

Министерство образования Российской Федерации

Алтайский государственный технический университет  
им. И.И.Ползунова

Н.С.Дозорцева, И.Н.Охтеменко

# **СТРОЕНИЕ АТОМА И ХИМИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ**

Индивидуальное задание по общей химии  
для студентов 1 курса нехимических специальностей

Барнаул 2003

УДК 541.6 (076)

Дозорцева Н.С., Охтеменко И.Н. Строение атома и химическая связь: Индивидуальное задание по общей химии для студентов 1 курса нехимических специальностей/ Алт.гос.техн.ун-т им. И.И.Ползунова.– Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2003.– 27с.

Методические указания содержат 60 вариантов заданий для контроля знаний студентов и детальный разбор примеров по данному разделу курса общей химии. Методические указания могут быть использованы студентами нехимических специальностей для самостоятельной подготовки и текущего контроля знаний.

Рассмотрено и одобрено на заседании кафедры Общей Химии.  
Протокол №5 от 06.06.2003.

Рецензент Ластовкина Н.П., к.х.н., доцент каф. ОХ им.  
И.И.Ползунова.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

### Вопрос 1.

В таблице 1 представлены изотопы элементов  ${}_Z\text{Э}^A$ , где  $Z$  – порядковый номер элемента в периодической системе Д.И.Менделеева,  $A$  – массовое число.

Таблица 1

Вариант	${}_Z\text{Э}^A$	Вариант	${}_Z\text{Э}^A$	Вариант	${}_Z\text{Э}^A$
1	${}_{22}\text{Tl}^{47}$	11	${}_{29}\text{Cu}^{63}$	21	${}_{41}\text{Nb}^{93}$
3	${}_{23}\text{V}^{50}$	13	${}_{30}\text{Zn}^{65}$	23	${}_{40}\text{Zr}^{91}$
5	${}_{24}\text{Cr}^{52}$	15	${}_{31}\text{Ga}^{70}$	25	${}_{42}\text{Mo}^{96}$
7	${}_{25}\text{Mn}^{54}$	17	${}_{32}\text{Ge}^{72}$	27	${}_{55}\text{Cs}^{133}$
9	${}_{26}\text{Fe}^{56}$	19	${}_{34}\text{Se}^{78}$	29	${}_{27}\text{Co}^{59}$

В таблице 2 представлены: валентный слой элемента и массовое число его изотопа ( $A$ ).

Таблица 2

Вариант		Вариант		Вариант	
2	$A=85; \dots 5s^1$	12	$A=115; \dots 5s^2 5p^1$	22	$A=87; \dots 5s^2$
4	$A=89; \dots 4d^1 5s^2$	14	$A=122; \dots 5s^2 5p^3$	24	$A=128; \dots 5s^2 5p^4$
6	$A=118; \dots 5s^2 5p^2$	16	$A=127; \dots 5s^2 5p^5$	26	$A=136; \dots 6s^2$
8	$A=99; \dots 4d^5 5s^2$	18	$A=80; \dots 4s^2 4p^5$	28	$A=139; \dots 5d^1 6s^2$
10	$A=112; \dots 4d^{10} 5s^2$	20	$A=75; \dots 4s^2 4p^3$	30	$A=45; \dots 3d^1 4s^2$

Для представленных изотопов различных элементов:

- 1) указать состав ядра атома,
- 2) написать полную электронную формулу,
- 3) электроны валентного слоя распределить по квантовым ячейкам в нормальном и возбужденном состояниях (если возбуждение возможно),
- 4) определить электронное семейство.

### Вопрос 2.

В таблице 3 для каждого варианта задания представлены пары элементов. Согласно положению этих элементов в периодической системе Д.И.Менделеева:

- 1) определить и сравнить их свойства (металлические или неметаллические);
- 2) написать формулы высших оксидов и соответствующих им гидроксидов и сравнить их кислотные или основные свойства.

Таблица 3

Вариант	Элементы	Вариант	Элементы
1	${}^3\text{Li}$ и ${}^{37}\text{Rb}$	16	${}^{11}\text{Na}$ и ${}^{16}\text{S}$
2	${}^4\text{Be}$ и ${}^{38}\text{Sr}$	17	${}^{12}\text{Mg}$ и ${}^{15}\text{P}$
3	${}^5\text{B}$ и ${}^7\text{N}$	18	${}^{13}\text{Al}$ и ${}^{17}\text{Cl}$
4	${}^6\text{C}$ и ${}^{50}\text{Sn}$	19	${}^{14}\text{Si}$ и ${}^{32}\text{Ge}$
5	${}^7\text{N}$ и ${}^{15}\text{P}$	20	${}^{15}\text{P}$ и ${}^{51}\text{Sb}$
6	${}^{34}\text{Se}$ и ${}^{42}\text{Mo}$	21	${}^{16}\text{S}$ и ${}^{52}\text{Te}$
7	${}^4\text{Be}$ и ${}^7\text{N}$	22	${}^{17}\text{Cl}$ и ${}^{53}\text{J}$
8	${}^{19}\text{K}$ и ${}^{55}\text{Cs}$	23	${}^{29}\text{Cu}$ и ${}^{33}\text{As}$
9	${}^{20}\text{Ca}$ и ${}^{30}\text{Zn}$	24	${}^{30}\text{Zn}$ и ${}^{34}\text{Se}$
10	${}^{21}\text{Sc}$ и ${}^{31}\text{Ga}$	25	${}^{37}\text{Rb}$ и ${}^{47}\text{Ag}$
11	${}^{22}\text{Ti}$ и ${}^{32}\text{Ge}$	26	${}^{38}\text{Sr}$ и ${}^{56}\text{Ba}$
12	${}^{23}\text{V}$ и ${}^{33}\text{As}$	27	${}^{39}\text{K}$ и ${}^{49}\text{In}$
13	${}^{20}\text{Ca}$ и ${}^{24}\text{Cr}$	28	${}^{43}\text{Tc}$ и ${}^{35}\text{J}$
14	${}^{25}\text{Mn}$ и ${}^{35}\text{Br}$	29	${}^{56}\text{Ba}$ и ${}^{80}\text{Hg}$
15	${}^{22}\text{Ti}$ и ${}^{26}\text{Fe}$	30	${}^{48}\text{Cd}$ и ${}^{52}\text{Te}$

### Вопрос 3.

Для ряда химических соединений, представленных для каждого варианта в таблице 4, определить:

- 1) тип химической связи,
- 2) степень окисления и валентность элементов в соединениях.
- 3) Для соединения, выделенного **жирным шрифтом** :
  - а) показать механизм образования химической связи,
  - б) установить “чистая” или гибридная связь и соответственно тип гибридизации,
  - в) определить угол связи и геометрию молекул,
  - г) число  $\sigma$ - и  $\pi$ -связей.
  - д) показать перекрывание электронных облаков при образовании молекулы указанного соединения,
  - е) указать полярна ли связь и молекула в целом.

Таблица 4

Вар.	Соединения	Вар.	Соединения
1	LiF; Cl <sub>2</sub> ; <b>MnCl<sub>2</sub></b>	16	CsCl; <b>TiCl<sub>2</sub></b> ; PbO <sub>2</sub>
2	H <sub>2</sub> ; LiCl; <b>SnCl<sub>4</sub></b>	17	CsJ; <b>CrCl<sub>2</sub></b> ; [NH <sub>4</sub> ] <sup>+</sup>
3	<b>SnCl<sub>2</sub></b> ; O <sub>2</sub> ; LiBr	18	F <sub>2</sub> O; Li <sub>2</sub> S; <b>InF<sub>3</sub></b>
4	LiJ; F <sub>2</sub> ; <b>ZnCl<sub>2</sub></b>	19	Na <sub>2</sub> S; <b>CCL<sub>4</sub></b> ; CO <sub>2</sub>
5	Ag <sub>2</sub> S; Br <sub>2</sub> ; <b>CdCl<sub>2</sub></b>	20	NO; <b>VF<sub>2</sub></b> ; CH <sub>4</sub>
6	HF; NaBr; <b>BF<sub>3</sub></b>	21	<b>GeCl<sub>2</sub></b> ; K <sub>2</sub> S; [SiF <sub>6</sub> ] <sup>2-</sup>
7	J <sub>2</sub> ; NaCl; <b>AlCl<sub>3</sub></b>	22	<b>GeF<sub>4</sub></b> ; SO <sub>2</sub> ; AgCl
8	HJ; KCl; <b>ScBr<sub>2</sub></b>	23	<b>PtCl<sub>2</sub></b> ; CaCl <sub>2</sub> ; SeO <sub>3</sub>
9	KF; <b>GaCl<sub>3</sub></b> ; HBr	24	<b>PtCl<sub>2</sub></b> ; P <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ; SrF <sub>2</sub>
10	<b>PH<sub>3</sub></b> ; KBr; [BF <sub>4</sub> ] <sup>-</sup>	25	SnO; <b>InJ<sub>3</sub></b> ; MgBr <sub>2</sub>
11	RbF; <b>AsH<sub>3</sub></b> ; SiO <sub>2</sub>	26	<b>TlJ<sub>3</sub></b> ; MoO <sub>3</sub> ; GeO
12	KJ; <b>H<sub>2</sub>S</b> ; (HF) <sub>2</sub>	27	<b>BiCl<sub>3</sub></b> ; SnO <sub>2</sub> ; [HgJ <sub>4</sub> ] <sup>2-</sup>
13	<b>H<sub>2</sub>Se</b> ; RbCl; (H <sub>2</sub> O) <sub>n</sub>	28	[AgCl <sub>2</sub> ] <sup>-</sup> ; <b>FeBr<sub>2</sub></b> ; H <sub>2</sub> Te
14	RbJ; <b>AsCl<sub>3</sub></b> ; GeO	29	<b>CoBr<sub>2</sub></b> ; Br <sub>2</sub> ; FeS
15	N <sub>2</sub> ; CsF; <b>SbCl<sub>3</sub></b>	30	SO <sub>3</sub> ; <b>NiCl<sub>2</sub></b> ; SrCl <sub>2</sub>

## ПРИМЕРЫ ОТВЕТОВ НА ВОПРОСЫ.

### Вопрос 1. (см. стр. 3)

Дано: Изотоп  ${}_{43}\text{Tc}^{99}$ . Ядра атомов состоят из протонов  ${}_1\text{p}^1$  и нейтронов  ${}_0\text{n}^1$ . Число протонов в ядре равно заряду ядра атома  $Z$  (в то же время  $Z$  – порядковый номер элемента в периодической системе), для технеция  $Z=43$ . Массовое число изотопа  $A$  складывается из числа протонов  $Z$  и нейтронов  $N$ . Для изотопа  ${}_{43}\text{Tc}^{99}$   $A=99$ , а число нейтронов  $N=A-Z=99-43=56$ . Следовательно, *состав ядра изотопа  ${}_{43}\text{Tc}^{99}$  ( $43\text{p}^1+56\text{n}^1$ ).*

В электронной формуле элемента указывается состав его электронных оболочек от первой до последней (внешней). Порядок заполнения электронами энергетических подуровней согласно правилам Клечковского имеет вид:  $1s^2 > 2s^2 > 2p^6 > 3s^2 > 3p^6 > 4s^2 > 3d^{10} > 4p^6 > 5s^2 > 4d^{10} > 5p^6 > 6s^2 > 5d^1 > 4f^{2-14} > 5d^{2-10} > 6p^6 > 7s^2 > 6d^1 > 5f^{2-14} > 6d^{2-7}$  (всего 108 электронов).



Свинец относится к *электронному семейству* p-элементов т.к. последний 82-й электрон атома заполняет бр-подуровень.

## **Вопрос 2.** (см. стр. 3 )

1) Дано:  ${}_{37}\text{Rb}$  и  ${}_{53}\text{J}$ .

Это элементы одного пятого периода, следовательно, имеют одинаковое число (пять) электронных слоев.

${}_{37}\text{Rb} - \dots 5s^1$  *металл* (s-элемент)

${}_{53}\text{J} - \dots 5s^2 5p^5$  *неметалл* (p-элемент).

Каждый период начинается с s-элемента (металла-восстановителя), затем металлические свойства ослабевают до амфотерных и далее после амфотерного элемента усиливаются неметаллические свойства элементов. Поэтому *металлические свойства у рубидия выражены сильнее, чем у йода*.

*Высшие оксиды* (высшая степень окисления элемента равна числу валентных электронов):  $\text{Rb}_2\text{O}$  и  $\text{J}_2\text{O}_7$ .

$\text{Rb}_2\text{O}$  – основной оксид, ему соответствует гидроксид  $\text{RbOH}$ .

$\text{J}_2\text{O}_7$  – кислотный оксид, ему соответствует гидроксид – кислоты  $\text{HJO}_4$ .

2) Дано:  ${}_{13}\text{Al}$  и  ${}_{31}\text{Ga}$ .

Оба элемента находятся в III группе, главной подгруппе, следовательно, имеют одинаковое число (три) валентных электронов на внешнем слое.

${}_{13}\text{Al} - \dots 3s^2 3p^1$  (p-элемент);

${}_{31}\text{Ga} - \dots 4s^2 4p^1$  (p-элемент).

Оба элемента амфотерны, обладают слабыми металлическими и неметаллическими свойствами. В группах металлические свойства элементов сверху вниз увеличиваются, а неметаллические свойства ослабевают. У алюминия внешний электронный слой третий, а у галлия – четвертый, поэтому атому алюминия труднее отдавать свои валентные электроны, чем атому галлия. Следовательно, *у Al металлические свойства выражены слабее, чем у Ga*, так как  $R_{\text{ат}}(\text{Al}) < R_{\text{ат}}(\text{Ga})$ .

Оксиды-гидроксиды

$\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{Al}(\text{OH})_3$ ;  $\text{HAlO}_2$  – амфотерны

$\text{Ga}_2\text{O}_3 - \text{Ga}(\text{OH})_3$ ;  $\text{HGao}_2$  – амфотерны.

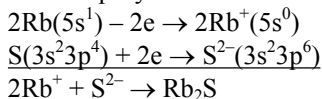
*У  $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{Al}(\text{OH})_3$  основные свойства выражены слабее, а кислотные ярче, чем у  $\text{Ga}_2\text{O}_3 - \text{Ga}(\text{OH})_3$ .*





2) **Rb<sub>2</sub>S**. Связь между атомами Rb (типичным металлом) и S (типичным неметаллом) является ионной. В молекуле Rb—S—Rb валентность рубидия  $V(\text{Rb})=1$ , а валентность серы  $V(\text{S})=2$ .

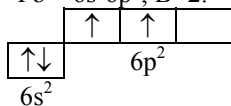
Ионная связь образуется по схеме:



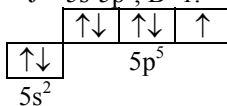
Ионы  $\text{Rb}^+$  и  $\text{S}^{2-}$  притягиваются друг к другу за счет сил кулоновского взаимодействия.

3) **PbJ<sub>2</sub>**. Связь Pb—J ковалентная полярная  $\Delta \chi_{\text{O}} = 2.21 - 1.55 = 0.66$ ; общая электронная пара смещена к ядру атома более электроотрицательного элемента — J.

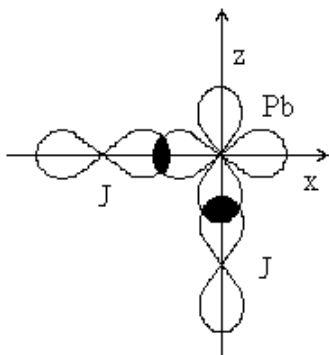
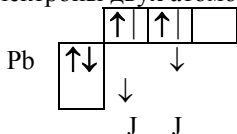
Pb —  $6s^26p^2$ ;  $V=2$ .



J —  $5s^25p^5$ ;  $V=1$ .



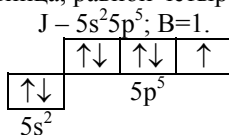
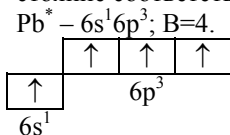
В образовании связей у Pb участвуют  $p^2$ -электроны и  $p$ -электроны двух атомов J (связь чистая):



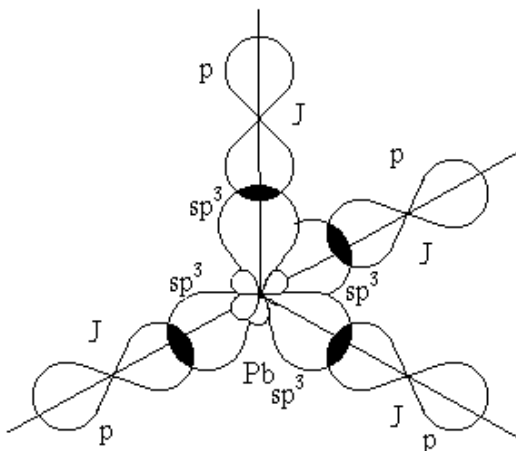
Молекула угловая (валентный угол  $90^\circ$ ), обе связи  $\sigma$ . Молекула полярна, так как  $\mu_{\text{PbJ}_2} = \mu_{\text{PbJ}} + \mu_{\text{PbJ}} \neq 0$ .

**Вопрос 4:** (см. варианты на стр.12) По методу валентных связей определить пространственную конфигурацию молекулы  $\text{PbJ}_4$ . Полярна ли молекула в целом? Сколько  $\sigma$ - и  $\pi$ -связей в данной молекуле?

**$\text{PbJ}_4$**  – ковалентная полярная связь. Центральный атом – Pb, образует молекулу в возбужденном состоянии, т.к. возбужденное состояние соответствует валентности свинца, равной четырем.



В образовании четырех связей Pb–J участвуют четыре гибридных облака атома свинца (тип гибридизации  $sp^3$ , угол связи  $109^\circ$ , геометрия молекулы – тетраэдр) и “чистые” p-электроны четырех атомов J. Все четыре связи –  $\sigma$ -связи,  $\mu_{\text{PbJ}_4} = 0$ , молекула неполярна.



**Вопрос 5:** (см. варианты на стр.12)

1) Установить, какая связь полярнее: As—F, Bi—F, N—F ?

Мерой полярности связей является разность относительных электроотрицательностей атомов, образующих связь ( $\Delta\text{ЭО}$ ). В приведенных выше связях элементы одной группы связаны с более электроотрицательным атомом фтора. В группе электроотрицательность элементов убывает сверху вниз:  $\text{ЭО}(\text{N}) > \text{ЭО}(\text{As}) > \text{ЭО}(\text{Bi})$ . Следовательно, наибольшее значение  $\Delta\text{ЭО}$  будет у связи Bi—F, затем As—F и затем N—F.

К такому же выводу можно прийти, рассчитав  $\Delta\text{ЭО}$  (значения  $\text{ЭО}$  элементов приведены в приложении):

$$\text{связь Bi—F} \quad \Delta\text{ЭО} = \text{ЭО}(\text{F}) - \text{ЭО}(\text{Bi}) = 4.1 - 1.76 = \mathbf{2.34}$$

$$\text{связь As—F} \quad \Delta\text{ЭО} = \text{ЭО}(\text{F}) - \text{ЭО}(\text{As}) = 4.1 - 2.2 = \mathbf{1.9}$$

$$\text{связь N—F} \quad \Delta\text{ЭО} = \text{ЭО}(\text{F}) - \text{ЭО}(\text{N}) = 4.1 - 3.07 = \mathbf{1.03}$$

Полярность связи уменьшается в ряду Bi—F > As—F > N—F.

2) Определить тип связи в соединениях: F<sub>2</sub>, KF, HF.

F<sub>2</sub> – связь ковалентная неполярная, т.к.  $\Delta\text{ЭО}=0$ .

HF – связь ковалентная полярная, т.к.  $\Delta\text{ЭО}=4.1-2.1=2>0$ .

KF – связь ионная, т.к. образована типичным металлом (K – элемент I группы главной подгруппы) и типичным неметаллом (F – элемент VII группы главной подгруппы).  $\Delta\text{ЭО}=4.1-0.91=3.09 \gg 0$

### Вариант №1

1. Определить состав ядра атома изотопа элемента с порядковым номером  $Z=32$  и атомной массой  $A=73$ .
2. Написать электронную и электронно-графическую формулы элемента №32 и определить тип его электронного семейства и валентность в нормальном и возбужденном состояниях.
3. С точки зрения строения электронной оболочки атомов и положения элементов в периодической системе объяснить, у какого элемента – кальция или цинка – сильнее выражены металлические свойства.
4. По методу валентных связей определить пространственную конфигурацию молекулы  $\text{GeCl}_2$ . Сколько  $\sigma$ - и  $\pi$ -связей в данной молекуле? Полярна ли молекула в целом?
5. Установить, какая связь полярнее:  $\text{C—O}$ ,  $\text{Si—O}$ ,  $\text{Ge—O}$  ?

### Вариант №2

1. Определить состав ядра атома изотопа элемента с порядковым номером  $Z=31$  и атомной массой  $A=70$ .
2. Написать электронную и электронно-графическую формулы элемента №31 и определить тип его электронного семейства и валентность в нормальном и возбужденном состояниях.
3. С точки зрения строения электронной оболочки атомов и положения элементов в периодической системе объяснить, у какого элемента – алюминия или индия – сильнее выражены металлические свойства.
4. По методу валентных связей определить пространственную конфигурацию молекулы  $\text{GaCl}_3$ . Сколько  $\sigma$ - и  $\pi$ -связей в данной молекуле? Полярна ли молекула в целом?
5. Установить, какая связь полярнее:  $\text{B—Cl}$ ,  $\text{Al—Cl}$ ,  $\text{Ga—Cl}$  ?

### Вариант №3

1. Определить состав ядра атома изотопа элемента с порядковым номером  $Z=41$  и атомной массой  $A=93$ .
2. Написать его электронную и электронно-графическую формулы, определить тип электронного семейства и валентность в нормальном и возбужденном состояниях.
3. С точки зрения строения электронной оболочки атомов и положения элементов в периодической системе объяснить, у какого эле-

мента – бария или ртути – сильнее выражены металлические свойства.

4. По методу валентных связей определить пространственную конфигурацию молекулы  $\text{NbCl}_2$ . Полярна ли молекула в целом? Сколько  $\sigma$ - и  $\pi$ -связей в данной молекуле?
5. Установить, какая связь полярнее:  $\text{V—Cl}$ ,  $\text{C—Cl}$ ,  $\text{N—Cl}$  ?

#### Вариант №4

1. Определить состав ядра атома изотопа висмута с атомной массой  $A=209$ .
2. Написать его электронную и электронно-графическую формулы, определить тип электронного семейства и валентность в нормальном и возбужденном состояниях.
3. С точки зрения строения электронной оболочки атомов и положения элементов в периодической системе объяснить, у какого элемента – скандия или галлия – сильнее выражены металлические свойства.
4. По методу валентных связей определить пространственную конфигурацию молекулы  $\text{BiH}_3$ . Полярна ли молекула в целом? Сколько  $\sigma$ - и  $\pi$ -связей в данной молекуле?
5. Определить тип связи в соединениях:  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{K}_2\text{S}$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{O}_2$ .

#### Вариант №5

1. Определить состав ядра атома изотопа элемента с порядковым номером  $Z=50$  и атомной массой  $A=119$ .
2. Написать электронную и электронно-графическую формулы элемента №50 и определить тип его электронного семейства и валентность в нормальном и возбужденном состояниях.
3. С точки зрения строения электронной оболочки атомов и положения элементов в периодической системе объяснить, у какого элемента – олова или германия – сильнее выражены металлические свойства.
4. По методу валентных связей определить пространственную конфигурацию молекулы  $\text{SnCl}_2$ . Полярна ли молекула в целом? Сколько  $\sigma$ - и  $\pi$ -связей в данной молекуле?
5. Определить тип связи в соединениях:  $\text{SnCl}_4$ ,  $\text{SnCl}_2$ ,  $\text{CCl}_4$ ,  $\text{Cl}_2$ .

### Вариант №6

1. Определить состав ядра атома изотопа элемента с порядковым номером  $Z=77$  и атомной массой  $A=193$ .
2. Написать электронную и электронно-графическую формулы иридия, определить тип электронного семейства и валентность в нормальном и возбужденном состояниях.
3. С точки зрения строения электронной оболочки атомов и положения элементов в периодической системе объяснить, у какого элемента – иттрия или индия – сильнее выражены металлические свойства.
4. По методу валентных связей определить пространственную конфигурацию молекулы  $\text{I}\text{Cl}_2$ . Полярна ли молекула в целом? Сколько  $\sigma$ - и  $\pi$ -связей в данной молекуле?
5. Определить тип связи в соединениях:  $\text{SiCl}_4$ ,  $\text{LiCl}$ ,  $\text{NCl}_3$ ,  $\text{N}_2$ .

### Вариант 7

1. Определить состав ядра атома изотопа ртути с атомной массой  $A=201$ .
2. Написать электронную и электронно-графическую формулы ртути, определить тип электронного семейства и валентность в нормальном и возбужденном состояниях.
3. С точки зрения строения электронной оболочки атомов и положения элементов в периодической системе объяснить, у какого элемента – стронция или кадмия – сильнее выражены металлические свойства.
4. По методу валентных связей определить пространственную конфигурацию молекулы  $\text{HgBr}_2$ . Полярна ли молекула в целом? Сколько  $\sigma$ - и  $\pi$ -связей в данной молекуле?
5. Установить, какая связь полярнее:  $\text{Be—O}$ ,  $\text{Mg—O}$ ,  $\text{Ca—O}$  ?

### Вариант 8

1. Определить состав ядра атома изотопа мышьяка с атомной массой  $A=75$ .
2. Написать электронную и электронно-графическую формулы мышьяка, определить тип электронного семейства и валентность в нормальном и возбужденном состояниях.

3. С точки зрения строения электронной оболочки атомов и положения элементов в периодической системе объяснить, у какого элемента – бора, углерода, азота или кислорода – сильнее выражены окислительные свойства.
4. По методу валентных связей определить пространственную конфигурацию молекулы  $\text{AsH}_3$ . Полярна ли молекула в целом? Сколько  $\sigma$ - и  $\pi$ -связей в данной молекуле?
5. Определить тип связи в соединениях:  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{OF}_2$ ,  $\text{KF}$ .

### Вариант 9

1. Определить состав ядра атома изотопа элемента с порядковым номером  $Z=73$  и атомной массой  $A=181$ .
2. Написать электронную и электронно-графическую формулы тантала, определить тип электронного семейства и валентность в нормальном и возбужденном состояниях.
3. С точки зрения строения электронной оболочки атомов и положения элементов в периодической системе объяснить, у какого элемента – титана или германия – сильнее выражены металлические свойства.
4. По методу валентных связей определить пространственную конфигурацию молекулы  $\text{TaCl}_2$ . Полярна ли молекула в целом? Сколько  $\sigma$ - и  $\pi$ -связей в данной молекуле?
5. Установить, какие молекулы неполярны:  $\text{BH}_3$ ,  $\text{AsF}_3$ ,  $\text{AlCl}_3$  ?

### Вариант 10

1. Определить состав ядра атома изотопа элемента с порядковым номером  $Z=49$  и атомной массой  $A=115$ .
2. Написать его электронную и электронно-графическую формулы, определить тип электронного семейства и валентность в нормальном и возбужденном состояниях.
3. С точки зрения строения электронной оболочки атомов и положения элементов в периодической системе объяснить, у какого элемента – хлора или астата – сильнее выражены окислительные свойства.
4. По методу валентных связей определить пространственную конфигурацию молекулы  $\text{InF}_3$ . Полярна ли молекула в целом? Сколько  $\sigma$ - и  $\pi$ -связей в данной молекуле?

5. Установить, какая связь полярнее:  $\text{B—O}$ ,  $\text{Al—O}$ ,  $\text{In—O}$  ?

### Вариант 11

1. Определить состав ядра атома изотопа элемента с порядковым номером  $Z=75$  и атомной массой  $A=187$ .
2. Написать электронную и электронно-графическую формулы рения, определить тип электронного семейства и валентность в нормальном и возбужденном состояниях.
3. С точки зрения строения электронной оболочки атомов и положения элементов в периодической системе объяснить, у какого элемента – фтора или йода – сильнее выражены неметаллические свойства.
4. По методу валентных связей определить пространственную конфигурацию молекулы  $\text{ReJ}_2$ . Полярна ли молекула в целом? Сколько  $\sigma$ - и  $\pi$ -связей в данной молекуле?
5. Определить типы связей в соединениях:  $\text{BJ}_3$ ,  $\text{BF}_3 \bullet \text{NH}_3$ ,  $\text{CsF}$ ,  $\text{F}_2$ .

### Вариант 12

1. Определить состав ядра атома изотопа элемента с порядковым номером  $Z=34$  и атомной массой  $A=78$ .
2. Написать электронную и электронно-графическую формулы селена, определить тип электронного семейства и валентность в нормальном и возбужденном состояниях.
3. С точки зрения строения электронной оболочки атомов и положения элементов в периодической системе объяснить, у какого элемента – лантана или таллия – сильнее выражены металлические свойства.
4. По методу валентных связей определить пространственную конфигурацию молекулы  $\text{H}_2\text{Se}$ . Полярна ли молекула в целом? Сколько  $\sigma$ - и  $\pi$ -связей в данной молекуле?
5. Установить, какая связь полярнее:  $\text{N—H}$ ,  $\text{P—H}$ ,  $\text{As—H}$  ?

### Вариант 13

1. Определить состав ядра атома изотопа элемента с порядковым номером  $Z=51$  и атомной массой  $A=122$ .



2. Написать его электронную и электронно-графическую формулы, определить тип электронного семейства и валентность в нормальном и возбужденном состояниях.
3. С точки зрения строения электронной оболочки атомов и положения элементов в периодической системе объяснить, у какого элемента – углерода или свинца – сильнее выражены восстановительные свойства.
4. По методу валентных связей определить пространственную конфигурацию молекулы  $\text{SbH}_3$ . Полярна ли молекула в целом? Сколько  $\sigma$ - и  $\pi$ -связей в данной молекуле?
5. Установить, какая связь полярнее:  $\text{Al—O}$ ,  $\text{Mg—O}$ ,  $\text{Si—O}$  ?

#### Вариант 14

1. Определить состав ядра атома изотопа платины с атомной массой  $A=195$ .
2. Написать электронную и электронно-графическую формулы платины, определить тип электронного семейства и валентность в нормальном и возбужденном состояниях.
3. С точки зрения строения электронной оболочки атомов и положения элементов в периодической системе объяснить, у какого элемента – кремния или олова – сильнее выражены неметаллические свойства.
4. По методу валентных связей определить пространственную конфигурацию молекулы  $\text{PtCl}_2$ . Полярна ли молекула в целом? Сколько  $\sigma$ - и  $\pi$ -связей в данной молекуле?
5. Установить, какая связь полярнее:  $\text{Be—O}$ ,  $\text{Mg—O}$ ,  $\text{Ca—O}$  ?

#### Вариант 15

1. Определить состав ядра атома изотопа элемента с порядковым номером  $Z=35$  и атомной массой  $A=80$ .
2. Написать электронную и электронно-графическую формулы брома, определить тип электронного семейства и валентность в нормальном и возбужденном состояниях.
3. С точки зрения строения электронной оболочки атомов и положения элементов в периодической системе объяснить, у какого элемента – циркония или олова – сильнее выражены металлические свойства.

4. По методу валентных связей определить пространственную конфигурацию молекулы  $\text{CgBr}_2$ . Полярна ли молекула в целом? Сколько  $\sigma$ - и  $\pi$ -связей в данной молекуле?
5. Установить, какие молекулы неполярны:  $\text{BeF}_2$ ,  $\text{CrCl}_2$ ,  $\text{SeCl}_2$  ?

#### **Вариант 16**

1. Определить состав ядра атома изотопа кадмия с атомной массой  $A=113$ .
2. Написать электронную и электронно-графическую формулы кадмия, определить тип электронного семейства и валентность в нормальном и возбужденном состояниях.
3. С точки зрения строения электронной оболочки атомов и положения элементов в периодической системе объяснить, у какого элемента – индия или йода – сильнее выражены неметаллические свойства.
4. По методу валентных связей определить пространственную конфигурацию молекулы  $\text{CdCl}_2$ . Полярна ли молекула в целом? Сколько  $\sigma$ - и  $\pi$ -связей в данной молекуле?
5. Определить типы связей в соединениях:  $\text{RbJ}$ ,  $\text{HF}$ ,  $\text{TiBr}_2$ .

#### **Вариант 17**

1. Определить состав ядра атома изотопа элемента с порядковым номером  $Z=76$  и атомной массой  $A=190$ .
2. Написать его электронную и электронно-графическую формулы, определить тип электронного семейства и валентность в нормальном и возбужденном состояниях.
3. С точки зрения строения электронной оболочки атомов и положения элементов в периодической системе объяснить, у какого элемента – кальция или марганца – сильнее выражены металлические свойства.
4. По методу валентных связей определить пространственную конфигурацию молекулы  $\text{SnCl}_4$ . Полярна ли молекула в целом? Сколько  $\sigma$ - и  $\pi$ -связей в данной молекуле?
5. Установить, какая связь полярнее:  $\text{Sn}-\text{Cl}$ ,  $\text{Si}-\text{Cl}$ ,  $\text{Ge}-\text{Cl}$  ?

#### **Вариант 18**

1. Определить состав ядра атома изотопа элемента с порядковым номером  $Z=74$  и атомной массой  $A=184$ .

2. Написать его электронную и электронно-графическую формулы, определить тип электронного семейства и валентность в нормальном и возбужденном состояниях.
3. С точки зрения строения электронной оболочки атомов и положения элементов в периодической системе объяснить, у какого элемента – ванадия или мышьяка – сильнее выражены неметаллические свойства.
4. По методу валентных связей определить пространственную конфигурацию молекулы  $\text{PH}_3$ . Полярна ли молекула в целом? Сколько  $\sigma$ - и  $\pi$ -связей в данной молекуле?
5. Установить, какая связь полярнее:  $\text{C—Cl}$ ,  $\text{N—Cl}$ ,  $\text{Be—Cl}$  ?

### Вариант 19

1. Определить состав ядра атома изотопа элемента с порядковым номером  $Z=52$  и атомной массой  $A=128$ .
2. Написать его электронную и электронно-графическую формулы, определить тип электронного семейства и валентность в нормальном и возбужденном состояниях.
3. С точки зрения строения электронной оболочки атомов и положения элементов в периодической системе объяснить, у какого элемента – технеция или йода – сильнее выражены восстановительные свойства.
4. По методу валентных связей определить пространственную конфигурацию молекулы  $\text{H}_2\text{Te}$ . Полярна ли молекула в целом? Сколько  $\sigma$ - и  $\pi$ -связей в данной молекуле?
5. Определить типы связей в соединениях:  $\text{SiH}_4$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{LiBr}$ .

### Вариант 20

1. Определить состав ядра атома изотопа элемента с порядковым номером  $Z=81$  и атомной массой  $A=205$ .
2. Написать его электронную и электронно-графическую формулы, определить тип электронного семейства и валентность в нормальном и возбужденном состояниях.
3. С точки зрения строения электронной оболочки атомов и положения элементов в периодической системе объяснить, у какого элемента – марганца или брома – сильнее выражены неметаллические свойства.

4. По методу валентных связей определить пространственную конфигурацию молекулы  $TlCl_3$ . Полярна ли молекула в целом? Сколько  $\sigma$ - и  $\pi$ -связей в данной молекуле?
5. Установить, какие молекулы неполярны:  $BeCl_2$ ,  $CCl_4$ ,  $SnCl_2$  ?

### Вариант 21

1. Определить состав ядра атома изотопа элемента с порядковым номером  $Z=84$  и атомной массой  $A=209$ .
2. Написать его электронную и электронно-графическую формулы, определить тип электронного семейства и валентность в нормальном и возбужденном состояниях.
3. С точки зрения строения электронной оболочки атомов и положения элементов в периодической системе объяснить, у какого элемента – ниобия или сурьмы – сильнее выражены металлические свойства.
4. По методу валентных связей определить пространственную конфигурацию молекулы  $H_2Po$ . Полярна ли молекула в целом? Сколько  $\sigma$ - и  $\pi$ -связей в данной молекуле?
5. Установить, какая связь полярнее:  $Bi-S$ ,  $Po-S$ ,  $Tl-S$  ?

### Вариант 22

1. Определить состав ядра атома изотопа элемента с порядковым номером  $Z=72$  и атомной массой  $A=178$ .
2. Написать его электронную и электронно-графическую формулы, определить тип электронного семейства и валентность в нормальном и возбужденном состояниях.
3. С точки зрения строения электронной оболочки атомов и положения элементов в периодической системе объяснить, у какого элемента – кальция или бария – сильнее выражены восстановительные свойства.
4. По методу валентных связей определить пространственную конфигурацию молекулы  $HfCl_2$ . Полярна ли молекула в целом? Сколько  $\sigma$ - и  $\pi$ -связей в данной молекуле?
5. Установить, какая связь полярнее:  $C-N$ ,  $Ge-N$ ,  $Si-N$  ?

### Вариант 23

1. Определить состав ядра атома изотопа элемента с порядковым номером  $Z=44$  и атомной массой  $A=101$ .
2. Написать его электронную и электронно-графическую формулы, определить тип электронного семейства и валентность в нормальном и возбужденном состояниях.
3. С точки зрения строения электронной оболочки атомов и положения элементов в периодической системе объяснить, у какого элемента – гафния или свинца – сильнее выражены металлические свойства.
4. По методу валентных связей определить пространственную конфигурацию молекулы  $\text{RuCl}_2$ . Полярна ли молекула в целом? Сколько  $\sigma$ - и  $\pi$ -связей в данной молекуле?
5. Установить, какая связь полярнее:  $\text{C—H}$ ,  $\text{N—H}$ ,  $\text{Se—H}$  ?

#### Вариант 24

1. Определить состав ядра атома изотопа элемента с порядковым номером  $Z=53$  и атомной массой  $A=127$ .
2. Написать его электронную и электронно-графическую формулы, определить тип электронного семейства и валентность в нормальном и возбужденном состояниях.
3. С точки зрения строения электронной оболочки атомов и положения элементов в периодической системе объяснить, у какого элемента – молибдена или теллура – сильнее выражены восстановительные свойства.
4. По методу валентных связей определить пространственную конфигурацию молекулы  $\text{H}_2\text{S}$ . Полярна ли молекула в целом? Сколько  $\sigma$ - и  $\pi$ -связей в данной молекуле?
5. Установить, какая связь полярнее:  $\text{C—I}$ ,  $\text{C—F}$ ,  $\text{C—Br}$  ?

#### Вариант 25

1. Определить состав ядра атома изотопа элемента с порядковым номером  $Z=39$  и атомной массой  $A=89$ .
2. Написать его электронную и электронно-графическую формулы, определить тип электронного семейства и валентность в нормальном и возбужденном состояниях.
3. С точки зрения строения электронной оболочки атомов и положения элементов в периодической системе объяснить, у какого эле-

мента – азота или сурьмы – сильнее выражены неметаллические свойства.

4. По методу валентных связей определить пространственную конфигурацию молекулы  $\text{BF}_3$ . Полярна ли молекула в целом? Сколько  $\sigma$ - и  $\pi$ -связей в данной молекуле?
5. Определить типы связей в соединениях:  $\text{SbH}_3$ ,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{RbCl}$ ,  $\text{N}_2$ .

### Вариант 26

1. Определить состав ядра атома изотопа элемента с порядковым номером  $Z=37$  и атомной массой  $A=86$ .
2. Написать его электронную и электронно-графическую формулы, определить тип электронного семейства и валентность в нормальном и возбужденном состояниях.
3. С точки зрения строения электронной оболочки атомов и положения элементов в периодической системе объяснить, у какого элемента – лития или стронция – сильнее выражены восстановительные свойства.
4. По методу валентных связей определить пространственную конфигурацию молекулы  $\text{F}_2\text{O}$ . Сколько  $\sigma$ - и  $\pi$ -связей в данной молекуле?
5. Установить, какие молекулы неполярны:  $\text{F}_2\text{O}$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{HCl}$  ?

### Вариант 27

1. Определить состав ядра атома изотопа элемента с порядковым номером  $Z=24$  и атомной массой  $A=51$ .
2. Написать его электронную и электронно-графическую формулы, определить тип электронного семейства и валентность в нормальном и возбужденном состояниях.
3. С точки зрения строения электронной оболочки атомов и положения элементов в периодической системе объяснить, у какого элемента – серы или теллура – сильнее выражены неметаллические свойства.
4. По методу валентных связей определить пространственную конфигурацию молекулы  $\text{CrBr}_2$ . Полярна ли молекула в целом? Сколько  $\sigma$ - и  $\pi$ -связей в данной молекуле?
5. Установить, какая связь полярнее:  $\text{Na—O}$ ,  $\text{Al—O}$ ,  $\text{S—O}$  ?

### Вариант 28

1. Определить состав ядра атома изотопа элемента с порядковым номером  $Z=23$  и атомной массой  $A=51$ .
2. Написать его электронную и электронно-графическую формулы, определить тип электронного семейства и валентность в нормальном и возбужденном состояниях.
3. С точки зрения строения электронной оболочки атомов и положения элементов в периодической системе объяснить, у какого элемента – висмута или фосфора – сильнее выражены восстановительные свойства.
4. По методу валентных связей определить пространственную конфигурацию молекулы  $VCl_2$ . Полярна ли молекула в целом? Сколько  $\sigma$ - и  $\pi$ -связей в данной молекуле?
5. Определить типы связей в соединениях:  $TiCl_2$ ,  $Rb_2S$ ,  $PCl_3$ ,  $J_2$ .

### Вариант 29

1. Определить состав ядра атома изотопа элемента с порядковым номером  $Z=42$  и атомной массой  $A=97$ .
2. Написать его электронную и электронно-графическую формулы, определить тип электронного семейства и валентность в нормальном и возбужденном состояниях.
3. С точки зрения строения электронной оболочки атомов и положения элементов в периодической системе объяснить, у какого элемента – хрома или вольфрама – сильнее выражены металлические свойства.
4. По методу валентных связей определить пространственную конфигурацию молекулы  $MoVg_2$ . Полярна ли молекула в целом? Сколько  $\sigma$ - и  $\pi$ -связей в данной молекуле?
5. Установить, какая связь полярнее:  $Mo-Cl$ ,  $W-Cl$ ,  $Cr-Cl$  ?

### Вариант 30

1. Определить состав ядра атома изотопа элемента с порядковым номером  $Z=45$  и атомной массой  $A=103$ .

2. Написать его электронную и электронно-графическую формулы, определить тип электронного семейства и валентность в нормальном и возбужденном состояниях.
3. С точки зрения строения электронной оболочки атомов и положения элементов в периодической системе объяснить, у какого элемента – скандия или цинка – сильнее выражены металлические свойства.
4. По методу валентных связей определить пространственную конфигурацию молекулы  $\text{RhBr}_2$ . Сколько  $\sigma$ - и  $\pi$ -связей в данной молекуле?
5. Установить, какие молекулы неполярны:  $\text{BCl}_3$ ,  $\text{RhBr}_2$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{BeCl}_2$  ?

### ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица 5

#### Значения относительной электроотрицательности некоторых элементов

Порядковый номер Z	Элемент	Относительная электроотрицательность	Порядковый номер Z	Элемент	Относительная электроотрицательность
1	H	2.1	38	Sr	0.99
3	Li	0.97	39	Y	1.11
4	Be	1.47	40	Zr	1.22
5	B	2.01	41	Nb	1.23
6	C	2.5	42	Mo	1.3
7	N	3.07	43	Tc	1.36
8	O	3.5	44	Ru	1.42
9	F	4.1	45	Rh	1.45
11	Na	1.01	46	Pd	1.35
12	Mg	1.23	47	Ag	1.42
13	Al	1.47	48	Cd	1.46
14	Si	1.74	49	In	1.49
15	P	2.1	50	Sn	1.72
16	S	2.6	51	Sb	1.82
17	Cl	2.83	52	Te	2.01
19	K	0.91	53	J	2.21
20	Ca	1.14	55	Cs	0.86
21	Sc	1.2	56	Ba	0.97



22	Ti	1.32	57–70	La–Yb	1.08–1.14
23	V	1.45	71	Lu	1.23
24	Cr	1.56	72	Hf	1.33
25	Mn	1.6	73	Ta	1.4
26	Fe	1.64	74	W	1.46
27	Co	1.7	75	Re	1.52
28	Ni	1.75	76	Os	1.55
29	Cu	1.75	77	Ir	1.44
30	Zn	1.66	78	Pt	1.42
31	Ga	1.82	79	Au	1.44
32	Ge	2.02	80	Hg	1.44

Продолжение таблицы 5

Поряд- ряд- ковый номер $Z$	Элемент	Относи- тельная электроотр ицатель- ность	Поряд- ковый номер $Z$	Эле- мент	Относи- тельная электроотр ицатель- ность
32	Ge	2.02	80	Hg	1.44
33	As	2.2	81	Tl	1.55
34	Se	2.48	82	Pb	1.66
35	Br	2.74	83	Bi	1.76
37	Rb	0.8	84	Po	1.9
			85	At	

## ЛИТЕРАТУРА

1. Глинка Л.Н. Общая химия.–Л.:Химия, 1984.
2. Глинка Л.Н. Задачи и упражнения по общей химии.– М.: Высшая школа, 1984.
3. Гольбрайх З.Е. Сборник задач и упражнений по химии.– М.: Высшая школа, 1976
4. Хлебников А.И., Аржанова И.Н., Напилкова О.А. Химия: Учебное пособие для студентов нехимических специальностей. - Барнаул: Изд-во Алт. гос. техн. ун-т. 1999.–102 с.
5. Общая химия/ под ред. Н.В.Коровина – М.: Высшая школа, 1998.
6. Лучинский Г.П. Курс общей химии.– М.: Высшая школа, 1990.

*Наталья Серафимовна Дозорцева  
Ирина Николаевна Охтенко.*

## **СТРОЕНИЕ АТОМА И ХИМИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ**

Индивидуальное задание по общей химии  
для студентов 1 курса нехимических специальностей.

Подписано в печать . Формат 60×84 1/16.

Печать – ризография. Усл. п.л. 0.8

Тираж 100 экз. Заказ

Издательство Алтайского государственного технического  
университета им. И.И.Ползунова, 656099, г. Барнаул,  
пр-т Ленина, 46.

Лицензия на издательскую деятельность

ЛР № 020822 от 21.09.93.

Отпечатано в типографии АлтГТУ.

Лицензия на полиграфическую деятельность

ПЛД № 28-35 от 15.07.97.