

5. Трета А група елементи

(2 часа)

IIIА група елементи

бор (В)

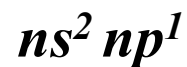
алуминиум (Al)

галиум (Ga)

индий (In)

талиум (Tl)

- В - *семиметал*
- Al, Ga, In, Tl - *метали*
- Заедничка електронска конфигурација на валентните електрони:



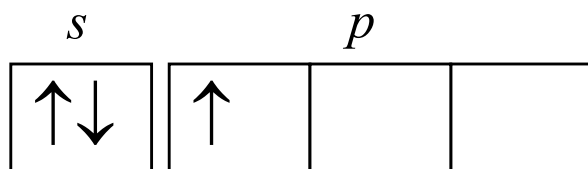
B: [He] $2s^2 2p^1$

Al: [Ne] $3s^2 3p^1$

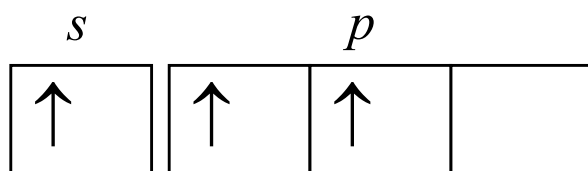
Ga: [Ar] $4s^2 4p^1$

In: [Kr] $5s^2 5p^1$

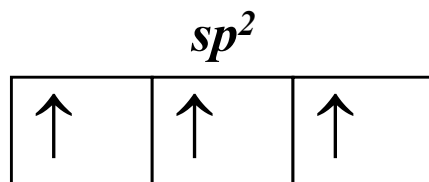
Tl: [Xe] $6s^2 6p^1$



Електронска конфигурација на валентните електрони на изолиран атом.



Со доведување на енергија (при одвивање на хемиска реакција и образување на хемиски врски) може да дојде до премин на еден електрон од s во p орбиталата и до формирање на три еквивалентни sp^2 хибридни орбитали.



- Врз основа на електронската конфигурација би требало да се очекува атомите во елементарната супстанца на борот да бидат меѓусебно поврзани со ковалентни врски помеѓу sp^2 хибридниите орбитали, со што елементарниот бор би имал слоевата структура (потсети се на планарниот распоред на sp^2 хибридниите орбитали, коишто лежат во една рамнина и меѓусебно зафаќаат агол од 120°). Меѓутоа, во елементарниот бор постои многу посложена структура, која укажува дека не доаѓа до хибридизација на орбиталите. Во кристалната структура се среќаваат атомски групации B_{12} , во коишто атомите се распоредени во облик на правилно геометриско тело, наречено **икосиедар**. Причините кои доведуваат до образување на ваква сложена структура, како и видот на хемиски врски кои ја овозможуваат оваа структура, тешко може да се објаснат.

- Во металната кристална решетка на Al познато е дека *сите ѓри електрони не се целосно ангажирани во металната врска*. Од овие причини точката на топење на Al (658°C) е само за 8°C повисока од онаа на Mg (650°C).

- Елементарниот галиум кристализира во многу сложена структура. Атомите се наоѓаат на големи растојанија. ***Карактеристично е што сите атоми не се распоредени на меѓусебно еднакви растојанија.*** Од овие причини галиумот има неочекувано ниска точка на топење **(29,8 °C).**
- И во металните решетки на In и Tl веројатно не доаѓа до целосно ангажирање на трите валентни електрони, што резултира со ниски точки на топење на овие метали.

Некои карактеристики на атомите и елементарните супстанции на елементите на IIIA група

Симбол	Атомски број	Ковалентен радиус / pm	Јонски радиуси / pm		Точка на топење / °C	Точка на вриење / °C
			X ⁺	X ³⁺		
B	5	0,08	-	-	<u>2300</u>	2550
Al	13	<u>0,125</u>	-	0,045	658	2300
Ga	31	<u>0,125</u>	0,113	0,06	<u>29,8</u>	2000
In	49	0,213	0,132	0,08	155	1450
Tl	81	0,217	0,145	0,091	304	1460

♦ Од податоците за ковалентните радиуси се гледа дека вредностите за **Al** и **Ga** се идентични. **Ga** следува после првата серија преодни елементи. Со тоа, пополнети се *3d* орбиталите, и продолжува пополнувањето на *4p* орбиталите во рамките на четвртиот електронски слој. Истовремено, ефективниот полнеж на атомот значително пораснал, при што доаѓа до значителна контракција на атомските орбитали.

♦ Карактеристична е и високата точка на топење на **B** заради силните ковалентни врски помеѓу атомите, како и екстремно ниската точка на топење на **Ga**, кој во топлите летни денови се втечнува.

Енергија на јонизација, коефициент на електроотрицателност и стандарден редокс потенцијал на елементите од IIIA група

Симбол	Енергија на јонизација / eV			Коефициент на електроотрицателност	Стандарден редокс потенцијал E^0 / V
	I	II	III		
B	8,30	25,2	38,0	2,0	$\text{H}_3\text{BO}_3/\text{B}$ -0,87
Al	5,98	19,0	28,44	1,5	Al^{3+}/Al -1,66
Ga	<u>6,0</u>	<u>20,6</u>	<u>30,8</u>	1,6	Ga^{3+}/Ga -0,53
In	5,79	19,0	28	1,7	In^{3+}/In -0,34
Tl	<u>6,11</u>	<u>20,6</u>	<u>29,9</u>	1,8	Tl^{3+}/Tl +0,72

♦ Енергиите на јонизација опаѓаат долж групата. Отстапување се јавува кај Ga и Tl. Причината кај Ga е контракцијата на атомскиот радиус заради првата серија на преодни елементи, што беше претходно дискутирано.

♦ Кај Tl контракцијата на атомскиот радиус се јавува заради претходната серија лантаниди кај коишто доаѓа до целосно пополнување на 4f орбиталите.

- Иако првата енергија на јонизација е најмала вредност, сепак *едновалентен јон кај В не се среќава*. Впрочем, В не формира јонски соединенија, и кај него не е карактеристично постоењето на билокаков јон.
- Соединенијата на Al каде тој постои како Al^{+} немаат особено значење.
- M^{+} јон се среќава кај соединенијата на другите елементи. Неговата стабилност расте одејќи од Al кон Tl. Така, *само Tl^{+} јонот е стабилен во водни раствори*.
- M^{3+} јоните се среќаваат кај сите елементи на групата, освен кај В. Иако за нивното формирање е потребна најголема јонизациона енергија, *сејак нивната стабилност се објаснува со големата хидратациона енергија и со големата енергија на јонската кристална решетка на соодветниот јонски соединенија*.

- Врз основа на електронегативноста, само кај В може да се очекува негативен оксидациски број, во некои соединенија со електропозитивните елементи. Другите елементи во групата, зради малата електронегативност, имаат само позитивни оксидациски броеви во нивните соединенија.
- Редокс потенцијалот покажува дека од Al до In, елементите релативно лесно преминуваат во M^{3+} јони, иако оваа тенденција опаѓа долж групата. Овој тренд може да се објасни со вредноста за јонскиот радиус и енергијата на хидратација. Имено, долж групата, расте радиусот на M^{3+} јоните, а со тоа опаѓа енергијата на хидратација на јонот. Според тоа, спонтаното формирањето на M^{3+} јонот станува се потешко од Al до In.

- Tl^{3+} јонот е толку голем, што неговата енергија на хидрајација не ја надолнува енергијата што треба да се вложи за неговото формирање (третата енергија на јонизација). Затоа, Tl^{3+} јонот не се формира спонтано, па затоа неговиот редокс потенцијал е значително висока позитивна вредност.
- Позитивниот редокс потенцијал на редокс парот Tl^{3+}/Tl покажува дека Tl не е редуциско средство, но затоа Tl^{3+} јонот е силно оксидациско средство.

Соединенија на елементите на IIIA група

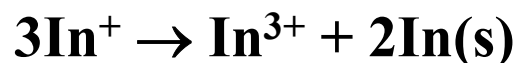
- Елементите на оваа група можат да градат соединенија со оксидационен број **+1** и **+3**.
- Покрај ова, борот гради соединенија со негатавен оксидациски број. Тие соединенија се наречени **бориди**. Сепак, кај нив не постојат анјони на борот.

Оксидациски број +1

- В не гради V^+ јон, но постојат ковалентни соединенија во коишто В има степен на оксидација +1. *Пример:* V_4Cl_4 .
- Соединенијата на Al и Ga со оксидациски број +1 немаат особена стабилност ниту значење.
- Соединенијата на In со оксидациски број +1 се познати и стабилни. Во нив е докажано постоењето на In^+ јонот.

Примери: InCl , InBr , InI , In_2O , In_2S .

Во водна средина, In^+ јонот е нестабилен и се *диспропорционира*:



- Tl гради стабилни соединенија со оксидациски број +1. Тоа се главно јонски соединенија во коишто постои јонот Tl^+ . Со нивна дисоцијација во водни раствори се добива стабилен Tl^+ јон којшто не диспропорционира.

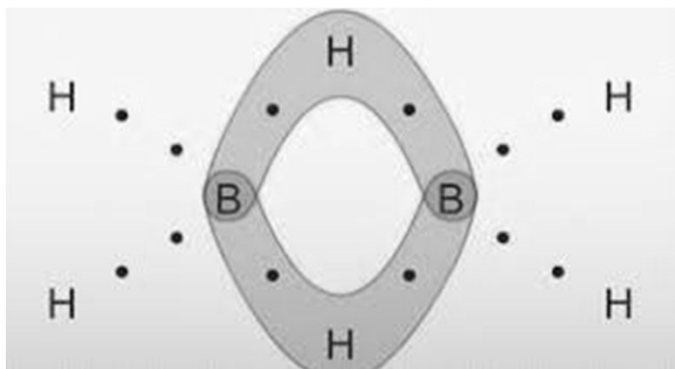
Оксидациски број +3

- Ова се најчестите и најважните соединенија на елементите на оваа група. Исклучок од ова е Tl, за кого почести се соединенијата со оксидациски број +1.
- Борот гради соединенија со водородот кои се наречени **борани**. Другите елементи не градат хидриди. Бораните се ковалентни соединенија во кои водородот има негативен степен на оксидација. Бораните според своите особини се “чудни” соединенија, зошто градат повеќе ковалентни врски отколку што постојат валентни електрони на располагање во рамките на соединението.

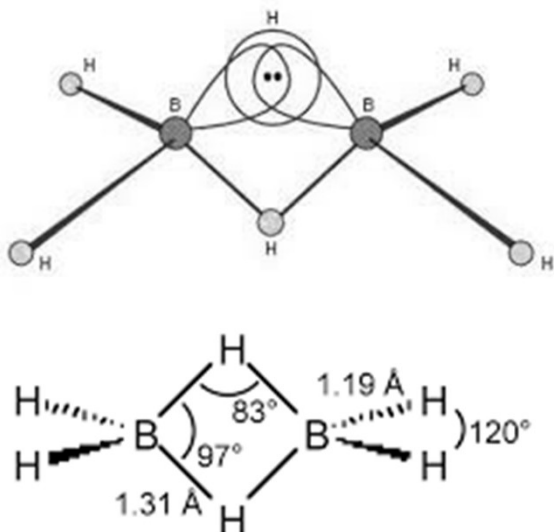
Примери:	B_2H_6 - диборан	(гас)
	B_4H_{10} - тетраборан	(течност)
	B_5H_{10} - пентаборан-10	(течност)
	B_5H_{11} - пентаборан-11 и т.н.	(течност)

Наједноставниот боран, BH_3 не е познат.

- Во молекулата на диборанот, B_2H_6 , на располагање се 12 валентни електрони (по три од двата атоми В и шест од водородните атоми). Меѓутоа, во соединението би требало да постојат 7 ковалентни врски! **Како е ова возможно?**



Молекулска структура на B_2H_6



Врската В-Н-В е формирана само со два електрони (еден електронски пар). Тоа е пример за единечна ковалентна врска (еден електронски пар) што поврзува три атоми. Затоа е наречена **трицентрична ковалентна врска**.

Експериментално е докажано дека во молекулата на диборанот постојат два различни видови на водородни атоми. Оние коишто се поврзани со обична ковалентна врска (такви се четири Н атоми) и оние што се поврзани со трицентрична врска (такви се два Н атоми).

- Сите членови на групата градат трихалогениди од типот MX_3 . Трихалогенидите на борот се ковалентни планарни соединенија, со sp^2 хибридизација на атомот на В. Во вода добро се растворуваат и хидролизираат до борна киселина (H_3BO_3 , слаба киселина на борот).
- Сите членови на групата градат оксиди од типот M_2O_3 , како и хидроксиди од видот $\text{M}(\text{OH})_3$ (исклучок е Тl). Киселиот карактер на оксидите опаѓа долж групата. Така на пример, B_2O_3 има само кисели својства, а Al_2O_3 има амфотерни својства. Иако е неочекувано, но Ga_2O_3 има исклучиво кисели својства, додека In_2O_3 и Tl_2O_3 имаат само базни својства. $\text{Tl}(\text{OH})_3$ е непознато соединение.

Бихемија на елементите на IIIA група

Елементите на оваа група немаат особена биохемиска важност.

Од неодамна е покажано дека Al има токсичен ефект и е во врска со болестите на нервното ткиво. Дневно човекот преку храната внесува околу 30 mg Al.

- Количината на Al во човековото тело се проценува на 100 mg/70 kg телесна тежина.

- Токсичноста на Al се поврзува со неговата способност да се врзува со DNA, и тоа со нејзините бази. На тој начин се нарушува структурата на двојна спирала на DNA. Ефектот на Al е спротивен од ефектот на Mg, кој допринесување за стабилизација на нуклеинските киселини, преку електростатски интеракции со фосфатните групи.

Врскајќа на Al со Алцхајмеровата и Паркинсоновата болест

- Алцхајмеровата болест е за прв пат откриена од Луис Алцхајмер во 1907 год. Таа е поврзана со губењето на меморијата на човекот. Се проценува дека оваа болест е еден од најголемите социо-медицински проблеми на развиениот западен свет. Болеста доаѓа ненадејно, кај навидум сосема здрави личности и се карактеризира со просторна и временска дисориентација на личноста, иако нејзината меморија за минатите настани се уште добро функционира. Меѓутоа болеста брзо напредува, и болните не можат да ги препознаат обичните предмети и настани, и наскоро сите аспекти на меморијата значително се нарушуваат. Кај овие пациенти утврдена е зголемена концентрација на Al во одредени регии на мозокот. Во овие делови на мозокот Al е присутен во облик на алумосиликат (сол на алуминиумот со силициумовата киселина, или најчесто со метасилициумовата киселина, H_2SiO_3). Концентрацијата на Al во мозочното ткиво на овие пациенти се движи околу $12 \mu g/g$. Кај здрави личности, концентрацијата на Al во мозочното ткиво обично е помала од $3 \mu g/g$.
- *Паркинсоновата болест се карактеризира со парализа на човековото тело.*