

***ОБЩАЯ ФИЗИКА.  
КВАНТОВАЯ ФИЗИКА.  
ЛЕКЦИЯ №18***

**Спин-орбитальное  
взаимодействие**

*(Для студентов элитного отделения ЭТО –II)*

# Тонкая структура энергетического уровня. Одноэлектронные атомы



- Потенциальная энергия спин-орбитального взаимодействия

$$U_{CO} = -\vec{p}_S \vec{B} = -p_{SB} B$$

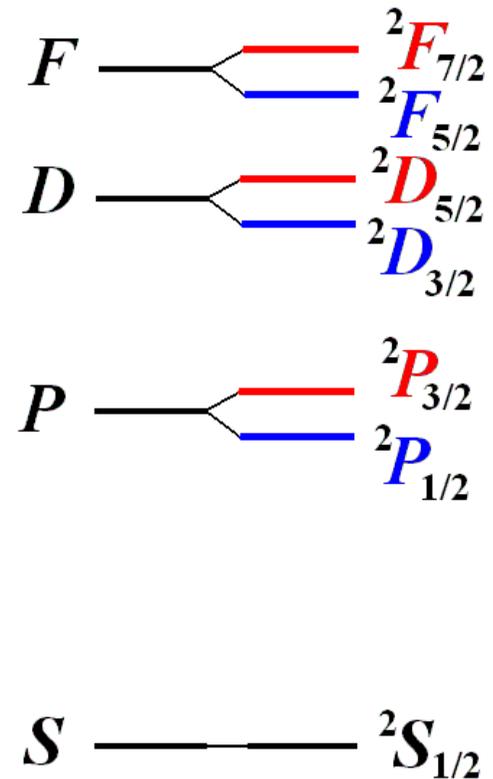
где  $\vec{B}$  - вектор магнитной индукция, обусловленная орбитальным движением электрона,

$p_{SB}$  - проекция спинового магнитного момента на направление орбитального магнитного поля.

- Расщепление энергетического уровня на подуровни в результате спин-орбитального взаимодействия приводит к образованию тонкой структуры уровня
- Мультиплет – совокупность подуровней, на которые расщепляется рассматриваемый уровень
- Терм определяется выражением:



$$2s+1 L_j$$





# Многоэлектронные атомы

- Система состоит из двух электронов, спины направлены в противоположную стороны: полное спиновое квантовое число  $S=0$

Обозначение числа $L$	$S$	$P$	$D$	$F$	$G$	$H$
$L$	0	1	2	3	4	5
$J=L$	0	1	2	3	4	5
Термы - синглетные	${}^1S_0$	${}^1P_1$	${}^1D_2$	${}^1F_3$	${}^1G_4$	${}^1H_5$

- Спины направлены в одну сторону:

$$S=1$$



Обозначение числа $L$	$S$	$P$	$D$	$F$	$G$
$L$	0	1	2	3	4
$J$	1	0,1,2	1,2,3	2,3,4	3,4,5
Термы - триплетные	${}^3S_1$	${}^3P_{0,1}, {}^3P_1, {}^3P_0$	${}^3D_1, {}^3D_2, {}^3D_3$	${}^3F_2, {}^3F_3, {}^3F_4$	${}^3G_3, {}^3G_4, {}^3G_5$

# Мультиплетный терм



${}^3P_2$  \_\_\_\_\_

${}^3P_1$  \_\_\_\_\_

${}^3P_0$  \_\_\_\_\_

Мультиплетный терм  ${}^3P$

# Периодическая система элементов



Правила заполнения электронных оболочек

1) Принцип минимума энергии  
(устойчивости).

С возрастанием числа электронов, каждый следующий занимает состояние, соответствующий меньшей энергии

## 2) Принцип Паули

Два тождественных фермиона в любой квантовой системе не могут находиться в одном и том же квантовом состоянии, т.е. не может быть двух электронов с четырьмя одинаковыми квантовыми числами

$$n, l, m_l, m_s.$$



# Особенности периодической системы



- 1) Распределение электронов по состояниям называют электронной конфигурацией.
- 2) Полностью заполненную оболочку называют замкнутой. Все три квантовых числа  $L, S, J$  у замкнутых оболочек (и подоболочек) равны нулю .
- 3) Вплоть до атома калия ( $Z=19$ ) последовательность заполнения оболочек и подоболочек носит «идеальный» характер.



- 4) Наблюдаемая периодичность химических и ряда физических свойств атомов объясняется периодической повторяемостью конфигурации внешних (валентных) электронов .
- 5) Для определения основного терма атома для первых четырех атомов достаточно принципа Паули, так как  $j$  имеет одно значение.

Основной терм — уровень с наименьшей энергией

# Оболочка (слой)



Значение <i>n</i>	1	2	3	4	5	6	7
Обозначение оболочки (слоя)	<i>K</i>	<i>L</i>	<i>M</i>	<i>N</i>	<i>O</i>	<i>P</i>	<i>Q</i>
Макс. число электронов	2	8	18	32	50	72	98

Макс. число электронов в слое  $2n^2$

# Подоболочки атома



Значение <i>l</i>	0	1	2	3	4	5
Обозначение подоболочки	<i>s</i>	<i>p</i>	<i>d</i>	<i>f</i>	<i>g</i>	<i>h</i>
Макс. число электронов	2	6	10	14	18	22

Макс. число электронов в подоболочке  
 $2(2l + 1)$



# Правила Хунда

- 1) Минимальной энергией данной электронной конфигурации обладает терм с наибольшим возможным значением спина  $S$  (наибольшей мультиплетностью) и с наибольшим возможным при таком  $S$  (мультиплетности) значении  $L$ . *При этом*
- 2)  $J = |L - S|$  - если оболочка заполнена менее, чем на половину;  
 $J = L + S$  - в остальных случаях

# Правила отбора при излучении и поглощении света



## Одноэлектронные атомы

$$\Delta l = \pm 1.$$

$$\Delta j = 0, \pm 1.$$

## Многоэлектронные атомы

$$\Delta L = 0, \pm 1 \quad \Delta m_L = 0, \pm 1.$$

$$\Delta S = 0. \quad \Delta m_S = 0.$$

$$\Delta J = 0, \pm 1. \quad \Delta m_J = 0, \pm 1.$$

Однако при этом переход  $J = 0 \rightarrow J = 0$  запрещен.

Эти правила относятся к однофотонному излучению и поглощению