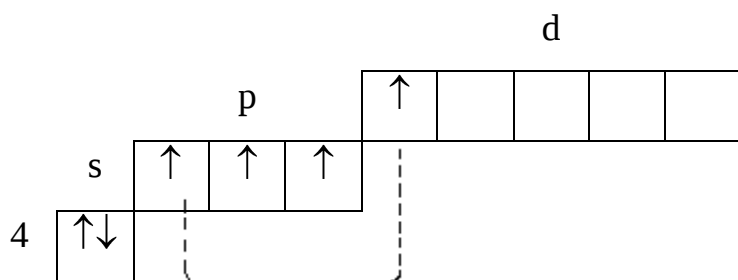
в) ковалентность в невозбуждённом состоянии



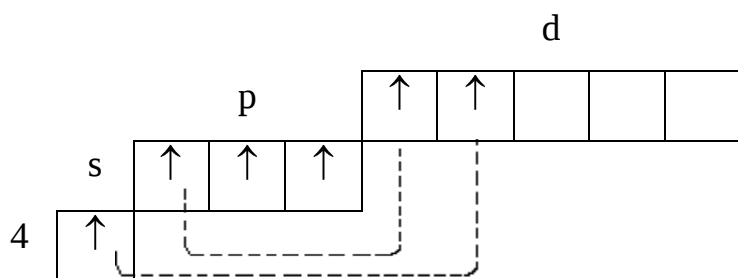
Это значит, что Se может образовать в соединениях две ковалентные химические связи. Например, H_2Se ;



Ковалентность в возбуждённом состоянии $\text{Se}^* = 4: \dots 4s^2 4p^3 4d^1$



Ковалентность в возбуждённом состоянии $\text{Se}^{**} = 6: \dots 4s^1 4p^3 4d^2$



Это значит, что Se в возбуждённом состоянии может образовать в соединениях 4 или 6 ковалентных связей.

.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зайцев О.С. Исследовательский практикум по общей химии. Учеб.пособие. М.: Изд-во МГУ, 1994, 480 с.
2. Глинка Н.Л. Общая химия: Учебное пособие для вузов./ Под ред. В.А.Рабиновича. Л.: Химия, 1983, 704 с.
3. Глинка Н.Л. Задачи и упражнения по общей химии. Учебное пособие для вузов./ Под ред. В.А.Рабиновича и Х.М.Рубиной. Л.: Химия, 1985, 264 с.
4. Химия: Справ. изд. / В. Шретер, К.-Х. Лаутеншлегер, Х. Бибрак и др.: Пер. с нем. – М.: Химия, 1989. – 648 с.
5. Бондарев Б.В. Курс общей физики. В 3 кн. Кн.2: Электромагнетизм. Волновая оптика. Квантовая физика: Учеб. пособие. – М.: Высшая школа, 2003. – 438 с.
6. Эмсли Дж. Элементы: Пер. с англ. – М.: Мир, 1993. – 256 с.
7. [http://ru.wikipedia.org/wiki/Периодический закон](http://ru.wikipedia.org/wiki/Периодический_закон)

СОДЕРЖАНИЕ

Лабораторная работа №1. Методы научного познания.	3
Лабораторная работа №2. Изучение электронной структуры атомов, периодического закона и периодической системы.....	17
Список литературы.....	42

Белова Светлана Борисовна

Егорова Юлия Борисовна

Белов Сергей Павлович

ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«КОНЦЕПЦИИ СОВРЕМЕННОГО ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ»
МОДУЛЬ1

СТУПИНСКИЙ ФИЛИАЛ МАИ

2015