



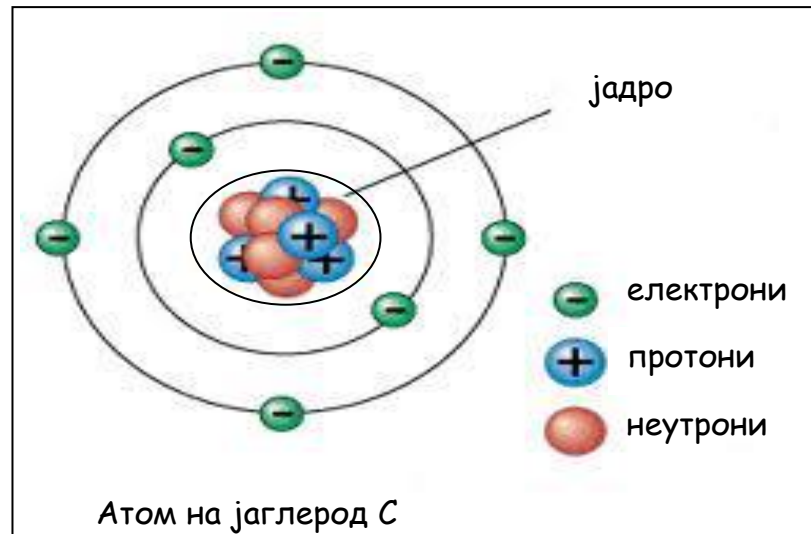
# **СОСТАВ И СТРУКТУРА НА АТОМОТ**

## ➤ **Историски преглед**

- ✓ Demokrit (470-380 п.н.е.) прв го вовел поимот атом.
- ✓ Првата експериментално базирана теорија за атомската структура била предложена од Џон Далтон на почетокот на XIX век.
- ✓ Подоцна експериментите на Вилијам Крукс и Јуџин Голдштајн покажале дека атомот е составен од наелектризирани честички ( + и - ), кои биле наречени протони и електрони.
- ✓ На почетокот на XX век се верувало дека протоните и електроните се рамномерно распределени низ целиот атом.
- ✓ Ернест Радефорд во 1911 година предизвикал револуционерни промени со неговото откривање на јадрото.
- ✓ Радерфорд докажал дека најголемиот дел од масата и позитивниот полнеж на атомот всушност се наоѓаат во мал, густ регион - **јадро**, а околу јадрото се наоѓаат мали негативно наелектризирани електрони кои зафаќаат многу поголем волумен.

## ➤ Електрони, протони и неутрони

- ✓ Атомот има два одвоени региони:



- Електроните имаат еднаков полнеж со протоните;
- ✓ Атомот е електронеутрална честичка;
- ✓ Бројот на протони и електрони во еден атом е ист;
- ✓ Различните атоми имаат различен број на протони и електрони;
- ✓ Атомите кои имаат еднаков број протони и неутрони се атоми од ист вид или еднородни атоми.

## ➤ Хемиски елемент

- ✓ Бројот на протони во јадрото не се менува;
- ✓ Бројот на протони е суштествена карактеристика која определува за каков атом се работи;
- ✓ Множество атоми со ист број протони се означува како хемиски елемент.
- ✓ На пример, атомите на хемискиот елемент кислород во атомското јадро имаат 8 протони;
- ✓ Атомите на хемискиот елемент сулфур содржат 16 протони во атомското јадро;
- ✓ Постоечките елементи (досега 112) имаат и кратенка (симбол);
- ✓ Имињата на поважните елементи мора да се знаат за да се читаат хемиските формули и реакции.

➤ Полнеж и маса на протон, неутрон и електрон

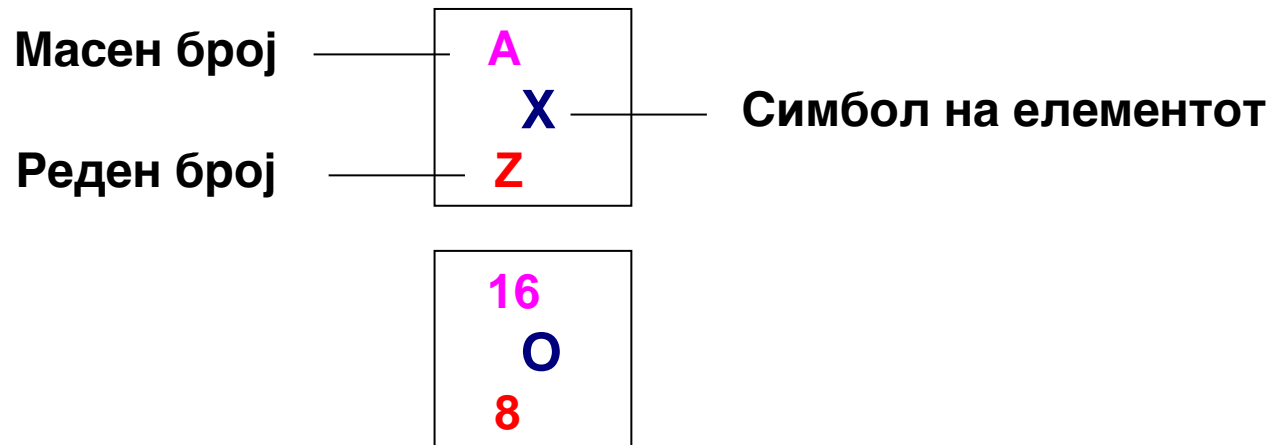
Име	Симбол	Рел. полнеж	Рел. маса	Апсолутна маса
протон	$p^+$	+1	1,0073	$1,66 \times 10^{-24}$
неутрон	$n$	0	1,0087	$1,66 \times 10^{-24}$
електрон	$e^-$	-1	$5 \times 10^{-4}$	$9,10 \times 10^{-28}$

- ✓ масата на протонот е приближно еднаква со масата на неутронот;
- ✓ електронот има околу 1840 пати помала маса од нив;
- ✓ целата маса на атомот потекнува од протоните и неутроните и се наоѓа во атомското јадро.
- ✓ еден атом има пречник од околу  $10^{-10}$  m (0,1 nm), а атомското јадро има пречник  $10^{-15}$  m (1 fm).

## ➤ Атомски и масен број

**Атомски број (Z) = реден број = број на протони во јадрото  
= број на електрони**

**Масениот број (A) е еднаков на сумата на протоните и  
неутроните**



## ➤ Изотопи

- ✓ Изотопи се атоми на ист елемент коишто имаат различна маса, односно различен масен број (заради различниот број на неутрони).
- ✓ Изотопите на еден елемент може да бидат стабилни и нестабилни (радиоактивни).

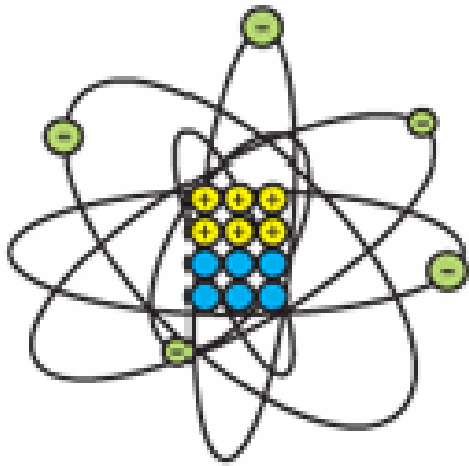


- ✓ Составот на изотопите во природата практично е константен. Водородот содржи 99,99% протиум и 0,01% деутериум.

# ИЗОТОПИ

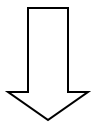
Подмножествата атоми со определен број на  $p^+$   $n^0$  во јадрото се - НУКЛИДИ

НУКЛИДИ кои имаат еднаков број на  $p^+$ , а различен број на  $n^0$  во јадрото се  
**ИЗОТОПИ**

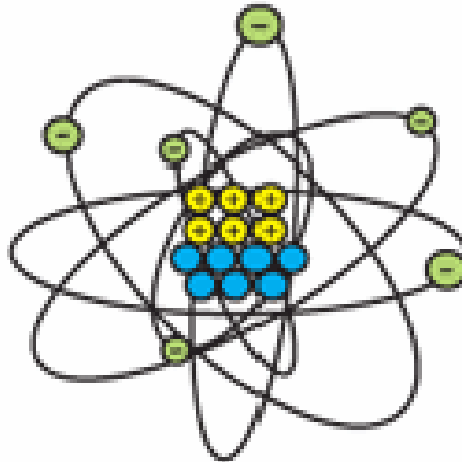


$^{12}\text{C}$

нуклид на јаглерод C12

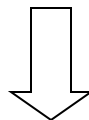


$6 p^+$   
 $6 n^0$

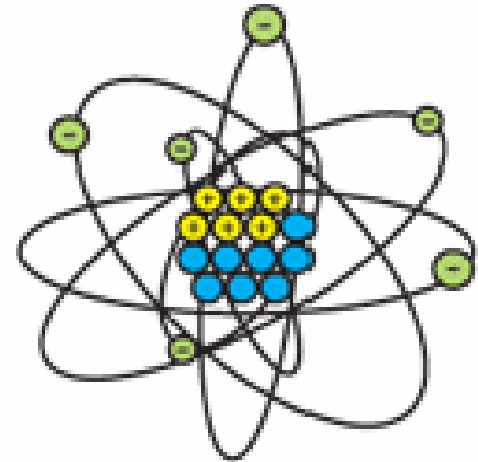


$^{13}\text{C}$

нуклид на јаглерод C13

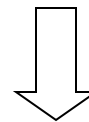


$6 p^+$   
 $7 n^0$



$^{14}\text{C}$

нуклид на јаглерод C14



$6 p^+$   
 $8 n^0$



## ➤ Јони

- ✓ Електроните кои се најодалечени од атомското јадро, при определени услови може да го напуштат атомот;
- ✓ Кон атомот може да се присоедини мал број електрони;
- ✓ Во двата случаи се добиваат наелектризирани честички т.н. **јони**.
- ✓ **Анјоните**-негативни јони кои се создаваат кога одреден атом прима еден или повеќе електрони и се поголеми од соодветниот атом од кого се создаваат.
- ✓ **Катјоните**- позитивни јони кои се создаваат со губење на еден или повеќе електрони од одреден атом и се помали од соодветниот атом од кого се создаваат.
- ✓ Енегијата потребна да се отстрани еден електрон од атомот е **јонизациска енергија**;
- ✓ Енергијата која се ослободува при додавање на еден електрон во неутралниот атом во гасна состојба е позната како **електронски афинитет**.

## ➤ Атомска маса

- ✓ Точните атомски маси на хемиските елементи се многу мали вредности и до нив се доаѓа по математички пат;
- ✓ Тие маси се апсолутно точни и се познати како **апсолутни атомски маси**;
- ✓ Апсолутната атомска маса на водородот изнесува  $1,66 \times 10^{-24}$ , а апсолутната маса на натриумот е 23 пати поголема;
- ✓ Далтон ја вовел т.н. хемиска единица, а тоа е атомската маса на водородот, спрема која биле определени атомските маси на останатите хемиски елементи (**релативни атомски маси**);
- ✓ Во 1961 година на конференцијата на IUPAC е предложено да се употребува т.н. **јаглеродна единица**, која се заснова на масата на изотопот на јаглеродот, која изнесува 12.
- ✓ **Релативна атомска маса "1" одговара на 1/12 од масата на нуклидот на јаглеродот.**

## ➤ Релативна атомска маса

- ✓ Современата дефиниција за релативна атомска маса ( $A_r$ ) е:

**релативната атомска маса на некој елемент е масата на неговиот атом изразена во јаглеродни единици.**

- ✓ Релативната атомска маса на кислородот според јаглеродната единица изнесува 15,9994.
- ✓ Во периодниот систем на елементите се дадени релативните атомски маси на елементите;
- ✓ Ниеден елемент не покажува цел број, за што има три причини:
  - масата на еден протон или неутрон не е точно 1;
  - масите на елементарните честички не претставуваат обичен збир (**дефект на масата**);
  - релативната маса на јаглеродот изнесува нешто повеќе од 12, поради делот на изотопот  $^{13}\text{C}$ .

## ➤ Релативна молекулска маса

- ✓ Масата на молекулата претставува збир на масите на атомите кои ја изградуваат;
- ✓ Релативната молекулска маса на дадена супстанција е еднаква на збирот на релативните атомски маси на атомите присутни во соодветната молекула.
- ✓ Релативната молекулска маса на водородот ( $\text{H}_2$ ) изнесува 2,016, на водата ( $\text{H}_2\text{O}$ ) е 18,016.

## ➤ Авогадрова константа

✓ Ако се земе 12,000 грами на јаглерод-12 и се поделат со апсолутната маса на еден C-атом ( $1,66 \times 10^{-24}$ ) се добива  $6,02 \times 10^{23}$  број на C-атоми во даденото количество на јаглерод.

✓ Вредноста  $6,02 \times 10^{23}$  е природна константа и се вика **Авогадрова константа  $N_A$** .

$$N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

✓ Според неа се дефинира поимот количество супстанца  $n$  со единицата мол (mol).

✓ Еден мол од било кој елемент содржи  $6,02 \times 10^{23}$  атоми.

✓ Исти количества супстанца (1 mol) на различни супстанции содржат ист број честички.

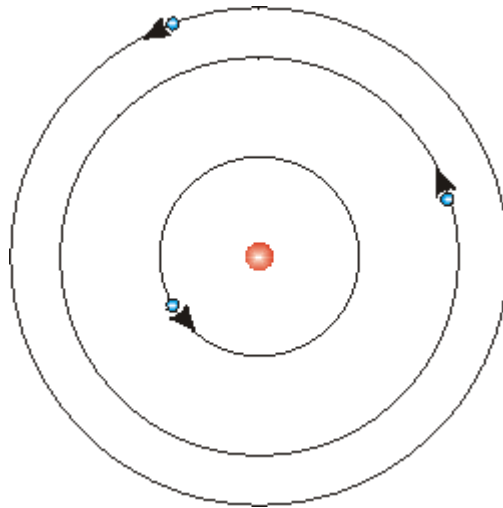
- ✓ **1 mol на елемент одговара на релативната атомска маса дадена во грами**
- ✓ **1 mol на соединение одговара на релативната молекулска маса во грами.**

Количество супстанција (mol) и помали единици дадени преку примерот со елементарно железо (Fe)

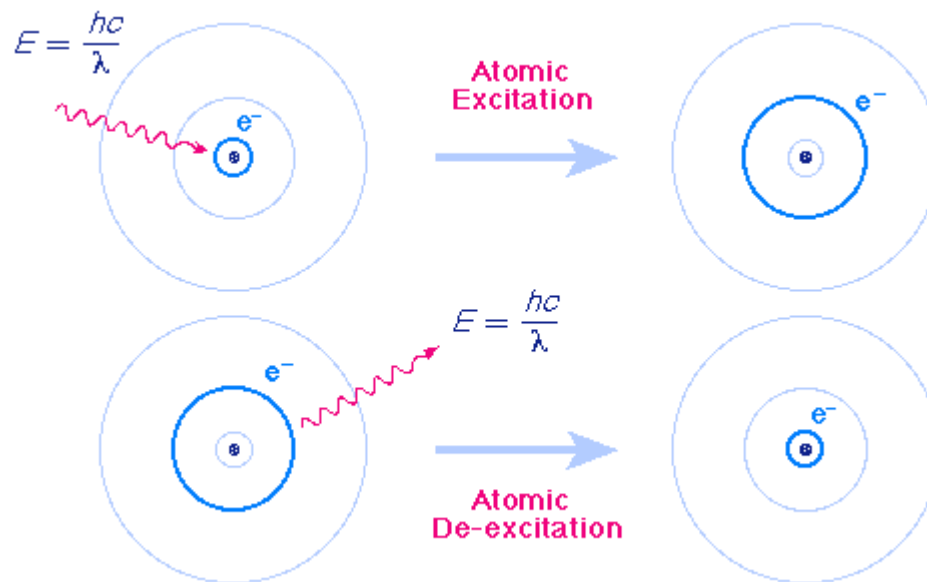
Количество	Маса	Број на железни атоми
1 mol	55,847 g	$6,02 \cdot 10^{23}$
1 mmol (milimol)	55,847 mg	$6,02 \cdot 10^{20}$
1 $\mu$ mol (mikromol)	55,847 $\mu$ g	$6,02 \cdot 10^{17}$
1 nmol (nanomol)	55,847 ng	$6,02 \cdot 10^{14}$

## ➤ Атомски модел на Niels Bohr

- ✓ го опишува атомот како јадро опкружено со фиксни енергетски нивоа, коишто можат да бидат зафатени со електрони (планетарен модел);
- ✓ секое ниво е дефинирано со **кружна орбита** лоцирана на специфично растојание од атомот и дека орбитите со највисока енергија се лоцирани најдалеку од јадрото.



## ➤ Боров модел на атомот



**Ексцитација со апсорпција на светлина и де-ексцитација со емисија на светлина**



## ➤ Модерна атомска теорија

- ✓ **Работата на францускиот физичар De Broli и германскиот физичар Karl Heisenberg ја претставува суштината на модерната атомска теорија.**
- ✓ **Модерната атомска теорија ја опишува можноста за наоѓање на електронот во регион на просторот во рамките на основното енергетско ниво, означен како **атомска орбитала**.**
- ✓ **Брзото движење на електроните ги распростира нив во облак на полнеж. Овој облак е со поголема густина во одредени региони, каде веројатноста за наоѓање на електронот во одредена точка на времето е поголема.**
- ✓ **Со оглед дека атомските орбитали се дел од основните енергетски нивоа, тие се означени како поднивои.**

## ➤ Структура на електронска обвивка

- ✓ Како ќе реагира некој атом при градење на хемиска врска е одредено од електронската обвивка.
- ✓ Затоа мора да се знае за градбата на електронската обвивка, односно за бројот, енергијата и просторната распределба на електроните во поединечните атоми.
- ✓ Целата електронска обвивка се состои од неколку слоеви или енергетски нивоа, обележани со буквите: K, L, M, N, O, P, Q или со броевите 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7.
- ✓ Максимален број на електрони кои може да има во еден слој е еднаков на  $N = 2n^2$ , каде со  $n$  се означува бројот на слојот.
- ✓ Електронските слоеви содржат и различен број електронски подслоеви, со различно ниво на енергија.

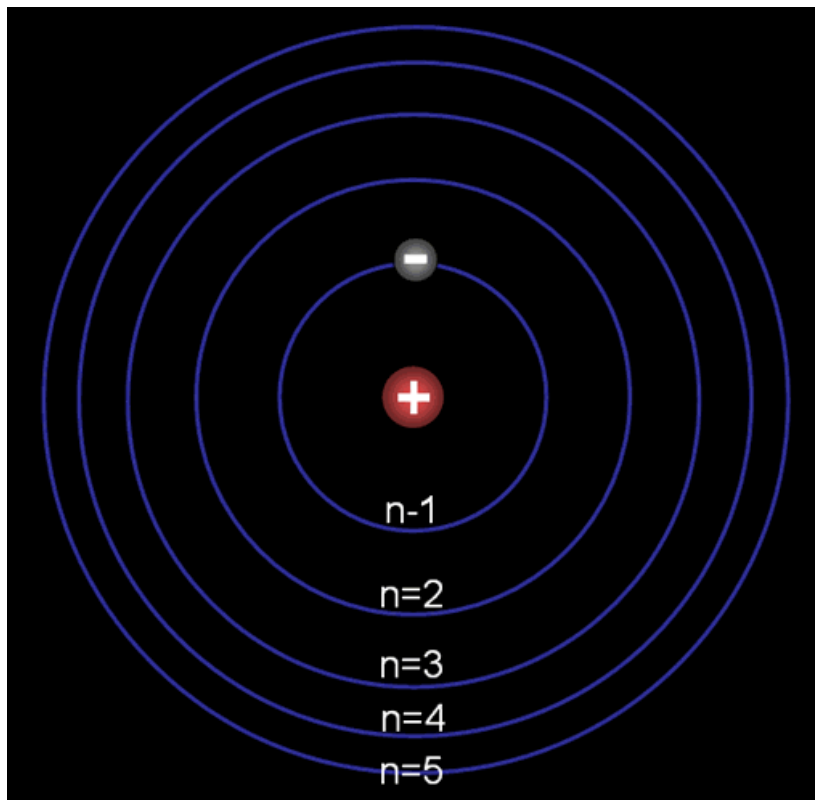
## ➤ Квантни броеви

- ✓ Состојбата и положбата на електронот во атомот може да биде определена со следниве четири квантни броеви:

Главен квантен број	$n$
Спореден (орбитален) квантен број	$l$
Магнетен квантен број	$M_l$
Спинов квантен број	$M_s$

- ✓ главниот квантен број го означува редниот број на слојот;
- ✓ орбиталниот квантен број ( $l$ ) ги означува енергетските поднивоа

# 1. Главен квантен број, ознака - $n$



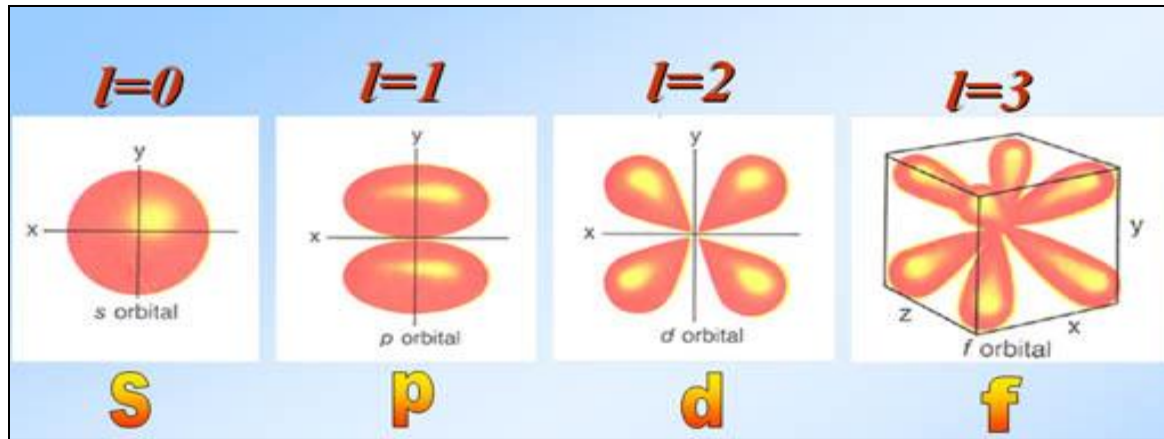
Го определува енергетскиот слој,  
односно припадноста на електронот  
во енергетското ниво

	Вредности кои ги поприма главниот квантен број						
Бројна ознака	1	2	3	4	5	6	7
Буквена ознака	K	L	M	N	O	P	Q

## ➤ Орбитален квантен број ( $l$ )

- ✓ Орбиталниот квантен број ја дава формата, големината и енергетското ниво на орбиталата.
- ✓ Орбиталниот квантен број може да ги има сите вредности на главниот квантен број од 0 до  $n-1$ .
- ✓ Ако главниот квантен број има вредност 5, орбиталниот број ги има вредностите: 0, 1, 2, 3, 4.
- ✓ Ако  $l=0$  електронот се движи по кружна орбита.
- ✓ Поднивоата се обележани со буквите s ( $l=0$ ), p ( $l=1$ ), d ( $l=2$ ), f ( $l=3$ ).
- ✓ K-слојот ( $n=1$ ) содржи само s- електрони, L-слојот ( $n=2$ ) содржи s и p електрони, M- слојот содржи s, p и d- електрони итн.
- ✓ Електроните од еден електронски слој кои имаат приближно еднаква енергија припаѓаат на еден ист подслој.

## 2. Орбитален квантен број, ознака - $l$



$l$  ги дефинира формите на орбиталите

То определува енергетскиот потслој, во рамките на еден слој.

Значи, при даден  $n$  (слој) може да има повеќе потслојеви ( $l$ ).

	Вредности кои ги поприма орбиталниот квантен број					
Бројна ознака	0	1	2	3	4	5
Буквена ознака	s	p	d	f	g	h

При дадена вредност  $n$ ,

$l$  може да прима вредности од

**0 до  $n - 1$**

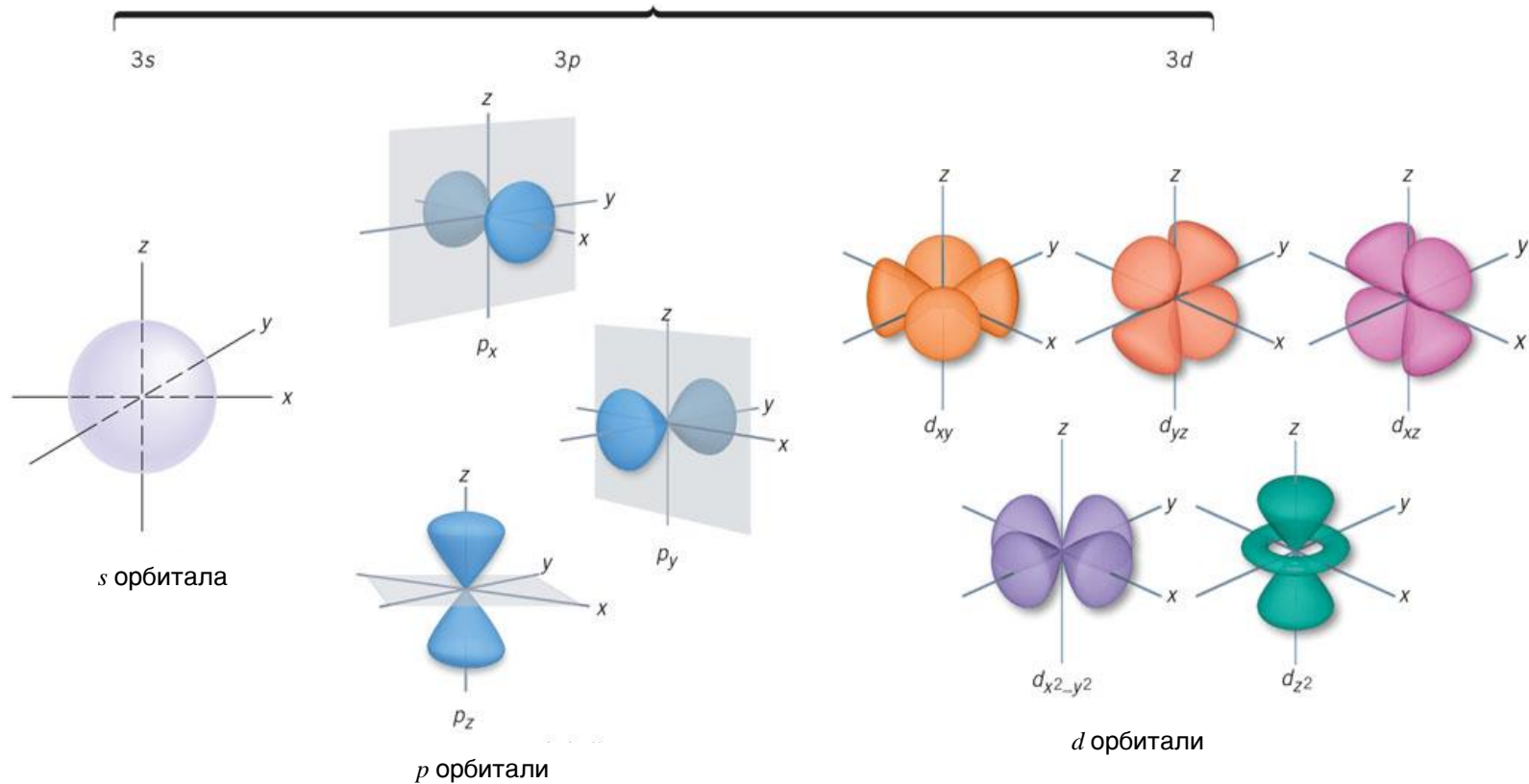
## ➤ Магнетен квантен број ( $M_l$ )

- ✓ Електронот во атомот се однесува како магнет. Под влијание на надворешно магнетно поле, електронот што се движи околу јадрото, создава магнетно поле со одреден магнетен момент;
- ✓ Орбиталите на електроните може да имаат повеќе ориентации во однос на магнетното поле;
- ✓ Електроните во потслојот  $d$  може да се наоѓаат на пет еднакви орбитали, но различно ориентирани.  
Тие ќе бидат определени со броевите  $-2, -1, 0, +1$  и  $+2$ ;
- ✓ Магнетниот квантен број може да ги има сите вредности за целите броеви од орбиталниот број (од  $-l$  до  $+l$ , вклучително и  $0$ ), односно  $2l + 1$  вредности.

### 3. Магнетен квантен број, ознака - $m_l$

Ја определува ориентираноста на атомската орбитала во просторот

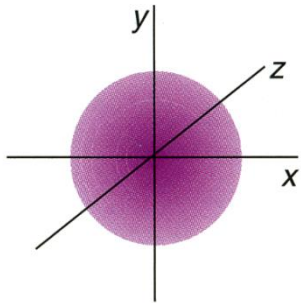
Во третиот слој,  $n=3$



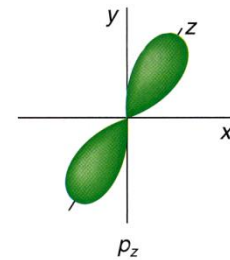
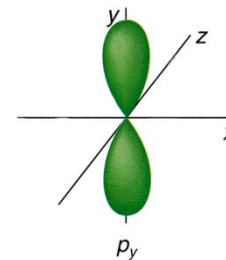
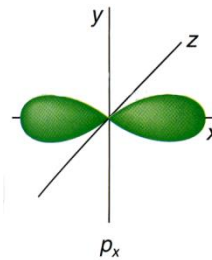


## ➤ s и p орбитали

- ✓ сите s орбитали се сферно симетрични, без оглед на вредноста на главниот квантен број.
- ✓ за главниот квантен број  $n=2$  има една s орбитала и три p-орбитали



s- орбитала

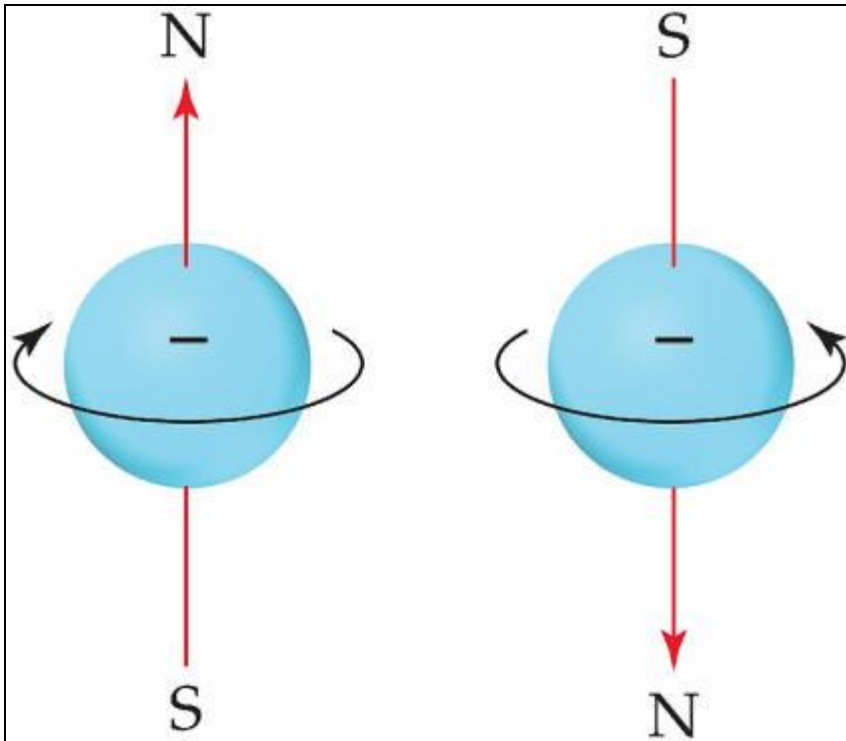


p- орбитали

## ➤ Спинов квантен број ( $M_s$ )

- ✓ електронот се движи околу сопствената оска (**спин**);
- ✓ тоа движење може да има две спротивни насоки: како стрелката на часовникот и обратно;
- ✓ спиновиот квантен број може да ги има вредностите  $+1/2$  и  $-1/2$ .
- ✓ **два електрони кои се на иста орбитала, мора да имаат спинов квантен број со спротивен знак, односно да ротираат во спротивна насока;**
- ✓ за такви електрони се вели дека се спарени (кое се обележува со  $\uparrow\downarrow$ )
- ✓ во една орбитала може да се сместат најмногу два електрона или само еден електрон, а може да биде и празна.

### 3. Спинов квантен број, ознака - $m_s$



Го определува ротирањето на електронот.

Може да има само две вредности:

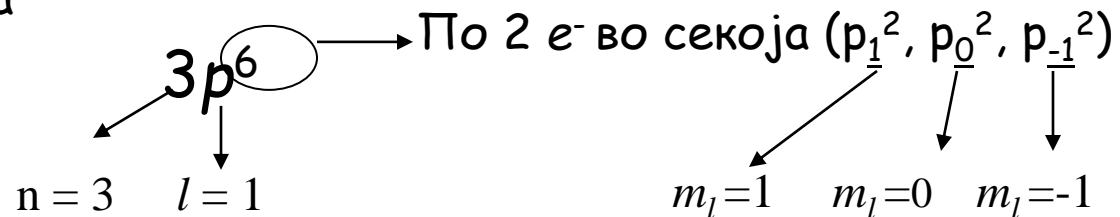
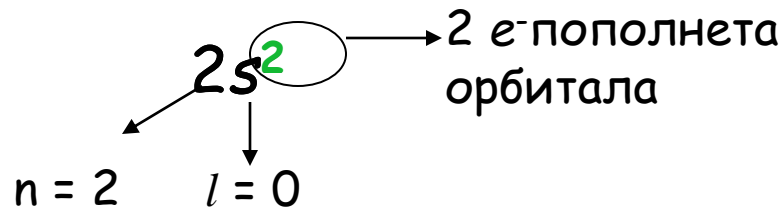
$-1/2$  и  $+1/2$

Атомската орбитала се претставува со комбинација на  $n$ ,  $l$  и  $m_l$ .

При шематско претставување на електронската структура, со квадратчиња

- едно квадратче една орбитала.

Стрелките се електрони. Најмногу две стрелки, бидејќи може да има најмногу 2  $e^-$ .



## ➤ Принцип на Pauli

- ✓ Два електрони во ист атом не можат да имаат исти вредности за сите четири квантни броеви.
- ✓ Во една орбитала може да се најде само еден електрон или најмногу два чии спинови мора да бидат спротивни.
- ✓ Максималниот број на електрони по слоеви и подслоеве може да се пресмета од квантните броеви.
- ✓ Максималниот број електрони во еден слој може да биде  $2n^2$ .

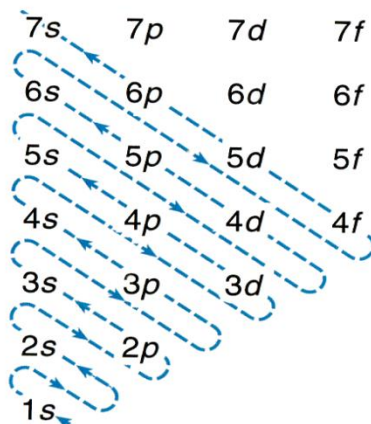
➤ **Максимален број на електрони по слоеви и подслоеви пресметан од квантните броеви**

<b>n</b>	<b>l</b>	<b>m</b>	<b>Спин</b>	<b>Максимум e<sup>-</sup></b>	<b>Максимум e<sup>-</sup> (2n<sup>2</sup>)</b>
<b>1 (K слој)</b>	<b>0 (1s)</b>	<b>0</b>	$\pm 1/2$	<b>2</b>	<b>2</b>
<b>2 (L слој)</b>	<b>0 (2s)</b>	<b>0</b>	$\pm 1/2$	<b>2</b>	<b>8</b>
	<b>1 (2p)</b>	<b>+1, 0, -1</b>	$\pm 1/2$	<b>6</b>	
<b>3 (M слој)</b>	<b>0 (3s)</b>	<b>0</b>	$\pm 1/2$	<b>2</b>	<b>18</b>
	<b>1 (3p)</b>	<b>+1, 0, -1</b>	$\pm 1/2$	<b>6</b>	
	<b>2 (3d)</b>	<b>x</b>	$\pm 1/2$	<b>10</b>	
<b>4 (N слој)</b>	<b>0 (4s)</b>	<b>0</b>	$\pm 1/2$	<b>2</b>	<b>32</b>
	<b>1 (4p)</b>	<b>+1, 0, -1</b>	$\pm 1/2$	<b>6</b>	
	<b>2 (4d)</b>	<b>x</b>	$\pm 1/2$	<b>10</b>	
	<b>3 (4f)</b>	<b>y</b>	$\pm 1/2$	<b>14</b>	

**x = +2, +1, 0, -1, -2; y = +3, +2, +1, 0, -1, -2, -3**

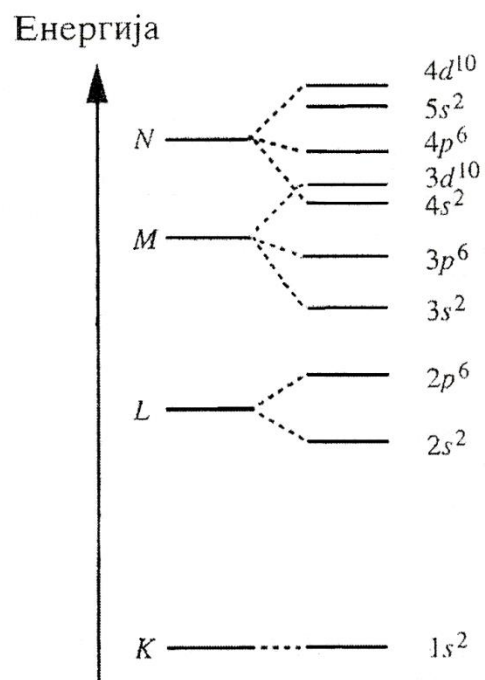
## ➤ Електронска конфигурација на атомот

- ✓ Распоредот на електроните во атомските орбитали е познат како електронска конфигурација на атомот.
- ✓ Електроните ги пополнуваат орбиталите во правец на зголемување на енергиите.



Дијаграм за редоследот на пополнување на електроните во атомските орбитали

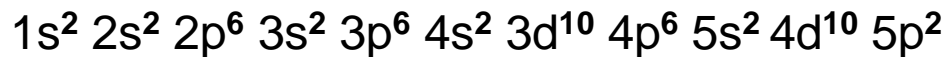
➤ Шема на енергетското ниво на слоевите и поднивоата





## ➤ Пишување на електронска конфигурација на елементите

- ✓ Познавањето на начинот на пополнување на атомските орбитали, од орбиталата со најниска кон орбиталата со највисока енергија, овозможува да ја напишеме електронската конфигурација на било кој елемент.
- ✓ пр. Електронска конфигурација на атомот на калај, кој има атомски број 50, односно има 50 електрони:



➤ **Електронска конфигурација на првите дванаесет елементи на периодниот систем**

Елемент	Симбол	Атомски број	Електронска конфигурација	Валентни електрони
Водород	H	1	$1s^1$	1
Хелиум	He	2	$1s^2$	(2)
Литиум	Li	3	$1s^2 2s^1$	1
Берилиум	Be	4	$1s^2 2s^2$	2
Бор	B	5	$1s^2 2s^2 2p^1$	3
Јаглерод	C	6	$1s^2 2s^2 2p^2$	4
Азот	N	7	$1s^2 2s^2 2p^3$	5
Кислород	O	8	$1s^2 2s^2 2p^4$	6
Флуор	F	9	$1s^2 2s^2 2p^5$	7
Неон	Ne	10	$1s^2 2s^2 2p^6$	(8)
Натриум	Na	11	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$	1
Магнезиум	Mg	12	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$	2



# **ПЕРИОДЕН СИСТЕМ НА ЕЛЕМЕНТИТЕ**

## ПЕРИОДЕН СИСТЕМ НА ЕЛЕМЕНТИТЕ

s - блок																		p - блок							
1	2																	13	14	15	16	17	18		
I a	II a																	III a	IV a	V a	VI a	VII a	VIII a		
1	<sup>1</sup> H 1,00979																							<sup>2</sup> He 4,0026	K
2	<sup>3</sup> Li 6,939	<sup>4</sup> Be 9,0122																	<sup>5</sup> B 10,811	<sup>6</sup> C 12,01115	<sup>7</sup> N 14,0067	<sup>8</sup> O 15,9994	<sup>9</sup> F 18,9984	<sup>10</sup> Ne 20,183	L
3	<sup>11</sup> Na 22,9898	<sup>12</sup> Mg 24,312	d - блок										<sup>13</sup> Al 26,9815	<sup>14</sup> Si 28,086	<sup>15</sup> P 30,9738	<sup>16</sup> S 32,064	<sup>17</sup> Cl 35,453	<sup>18</sup> Ar 39,498	M						
			3	4	5	6	7	8	9	10	11	12								III b	IV b	V b	VI b	VII b	VIII
4	<sup>19</sup> K 39,102	<sup>20</sup> Ca 40,06	<sup>21</sup> Sc 44,956	<sup>22</sup> Ti 47,90	<sup>23</sup> V 50,942	<sup>24</sup> Cr 51,996	<sup>25</sup> Mn 54,938	<sup>26</sup> Fe 55,847	<sup>27</sup> Co 58,9332	<sup>28</sup> Ni 58,71	<sup>29</sup> Cu 63,546	<sup>30</sup> Zn 65,37	<sup>31</sup> Ga 69,72	<sup>32</sup> Ge 72,59	<sup>33</sup> As 74,9216	<sup>34</sup> Se 78,96	<sup>35</sup> Br 79,904	<sup>36</sup> Kr 83,80	N						
5	<sup>37</sup> Rb 85,47	<sup>38</sup> Sr 87,62	<sup>39</sup> Y 88,905	<sup>40</sup> Zr 91,22	<sup>41</sup> Nb 92,906	<sup>42</sup> Mo 93,94	<sup>43</sup> Tc 97	<sup>44</sup> Ru 101,07	<sup>45</sup> Rh 102,905	<sup>46</sup> Pd 106,4	<sup>47</sup> Ag 107,868	<sup>48</sup> Cd 112,40	<sup>49</sup> In 114,82	<sup>50</sup> Sn 118,69	<sup>51</sup> Sb 121,75	<sup>52</sup> Te 127,60	<sup>53</sup> I 126,9044	<sup>54</sup> Xe 131,30	O						
6	<sup>55</sup> Cs 132,905	<sup>56</sup> Ba 137,34	<sup>57</sup> La 138,91	<sup>72</sup> Hf 178,49	<sup>73</sup> Ta 180,945	<sup>74</sup> W 183,85	<sup>75</sup> Re 186,2	<sup>76</sup> Os 190,2	<sup>77</sup> Ir 192,2	<sup>78</sup> Pt 195,09	<sup>79</sup> Au 196,967	<sup>80</sup> Hg 200,59	<sup>81</sup> Tl 204,37	<sup>82</sup> Pb 207,19	<sup>83</sup> Bi 208,980	<sup>84</sup> Po 210	<sup>85</sup> At 210	<sup>86</sup> Rn 222	P						
7	<sup>87</sup> Fr 223	<sup>88</sup> Ra 226	<sup>89</sup> Ac 227	<sup>104</sup> Unq 261	<sup>105</sup> Unp 262	<sup>106</sup> Unh 263	<sup>107</sup> Uns	<sup>108</sup> Uno	<sup>109</sup> Une	110	111	112							Q						
			f - блок																						
Лантаноиди			<sup>58</sup> Ce 140,12	<sup>59</sup> Pr 140,907	<sup>60</sup> Nd 144,24	<sup>61</sup> Pm 145	<sup>62</sup> Sm 150,35	<sup>63</sup> Eu 151,96	<sup>64</sup> Gd 157,25	<sup>65</sup> Tb 158,924	<sup>66</sup> Dy 162,50	<sup>67</sup> Ho 164,930	<sup>68</sup> Er 167,26	<sup>69</sup> Tm 168,934	<sup>70</sup> Yb 173,04	<sup>71</sup> Lu 174,97									
Актиноиди			<sup>90</sup> Th 232,038	<sup>91</sup> Pa 231	<sup>92</sup> U 238,04	<sup>93</sup> Np 237	<sup>94</sup> Pu 242	<sup>95</sup> Am 243	<sup>96</sup> Cm 247	<sup>97</sup> Bk 249	<sup>98</sup> Cf 249	<sup>99</sup> Es 254	<sup>100</sup> Fm 253	<sup>101</sup> Md 256	<sup>102</sup> No 254	<sup>103</sup> Lr 257									

## ПЕРИОДЕН СИСТЕМ НА ЕЛЕМЕНТИТЕ

- Денес се познати 112 елементи кои се подредени по редните броеви.
- Елементите до редниот број 92 (уран) се наоѓаат во природата.
- Елементите кои имаат поголем реден број можат да се добијат само вештачки преку хемиски синтези на јадра, на пр. во атомските централи или циклотрони. Тие се радиоактивни и делумно имаат многу краток полупериод на распаѓање.
- Сите познати нуклиди на елементите од 84 до 92 се радиоактивни, како и оние на елементите со реден број 43 (Технициум Tc) и 61 (Прометиум Pm).

## БИОХЕМИСКИ И МЕДИЦИНСКИ ВАЖНИ ЕЛЕМЕНТИ


- Од 81 стабилни елементи на периодниот систем, само 20 им се неопходни на луѓето и на другите живи суштества на земјата. Притоа е воочливо дека поголемиот број на овие елементи се наоѓа во првите четири периоди. По цинкот ( ${}_{30}\text{Zn}$ ) има уште малку елементи важни за животот.
- Елементите не делуваат во елементарна форма, туку како составен дел на хемиски соединенија.

# ELEMENTE OD GLAVNITE GRUPPI NA PERIODNIOT SISTEM

	1 (IA)	2 (IIA)	Hauptgruppen										13 (IIIA)	14 (IVA)	15 (VA)	16 (VIA)	17 (VIIA)	18 (VIIIA)	
			Nebengruppen																
1. Periode	1.0079 Wasserstoff <b>1H</b>																		4.0026 Helium <b>2He</b>
2. Periode	6.941 Lithium <b>3Li</b>	9.0122 Beryllium <b>4Be</b>											10.811 Bor <b>5B</b>	12.011 Kohlenstoff <b>6C</b>	14.007 Stickstoff <b>7N</b>	15.9994 Sauerstoff <b>8O</b>	18.998 Fluor <b>9F</b>	20.180 Neon <b>10Ne</b>	
3. Periode	22.990 Natrium <b>11Na</b>	24.305 Magnesium <b>12Mg</b>	3 (IIIB)	4 (IVB)	5 (VB)	6 (VIB)	7 (VIIB)	8 (VIIIB)	9 (VIIIB)	10 (VIIIB)	11 (IB)	12 (IIB)	26.982 Aluminium <b>13Al</b>	28.086 Silicium <b>14Si</b>	30.974 Phosphor <b>15P</b>	32.066 Schwefel <b>16S</b>	35.453 Chlor <b>17Cl</b>	39.948 Argon <b>18Ar</b>	
4. Periode	39.098 Kalium <b>19K</b>	40.078 Calcium <b>20Ca</b>	44.956 Scandium <b>21Sc</b>	47.88 Titan <b>22Ti</b>	50.942 Vanadium <b>23V</b>	51.996 Chrom <b>24Cr</b>	54.938 Mangan <b>25Mn</b>	55.847 Eisen <b>26Fe</b>	58.933 Cobalt <b>27Co</b>	58.69 Nickel <b>28Ni</b>	63.546 Kupfer <b>29Cu</b>	65.39 Zink <b>30Zn</b>	69.723 Gallium <b>31Ga</b>	72.61 Germanium <b>32Ge</b>	74.922 Arsen <b>33As</b>	78.96 Selen <b>34Se</b>	79.904 Brom <b>35Br</b>	83.80 Krypton <b>36Kr</b>	
5. Periode	85.468 Rubidium <b>37Rb</b>	87.62 Strontium <b>38Sr</b>	88.906 Yttrium <b>39Y</b>	91.224 Zirkonium <b>40Zr</b>	92.906 Niob <b>41Nb</b>	95.94 Molybdän <b>42Mo</b>	98.906 Technetium <b>43Tc*</b>	101.07 Ruthenium <b>44Ru</b>	102.91 Rhodium <b>45Rh</b>	106.42 Palladium <b>46Pd</b>	107.87 Silber <b>47Ag</b>	112.41 Cadmium <b>48Cd</b>	114.82 Indium <b>49In</b>	118.71 Zinn <b>50Sn</b>	121.75 Antimon <b>51Sb</b>	127.60 Tellur <b>52Te</b>	126.90 Iod <b>53I</b>	131.29 Xenon <b>54Xe</b>	
6. Periode	132.91 Caesium <b>55Cs</b>	137.33 Barium <b>56Ba</b>	57-71	178.49 Hafnium <b>72Hf</b>	180.95 Tantal <b>73Ta</b>	183.85 Wolfram <b>74W</b>	186.21 Rhenium <b>75Re</b>	190.2 Osmium <b>76Os</b>	192.22 Iridium <b>77Ir</b>	195.08 Platin <b>78Pt</b>	196.97 Gold <b>79Au</b>	200.59 Quecksilber <b>80Hg</b>	204.38 Thallium <b>81Tl</b>	207.2 Blei <b>82Pb</b>	208.98 Bismut <b>83Bi</b>	208.98 Polonium <b>84Po*</b>	209.99 Astat <b>85At*</b>	222.02 Radon <b>86Rn*</b>	
7. Periode	223.02 Francium <b>87Fr*</b>	226.03 Radium <b>88Ra*</b>	89-103	261 Rutherfordium <b>104Rf*</b>	262 Dubnium <b>105Db*</b>	263 Seaborgium <b>106Sg*</b>	Bohrium <b>107Bh*</b>	Hassium <b>108Hs*</b>	Meitnerium <b>109Mt*</b>										

Lanthanoide	138.91 Lanthan <b>57La</b>	140.12 Cer <b>58Ce</b>	140.91 Praseodym <b>59Pr</b>	144.24 Neodym <b>60Nd</b>	146.92 Promethium <b>61Pm*</b>	150.36 Samarium <b>62Sm</b>	151.97 Europium <b>63Eu</b>	157.25 Gadolinium <b>64Gd</b>	158.93 Terbium <b>65Tb</b>	162.50 Dysprosium <b>66Dy</b>	164.93 Holmium <b>67Ho</b>	167.26 Erbium <b>68Er</b>	168.93 Thulium <b>69Tm</b>	173.04 Ytterbium <b>70Yb</b>	174.97 Lutetium <b>71Lu</b>
Actinoide	227.03 Actinium <b>89Ac*</b>	232.04 Thorium <b>90Th*</b>	231.04 Protactinium <b>91Pa*</b>	238.03 Uran <b>92U*</b>	237.05 Neptunium <b>93Np*</b>	244.06 Plutonium <b>94Pu*</b>	243.06 Americium <b>95Am*</b>	247.07 Curium <b>96Cm*</b>	247.07 Berkelium <b>97Bk*</b>	251.08 Californium <b>98Cf*</b>	252.08 Einsteinium <b>99Es*</b>	257.10 Fermium <b>100Fm*</b>	258.10 Mendelevium <b>101Md*</b>	259.10 Nobelium <b>102No*</b>	260.11 Lawrencium <b>103Lr*</b>

\* radioaktive Elemente; angegeben ist die Masse eines wichtigen Isotops (so weit bekannt)

- 
- **Многу елементи, како соединенија растворливи во вода, се силни отрови за животните процеси, на пр. бариумот (Ba), живата (Hg) и оловото (Pb).**
  - **При изборот на неопходните елементи за животот, за време на еволуцијата, морало да се исполнат два услова: да бидат застапени во средината и да имаат способност да градат молекули со определени функции.**



# БИОРАСПРОСТРАНЕТОСТ

- **Биораспространетоста** на елементите е определена од нивната зачестеност во биосферата и од леснотијата со која се издвојуваат од нивните минерали.
- Оние елементи кои на земјата ги има најмногу не се на располагање. На пр. алуминиумот, силициумот и титанот, се наоѓаат во земјата како оксиди нерастворливи во вода.
- Многу се важни добро растворливите во вода алкални и земноалкални соли ( на пр. натриум хлорид:  $\text{NaCl}$ , калиум хлорид:  $\text{KCl}$ , магнезиум хлорид:  $\text{MgCl}_2$ , калциум хлорид:  $\text{CaCl}_2$ ). Нивните јони се застапени во централните процеси во размена на материите на сите живи суштества.

## БИОХЕМИСКО ЗНАЧЕЊЕ НА ЕЛЕМЕНТИТЕ ОД ГЛАВНИТЕ ГРУПИ

- Минералите во форма на катјони се неопходни како регулатори на осмотскиот притисок, за мембранскиот потенцијал и за каталитичките процеси во клетките;
- Магнезиумот ( $Mg^{2+}$ ) на пример е потребен за реакциите со енергетски богатите нуклеозид трифосфати (АТР),
- Калциумот ( $Ca^{2+}$ ) е важен секундарен преносител во клетката,
- Каналите за натриум ( $Na^+$ ) и калиум ( $K^+$ ) играат важна улога за транспортот на јоните и за пренесување на нервната дразба,
- Фосфорот се јавува секогаш како фосфат и како АТР е неопходен при метаболизмот на јаглехидратите.

## ЗАСТАПЕНОСТ НА ЕЛЕМЕНТИТЕ ВО ЧОВЕЧКОТО ТЕЛО

Елемент	Симбол	Удел (%)	Елемент	Симбол	Удел (%)
Кислород	O	63	Сулфур	S	0,25
Јаглерод	C	20	Калиум	K	0,2
Водород	H	10	Натриум	Na	0,1
Азот	N	3	Хлор	Cl	0,1
Калциум	Ca	1,5	Магнезиум	Mg	0,04
Фосфор	P	1,0	Други		0,81

- **Макроелементи** = нивната концентрација во организмот изнесува повеќе од 0,04 % од телесната маса;
- **Микроелементи** = нивната концентрација е под 0,04% (Fe, Zn, Cu, J, Mn, Mo, Co и др.)

## БИОХЕМИСКИ ВАЖНИ ЕЛЕМЕНТИ ОД СПОРЕДНИТЕ ГРУПИ И НИВНО ЗНАЧЕЊЕ ВО ЧОВЕЧКОТО ТЕЛО

- И покрај малата процентуална застапеност на микроелементите, кои се воглавно од споредните групи на п.с., истите имаат големо значење за животот на сите живи организми.
- Со оглед дека нивното дневно потребно количество е многу мало, се нарекуваат *елементи во траги*.
- За правилно одвивање на животните процеси, тие имаат слично значење како витамините и се неопходни за функцијата на поедини ензими.
- Кон елементите во траги припаѓаат и флуор, јод и селен.

**Chrom**  
(Glucose-Toleranzfaktor)

**Zink**  
(Carboxypeptidase A)

**Mangan**  
(Pyruvat-Carboxylase)

**Iod**  
(Schilddrüsenhormone)

**Eisen**  
(Hämoglobin, Cytochrome)

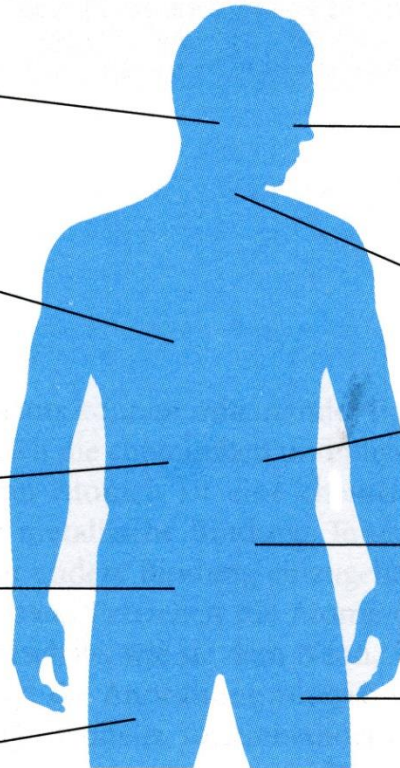
**Selen**  
(Glutathion-Peroxidase)

**Cobalt**  
(Vitamin B<sub>12</sub>)

**Fluor**  
(Knochen, Zahnschmelz)

**Kupfer**  
(Cytochrom-Oxidase)

**Molybdän**  
(Xanthin-Oxidase)



## БИОХЕМИСКИ ВАЖНИ ЕЛЕМЕНТИ НА СПОРЕДНИТЕ ГРУПИ

Елемент	Симбол	Вкупно количество	Задача
Железо	Fe	4 - 5 g	Важен елемент за редокс процесите во клетката (цитохроми) и за транспортот на O <sub>2</sub> во хемоглобинот.
Цинк	Zn	1,4 - 2,3 g	Есенцијален елемент за растење, за разградба на јаглехидратите и протеините, важен за градбата на ДНК и РНК и кај хормоните. Го има во депонираниот инсулин.
Бакар	Cu	75 - 150 mg	Составен дел на ензими оксидази, игра улога при синтеза на меланинот.
Манган	Mn	12 - 20 mg	Улога во градба на колагенот и гликозоаминогликозидите, потребен е за коагулација на крвта, при негово отсуство протромбинското време е продолжено.
Молибден	Mo	5 - 9 mg	Составен дел на флавопротеините, ксантин-оксидази.
Кобалт	Co	1 - 1,5 mg	Составен дел на витаминот B <sub>12</sub> .
Хром	Cr	0,6 - 1,4 mg	Составен дел на фосфоглукомутазата.

## ФАРМАКОЛОШКИ И ТОКСИКОЛОШКИ ВАЖНИ ЕЛЕМЕНТИ

- **Елементи чии соединенија се користат во терапијата = ФАРМАКОЛОШКИ ВАЖНИ;**
- **Елементи кои претставуваат загадувачи (отрови) на нашата средина = ТОКСИКОЛОШКИ ВАЖНИ.**

## ФАРМАКОЛОШКИ И ТОКСИКОЛОШКИ ВАЖНИ ЕЛЕМЕНТИ

Елемент	Симбол	Дејство/Употреба
Литиум	Li	Елемент во траги, како терапевтско средство за манично-депресивни заболувања.
Алуминиум	Al	Елемент во траги, за третирање на рани; ја поттикнува старосната деменција.
Арсен	As	Елемент во траги, отровен за околината.
Никел	Ni	Контактен дерматит.
Хром	Cr	Алергии.
Кадмиум	Cd	Елемент во траги, отровен за околината; бубрезите.
Бариум	Ba	Солите растворливи во вода се силни отрови, нерастворливиот бариум сулфат (бариумова каша) се користи како средство за контраст при рентгенографија.
Жива	Hg	Отровен за околината.
Олово	Pb	Отровен за околината.
Јод	J	Неопходен елемент во траги, средство за дезинфекција.
Платина	Pt	Како терапевтско средство кај ракот (Цисплатин).
Ксенон	Xe	Благороден гас, блага наркоза за спречување на болка.



- Позитивното и негативното дејство на овие елементи не е јасно одвоено и зависи од концентрацијата на супстанцијата со која делуваат на човечкото тело.
- Соединенијата на арсен, цинк или олово во висока концентрација се отровни, но ако се дозираат во ниски концентрации (**хомеопатија**) се користат како терапија.
- **Неопходно е да се одреди граничната дозволена концентрација за определени елементи во човечкиот организам.**
- Бројот и значењето на загадувачите (елементите) драстично се зголемуваат од почетокот на индустријализацијата, особено од втората половина на минатиот век.
- Се стравува од трајни оштетувања и штетни влијанија врз животот, како што досега се покажало со порастот на алергиите.

# Радиоизотопи

- ✓ Одредени елементи поседуваат карактеристики да се распаѓаат без надворешни влијанија со емитување зрачење (**радиоактивност**).
- ✓ Неколку радиоизотопи се важни за биохемијата и медицината.
- ✓ Тритиумот ( $^3\text{H}$ ) и  $^{14}\text{C}$  се користат како трасери (маркери), на пример да се открие патот што го прави определена молекула при размена на материите (трасер методи).
- ✓ Покрај природните радиоизотопи, постојат и вештачки, кои се добиваат со хемиски синтеси на јадрата.
- ✓ На пр.  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  (технициум) е најчесто користен во ин-витро дијагностиката на штитната жлезда.

## **Литература:**

- 1. ОПШТА И ОРГАНСКА ХЕМИЈА за студенти по медицина. Крстевска М, Алабаковска С, Ефремова Аарон С, Лабудовиќ Д, Цековска С. Универзитет „Св. Кирил и Методиј“, Медицински факултет, Скопје, 2014; стр. 4-21.**