

Слайд 1

Строение атома

Слайд 2

План

1. Экспериментальные основы теории
2. Корпускулярно-волновое описание электрона. Квантовые числа
3. Принципы построения и способы изображения электронных структур
4. Строение атома и периодическая система элементов

Слайд 3

АТОМ

**Устойчивая микросистема
элементарных частиц,
состоящая из _____**

Слайд 4

Ядро атома состоит из

Число протонов в ядре равно

и _____

Атом

Свойства элементарных частиц

Частица	поло- жение	заряд	масса (у.е.)
Протон (p)	ядро	+1	1,00728
Нейтрон (n)	ядро	0	1,00867
Позитрон (e)	ядро	+1	0,00055
Электрон(e)	обо- лочка	-1	0,00055

Экспериментальные основы

- **Спектральный анализ**
(Г. Кирхгоф, 1859)
- **Периодический закон**
(Д. Менделеев 1869)
- **Фотоэффект** (А. Столетов, 1888)
- **Катодные лучи** (Ж. Перрен, 1895)
- **Рентгеновские лучи** (В. Рентген 1895)
- **Радиоактивность**
(Л. Беккерель, 1896)
- **Открытие электрона**
(Дж. Томпсон, 1897)

Модели атома

- Модель Томсона
- Планетарная модель Резерфорда (1911)
- Квантово-механическая модель Бора (1913),
- Корпускулярно-волновая модель Н. Бор, Л. де Бройль, Ф.Хунд, Э. Шредингер, П.Дирак, В.Паули, В. Гейзенберг, М.В. Клеchkовский.

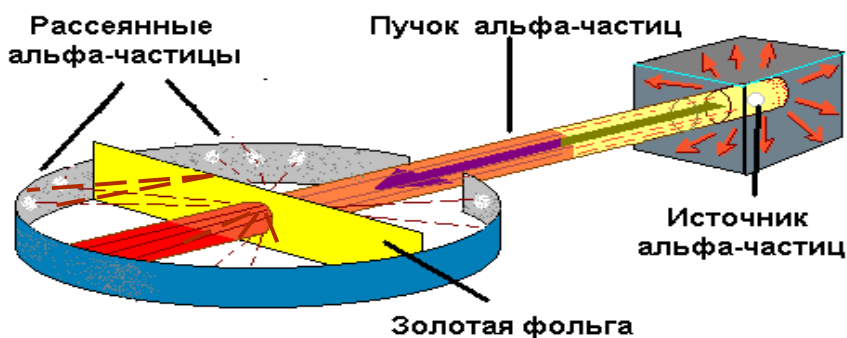
Слайд 8

Модели атома



Слайд 9

Исследование атомов Резерфордом



Слайд 10

ОСНОВЫ КВАНТОВЫХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ

- В попытках объяснить **линейчатые спектры атомов** и **спектр излучения абсолютно черного тела** ученые пришли к выводу о двойственной природе света и микрочастиц - они являются **дискретными частицами материи (корпускулами)** и одновременно им соответствует **длина волны**, которая характеризует их движение. Можно выделить три принципа квантовой механики:

Слайд 11

1. Принцип квантования

(М. Планк, 1900)

- атомы излучают энергию порциями, кратными некоторой минимальной величине - *кванту*, *фотону* - **h**

$$h = 6,626 \cdot 10^{-34} (\text{Дж} \cdot \text{с}) - \text{пост. Планка}$$

Слайд 12

2. Принцип дуализма (корпускулярно-волновой природы)

- При свободном движении эл-ов проявляются волновые свойства
- При взаимодействии с веществом – корпускулярные
- волновые и корпускулярные свойства присущи электронам одновременно



Слайд 13

3. Принцип неопределенности (В. Гейзенберг, 1925)

- Движение электрона в атоме не может быть точно фиксировано
- Координаты и скорость движения электрона в атоме можно найти лишь с некоторой неточностью, определяемой соотношением:

-



Слайд 14

Некоторые выводы из квантовых представлений

- Положение электрона можно характеризовать лишь вероятностью его пребывания в конкретной области пространства
- Область наиболее вероятного пребывания электрона в атоме называют атомной орбиталью - АО
- Вероятность обнаружения электрона пропорциональна квадрату волновой функции - Ψ^2

Слайд 17

Уравнение Шредингера - уравнение трехмерной волны

$$-\frac{\hbar^2}{8\pi^2 m} \left(\frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial z^2} \right) + U\psi = E\psi$$

В квантовой механике движение электрона в атоме представляется в виде *стоячей волны*, для которой характерен набор колебаний с длинами волн: $\lambda, \lambda/2, \lambda/3, \dots, \lambda/n$; т.е. движение характеризуется квантовым числом - n

Слайд 18

Квантовые числа

- Движение электрона _____.
Соответственно имеется - _____.
- В сферической системе координат эти числа связаны с изменением _____
- _____
- _____

Слайд 19

Главное квантовое число(n)

- $n = \underline{\hspace{2cm}}$, определяет энергию электрона в атоме и R АО
 - **Энергетический уровень** - состояние электронов в атоме с определённым значением n
- (**Основное состояние** атома - min энергия электронов;
Возбужденное состояние – более высокие значения энергии эл-в)

Слайд 21

■ Орбитальное кв. число (l)

■ $l = \underline{\hspace{2cm}}$

s, p, d, f, g, h...(всего n значений)

l определяет распределение волновой функции в околоядерном пространстве, т.е. – $\underline{\hspace{2cm}}$ АО

Слайд 22

■ **Магнитное квантовое число (m_l)**

характеризует ориентацию электронных облаков в пространстве

■ m_l – целые числа от $-l$ до $+l$, всего может быть _____ значений

■ **Например:**

$l = 0$ (s); $m_l =$ _____

$l = 1$ (p); $m_l =$ _____

$l = 2$ (d); $m_l =$ _____

Слайд 23

■ **Спиновое квантовое число (m_s)**

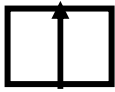
характеризует собственный магнитный момент электрона, который или совпадает с ориентацией орбитального момента, или направлен в противоположную сторону.

■ m_s принимает значения:

_____ или _____

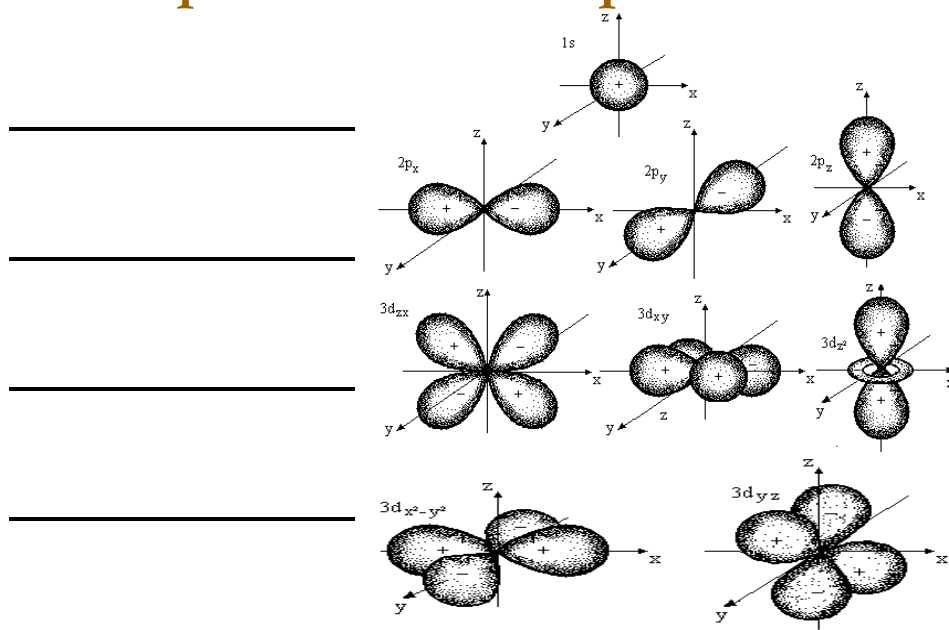
Слайд 24

Атомная орбиталь (АО)

- это состояние электрона в атоме, которое описывается волновой функцией с набором из трех квантовых чисел n, l, m_l
- Число АО определяется числом значений _____
- Условное изображение АО 
- АО обозначают с помощью кв. чисел
- Пример: $1s(n = _, l = _, m_l = _)$ — _____ АО,
 $2p(n = _, l = _, m_l = _, _, _)$ — _____ АО

Слайд 25

Формы атомных орбиталей



26

Закономерности формирования электронных структур

- **Принцип наименьшей энергии:** электрон размещается на АО _____ энергией
- **Принцип Паули:** в атоме не может быть двух электронов с _____ кв. чисел (определяет емкость АО)
- **Правила Гунда:** на одном подуровне
(1) суммарный спин электронов _____,
(2) сумма m_l при этом _____

27

Последовательность АО (по правилам Клечковского)

- **Принципу наименьшей энергии соответствует последовательность заполнения энергетических уровней и подуровней:**
 - АО $1s2s2p3s3p4s3d4p5s4d5p6s4f5d6p7s$
 - $n+l$ _____

28

Графическое правило Клечковского

	Орбитальное квантовое число l					
	0	1	2	3	4	
Главное квантовое число n	1	1s				
	2	2s	2p			
	3	3s	3p	3d		
	4	4s	4p	4d	4f	
	5	5s	5p	5d	5f	5g
	6	6s	6p	6d	6f	6g
	7	7s	7p			

Сумма $(n+l)$

1 2 3 4 5 6 7 8

29




Способы изображения электронных структур

- **Электронная формула** –
использует n и l ,
 n - цифра, l – буква (s, p, d, f)
- **Электронно – графическая формула** -
 m_l – квантовая ячейка
 m_s - $+1/2, -1/2$
- **Энергетическая диаграмма** -



30

Способы изображения электронных структур

- **Электронная формула** –
использует n и l ,
 n - цифра, l – буква (s, p, d, f)
- **Электронно – графическая формула** -
 m_l – квантовая ячейка
 m_s - $+1/2, -1/2$ 
- **Энергетическая диаграмма** -
 

31

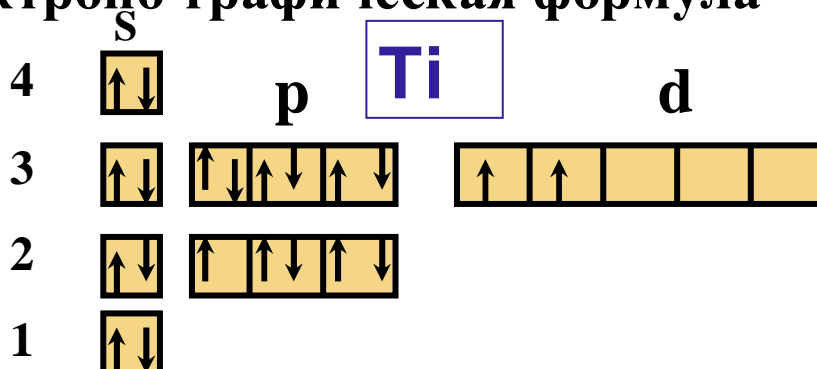
Примеры электронных структур

Полная электронная формула

Se - $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$ _____

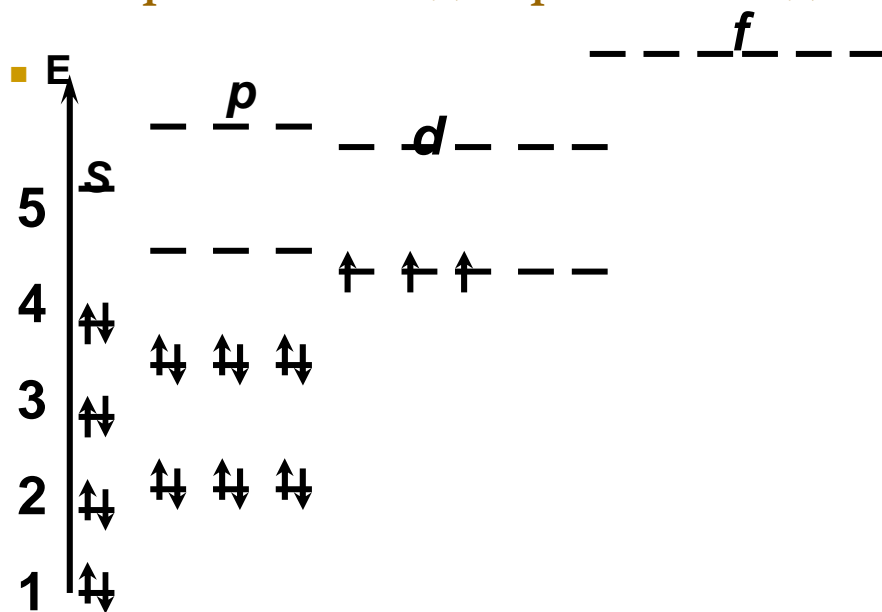
Краткая формула Se - _____

Электронно-графическая формула



32

Энергетическая диаграмма ванадия



33

Количество электронов

- - на подуровне l - _____ электрона;
- - на уровне n - _____ электронов.

Номера элементов, завершающих подуровни

1s² 2s² 2p⁶ 3s² 3p⁶ 4s² 3d¹⁰ 4p⁶ 5s² 4d¹⁰
 2 4 10 12 18 20 30 36 38 48

5p 6s² 4f¹⁴ 5d¹⁰ 6p⁶ 7s² 5f¹⁴ 6d¹⁰ 7p⁶
 54 56 70 80 86 88 102 112 118

34

Периодическая система элементов

Д.И. Менделеева (1869г.)

- **Свойства элементов, а также формы и свойства их соединений находятся в периодической зависимости от атомных весов**

35

Необходимо объяснить:

- **В чем причина периодичности?**
- **Почему элементы одной группы имеют одинаковую валентность и образуют одинаковые соединения?**
- **Почему число элементов в периодах не одинаковое?**
- **Почему в ПС расположение элементов не всегда соответствует возрастанию атом. массы (Ar – K, Co – Ni, Te – I)?**

36

Периодический закон

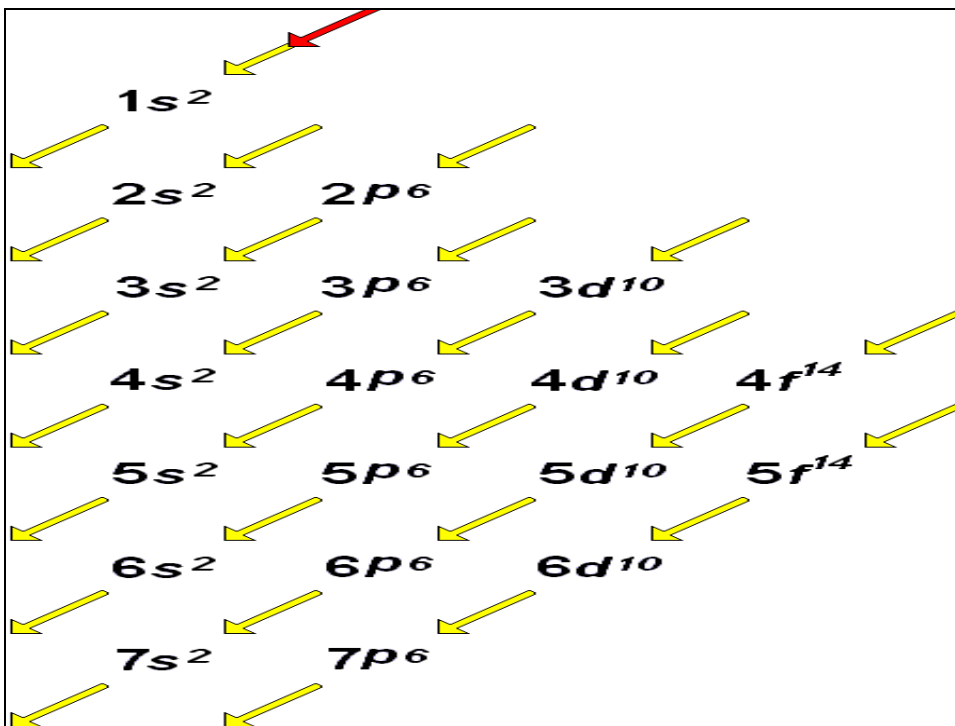
- Свойства элементов, а также формы и свойства их соединений находятся в периодической зависимости от **заряда ядер атомов**

37

Причина периодичности – электронное строение атомов

- Определенная последовательность формирования электронных оболочек: энергетических уровней и подуровней (принцип Паули, правила Хунда, Клечковского)
- Периодическое повторение сходных электронных слоёв и их усложнение при увеличении главного квантового числа

38



39

Короткие периоды

- 1 период ($n=$ __):
 __ элемента (____)
- 2 период ($n=$ __):
 __ элементов (____)
- 3 период ($n=$ __):
 8 элементов (____)

40

Длинные периоды

- 4 период ($n=$ __):
___ элементов (_____)
- 5 период ($n=$ __):
___ элементов (_____)
- 6 период ($n=$ __):
___ элемента (_____)
- 7 период ($n=$ __):
___ элемента (_____),
незавершенный

41

- **Период** - горизонтальная последовательность элементов, атомы которых имеют равное число энергетических уровней, частично или полностью заполненных электронами

42

■ **Группа** - вертикальная последовательность элементов с однотипной электронной конфигурацией атомов, равным числом внешних электронов (одинаковой максимальной валентностью и похожими химическими свойствами)

43

Периодичность свойств элементов

- **атомные и ионные радиусы**
- **энергия ионизации**
- **сродство к электрону**
- **электроотрицательность**
- **валентность элементов**

44

Периодичность свойств простых веществ и соединений

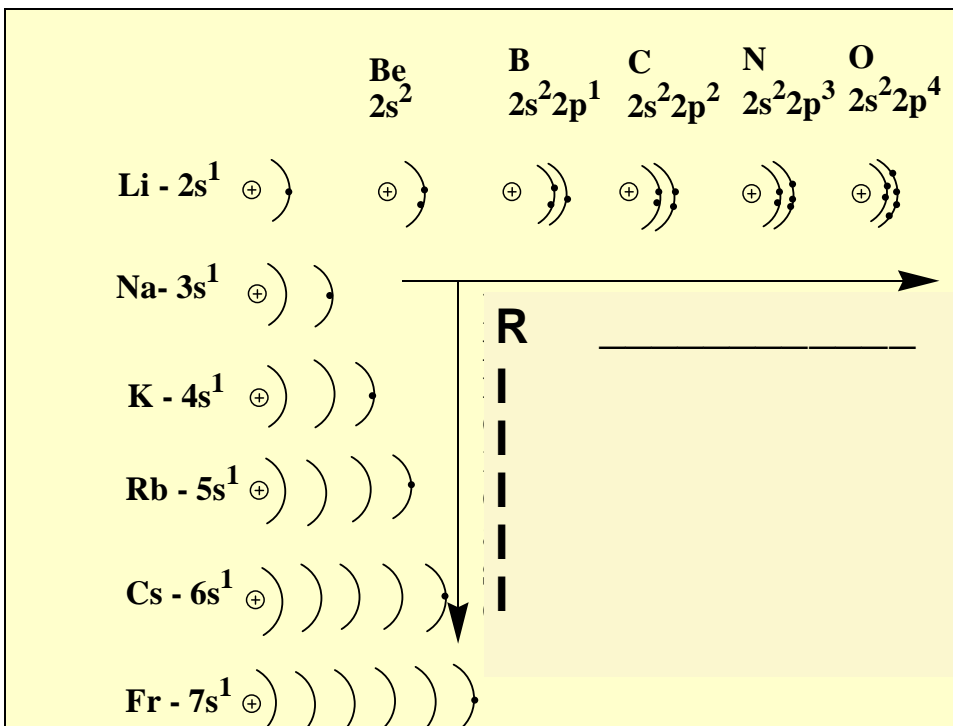
- температура плавления и кипения
- длина химической связи
- энергия химической связи
- электродные потенциалы
- стандартные энтальпии образования веществ
- энтропии веществ и т.д.

45

Атомные и ионные радиусы химических элементов

- Орбитальный радиус атома (иона) – это расстояние от _____ до _____ наиболее удаленной занятой орбитали этого атома

46



47

Радиусы катионов и анионов

- Превращение атома в катион – резкое _____ орбитального радиуса
- Превращение атома в анион – _____ орбитального радиуса

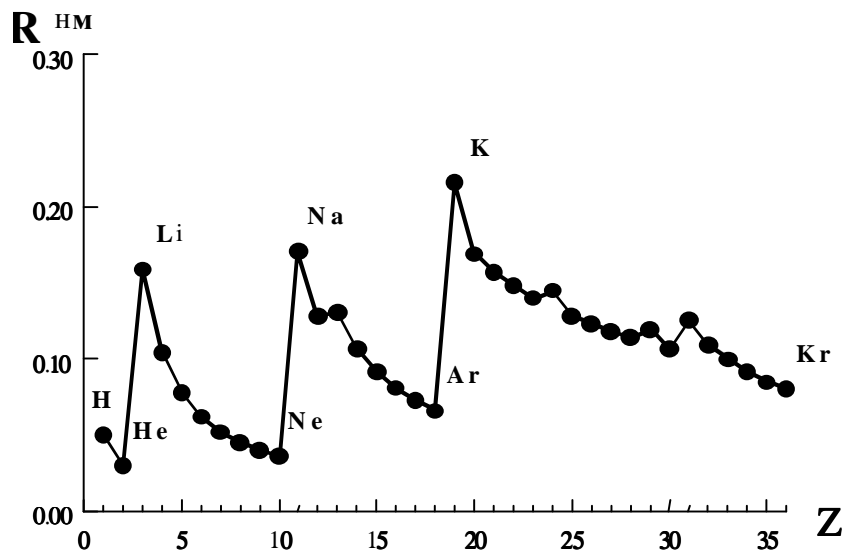
$$R_{\text{кат}} < R_{\text{ат}} < R_{\text{ан}}$$



$$0,027 \quad 0,099 \quad 0,181 \text{ нм}$$

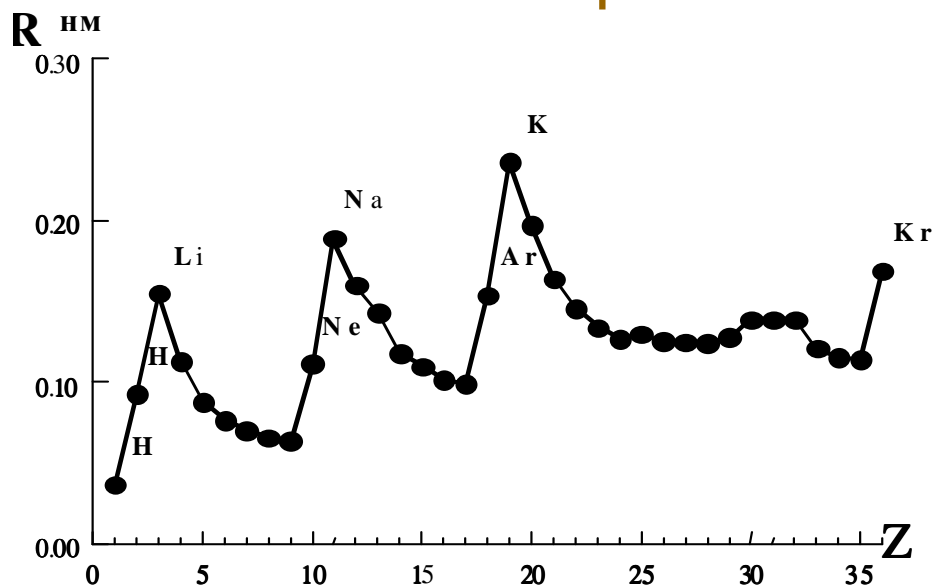
48

Зависимость орбитального радиуса атома от атомного номера элемента



49

Зависимость эффективного радиуса атома от атомного номера элемента



50

■ **Эффективные радиусы**

атомов и ионов определяют по межъядерным расстояниям в молекулах и кристаллах, при этом предполагают, что атомы – несжимаемые шары

51

- **Ковалентные радиусы** - это эффективные радиусы, определяемые по межъядерным расстояниям _____
- **Металлические радиусы** - это эффективные радиусы в _____
- **Ионные радиусы** – это эффективные радиусы в _____, определяемые по _____

52

Энергия и потенциал ионизации атомов

- Энергия ионизации – это энергия, необходимая для _____ от атома и превращение атома в

$E_{\text{ион}}$ [кДж/моль]

- Ионизационный потенциал – это _____, при которой происходит

J [В]; $E_{\text{ион}} = |J|$

53

1-й, 2-й, i потенциал ионизации

- Энергия отрыва каждого последующего электрона _____, чем предыдущего

$J_1 - J_2 - J_3 < -J_4 \dots$

- Резкое _____ **J** происходит на границах уровней и подуровней

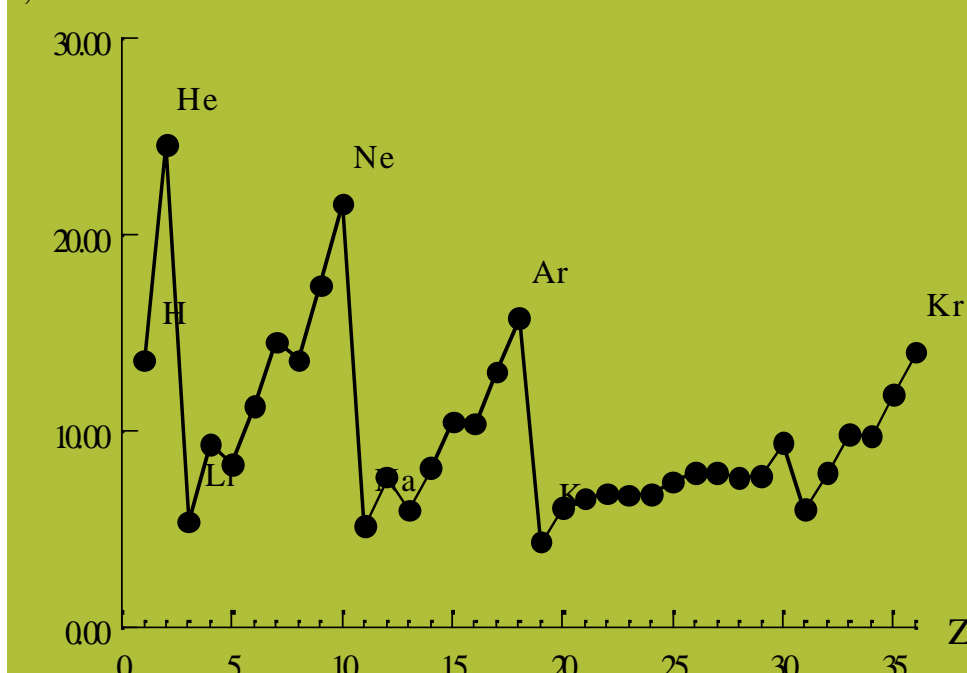
54

Периодичность изменения J

Элемент	J_1	J_2	J_3	J_4
Li	5,39	75,6	122,4	–
Be	9,32	18,2	158,3	217,7
B	8,30	25,1	37,9	259,3
C	11,26	24,4	47,9	64,5
N	14,53	29,6	47,5	77,4

55

J, эВ/ атом



56

Сродство к электрону

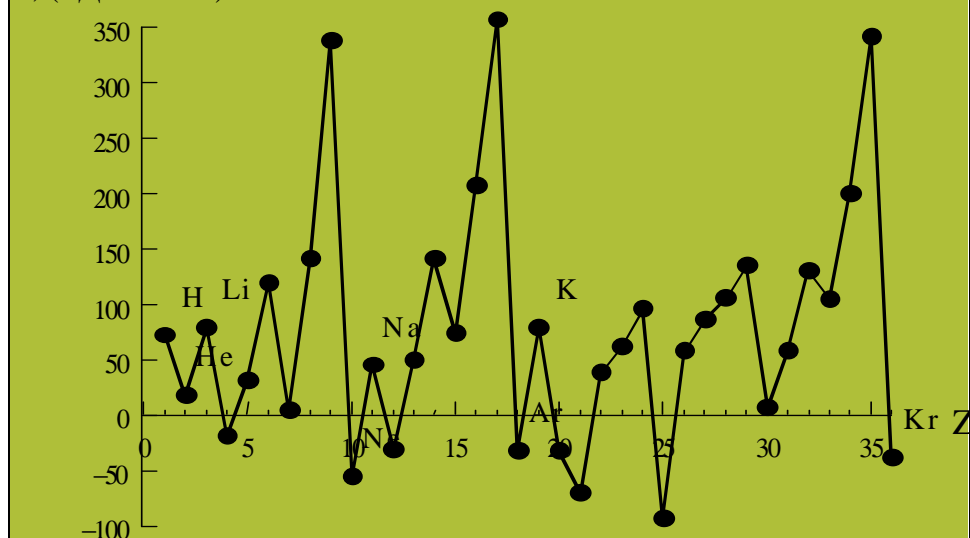
- это энергия, _____ при захвате электрона атомом или энергия, необходимая для _____ электрона к атому

E [кДж/моль]

57

Периодичность изменения E для элементов первых 3-х периодов

E , (кДж/моль)



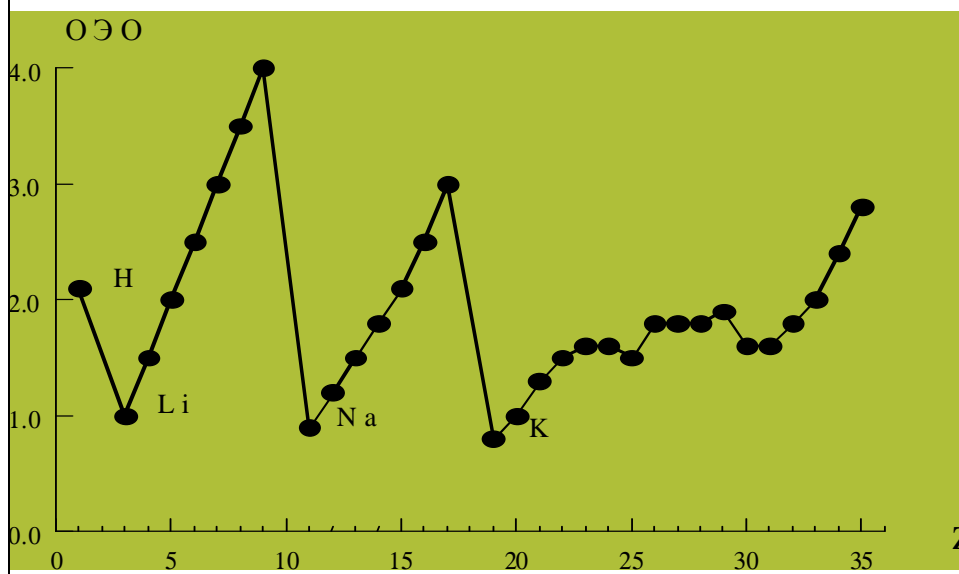
58

Электроотрицательность

- - свойство атома _____ электроны других атомов, с которыми он образует химическую связь в соединениях
- Электроотрицательность определяли _____ и др. ученые
- Электроотрицательность выражается в _____ единицах

59

Электроотрицательность элементов первых 3-х периодов



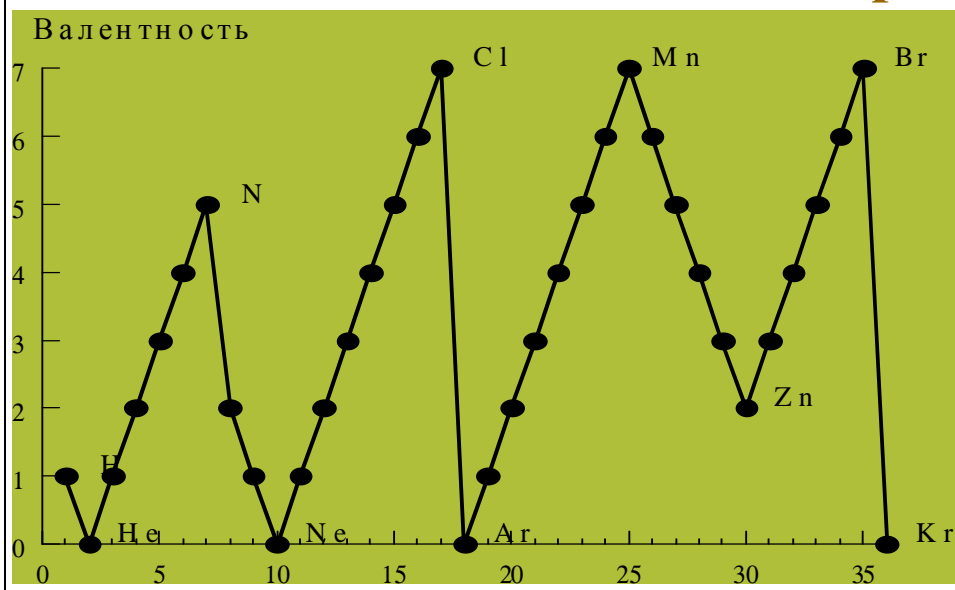
60

Валентность

- Валентность определяется электронами _____
- Высшая валентность элементов главных подгрупп равна _____

61

Зависимость высшей валентности от атомного номера



62

Периодические свойства соединений

- **основно-кислотные свойства оксидов и гидроксидов:**
- **в периодах основные свойства _____, но _____ кислотные свойства этих соединений**
- **в группах основные свойства _____, а кислотные _____**

63

Периодичность кислотно-основных свойств

