

# ХЕМИЈСКА ЛАБОРАТОРИЈА

## ЕКСПЕРИМЕНТ

ДА ЛИ  
ЗНАТЕ?



Где ради хемичар? На који начин хемичар долази до научних открића?

Када жели нешто да објасни, научник постави питање или уочи проблем. Затим може, али и не мора, да уради полазно **истраживање** и постави **хипотезу**. Постављена хипотеза се проверава експериментом.

### истраживање

– проучавање, сазнавање, анализа

**хипотеза** – претпоставка

**научни закон** – истинити исказ који се односи на неку правилност која постоји у природи

**научна теорија** – хипотеза која је потврђена експериментом

Експеримент или оглед је поступак којим се плански и контролисано изазива одређена појава да би се посматрала, истраживала, пратила и проучавала.

Ако је експеримент добро постављен, могу да се анализирају резултати и донесу закључци, а уколико није, морају да се промене услови експеримента. Када резултати експеримента потврђују хипотезу, поставља се теорија, а из теорије се изводи нови закон. Уколико резултати експеримента не потврђују хипотезу, научник мора поново да се позабави постављеним проблемом и да постави нову хипотезу.

Све ово јесу фазе процеса током којег научник од постављеног питања и уоченог проблема долази до **научне теорије** и **научног закона**. Овај процес се назива научни метод.

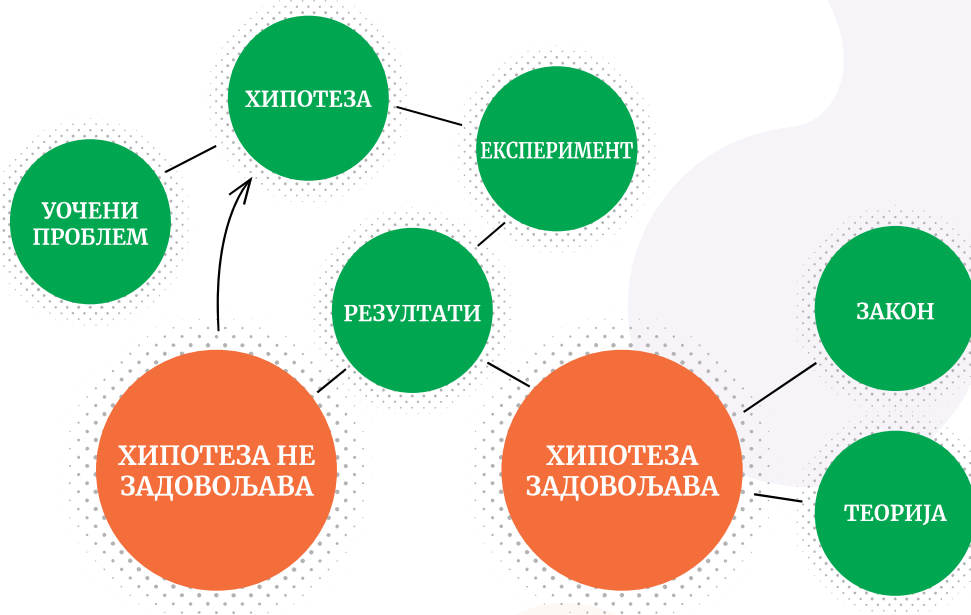


Схема 1. Научни метод



Слика 2.1.1. Рад у хемијској лабораторији

Научник који се бави хемијом – хемичар најчешће ради у хемијској лабораторији.

**Хемијска лабораторија је просторија опремљена инструментима и опремом који хемичару омогућавају да изводи научне експерименте и различита истраживања.**

Поред тога што је добро опремљена, хемијска лабораторија треба да буде пространа и добро проветрена.

Постоје одређена правила која се морају поштовати када се ради у хемијској лабораторији. Правила важе за све лабораторије, па и за вашу лабораторију у школи. Сви који раде у хемијској лабораторији морају бити веома пажљиви и водити рачуна о својој безбедности и безбедности свих присутних. Ученик не сме да ради у лабораторији без надзора наставника.

## Правила понашања у лабораторији

1. Забрањено је конзумирање хране, пића и жвакаћих гума.
2. Током рада морају се носити заштитни мантил, заштитне наочаре и рукавице.



Слика 2.1.2. У лабораторији је строго забрањено конзумирање хране и напитака

3. Дуга коса мора да буде везана, не смеће имати никакав накит који виси и морате бити прикладно обучени.
4. Сви ученици се унапред припремају за експериментални рад. Упознају се с теоријом везаном за тај експеримент, као и с тим шта тачно треба да раде током експеримента.
5. Ученик мора бити упознат са својствима супстанци с којима ће радити пре почетка рада. Неопходно је да зна ознаке на кутијама и флашицама у којима се налазе супстанце да би на правилан начин руковао њима.



отровно



запаљиво



оксидујуће



корозивно



експлозивно



штетно

опасно по  
здрављеопасно по  
околинубиолошка  
опасност

радиоактивно

2.1.3. Ознаке које се налазе на паковањима супстанци јасно су обележене

6. Радно место у лабораторији се одржава чистим и због тога увек морате имати крпу.
7. Током извођења, експеримент се не сме оставити без надзора онога ко га изводи.
8. За експеримент се користе мале количине супстанци: једна кашичица чврстих супстанци и 1 cm<sup>3</sup> течних супстанци (уколико није другачије наглашено у упутству).



Слика 2.1.4. У лабораторији је веома важно поштовати утврђена правила понашања

9. За узимање чврстих супстанци увек се користе чисте кашичице.
10. Вишак супстанци не смеће бацати у сливник или враћати у реагенс боце, већ одложити у за то предвиђене посуде.
11. Уколико се током рада проспе супстанца по радном месту или по поду, одмах мора бити обрисана. У случају да се просула запаљива и испарљива супстанца, треба одмах угасити све изворе топлоте.
12. Током загревања супстанци у епрувети, отвор епрувете окрените ка зиду, а не према себи или некој другој особи.
13. Мирис супстанце испитује се махањем руке изнад отвора посуде и усмеравањем паре супстанце ка носу. Никада не смеће директно мирисати супстанце. Укус супстанци се не испитује!
14. Експерименте у којима се развијају гасови који имају непријатан мирис или су отровни морате изводити у посебном делу лабораторије, у капели или **дигестору**.
15. По завршетку рада, радно место мора бити чисто, посуђе опрано и сложено, а коришћене супстанце одложене на место. У свакој лабораторији постоји ормарић за прву помоћ. Упутства за пружање прве помоћи у случају незгоде у лабораторији дата су на страни 16. у Збирци задатака са лабораторијским вежбама и треба да се упознате с њима пре почетка рада у лабораторији.



Слика 2.1.5. Дигестор или капела



**дигестор** (капела) – издвојени део лабораторије, опремљен ефикасним системом за вентилацију

*Хемичар ради у хемијској лабораторији.*

*До научних открића хемичар најчешће долази експериментима. Експеримент је само једна од фаза научног метода.*

## Проверите своје знање

1. Шта је експеримент?
2. Која су основна правила којих би требало да се придржавате током рада у хемијској лабораторији?
3. Које фазе пролази научник од тренутка када уочи проблем до постављања научног закона?
4. Шта ће урадити научник уколико се испостави да његова хипотеза није исправна?
5. Нацртајте како се обележава флашица у којој се налази отровна и запаљива супстанца.
6. Уочите неправилности у Јованином понашању: Јована је ушла у лабораторију пре наставника/наставнице, скинула је јакну и почела да ради. У епрувету је сипала три кашичице чврсте супстанце и додала је воду. Почела је да загрева епрувету чији је отвор окренула ка себи да би боље видела шта ће се догодити.



# ЛАБОРАТОРИЈСКО ПОСУЂЕ И ПРИБОР

ДА ЛИ  
ЗНАТЕ?

*Шта све користи хемичар током рада у лабораторији? Да ли чашу за воду можете да користите за експерименте? Објасните свој одговор.*

Током рада у лабораторији користите различито посуђе и прибор. Лабораторијско посуђе је направљено од стакла, пластике или порцелана и служи за извођење експеримената или за чување супстанци.

## ЛАБОРАТОРИЈСКО ПОСУЂЕ



**Епрувета** – стаклена (или пластична) посуда цилиндричног облика која служи за извођење хемијских реакција с малим количинама супстанци. Стаклена епрувета се загрева директно у пламену.



**Лабораторијска чаша** – стаклена посуда која се користи за извођење експеримената с већим количинама супстанце, за растварање, за непрецизно одмеравање запремине течности. Има обележене подељке и може бити различитих запремина. Стаклена лабораторијска чаша загрева се на решоу или преко керамичке мрежице на пламенику.

?

**конусни  
облик** –  
облик купе



**Ерленмајер** – стаклена посуда **конусног облика** која служи за извођење експеримената с већим количинама супстанце, за мешање, за непрецизно одмеравање запремине течности. Има обележене подеоке и може бити различитих запремина; загрева се директно на решоу или преко керамичке мрежице на пламенику.



**Мензура** – стаклени цилиндрични суд с подеоцима којим се одмерава запремина течности.



**Реагенс боца** – стаклена боца са запушачем у којој се чувају супстанце. Свака реагенс боца мора бити правилно обележена, то јест треба да има назив и формулу супстанце која се у њој налази.



**Пипета** – стаклена цев с подеоцима која служи за одмеравање запремине течности. Вредности запремине на скали наведене су одозго наниже. Трбушасте пипете служе само за одмеравање одређене и назначене запремине течности.



**Левак** – стаклена посуда која се користи у апаратури за цеђење. Левак служи и за пресипање течности.



**Сахатно стакло** – стаклена посуда на којој се одмерава маса супстанце или се она испитује. Користи се за извођење реакција с малом количином супстанци и као поклопац за лабораторијску чашу и ерленмајер.



**Стаклени штапић** – служи за мешање течних супстанци. Помоћу њега се сипа течност тако што се слива низ штапић.



**Аван с тучком** – порцелански суд се користи за ситњење чврсте супстанце. Никада се не загрева!



**Порцеланска шоља** – суд у којем се загревају и из којег испаравају супстанце.





У хемијским лабораторијама често се користе и стаклени балон, кондензатор (хладњак), бирета, Петријева шоља, лула, тигл и друго.

Лабораторијски прибор олакшава извођење експеримената, а може бити направљен од дрвета, метала, пластике, стакла или гуме.

### ЛАБОРАТОРИЈСКИ ПРИБОР



**Статив и клеме** су метални прибор и на њих се причвршћују остали делови апаратуре. Они су основа сваке апаратуре у лабораторији.



**Троножац** на који се стави керамичка мрежица, а испод њега постави шпиритусна лампа, служи за загревање супстанци. Керамичка мрежица (стари назив азбестна мрежица) користи се за равномерно ширење топлоте на дну посуде коју загревамо.



**Дрвена штипаљка** служи за држање епрувете током загревања.



**Машице** се употребљавају за држање врућег стакленог или порцеланског посуђа.



**Пинцета** је неопходна за хватање малих предмета (нпр. опиљака, парчића фолије и сл.).



**Сталак за епрувете** може бити од метала, пластике или дрвета и служи за одлагање епрувета.



**Шприц боца** је пластична боца у којој се налази дестилована вода.

Током рада у хемијској лабораторији хемичар уиошребљава хемијско посуђе и прибор.

Чаша за воду не може да се користи у хемијској лабораторији. Хемијско посуђе је направљено од посебних материјала (на пример посебна врста стакла) и има одређена својства.

Сада  
знамо

### Проверите своје знање

1. Од ког материјала су направљени хемијско посуђе и хемијски прибор?
2. Шта је епрувета и за шта се користи?
3. Могу ли посуђе и прибор који су направљени од пластике да се загревају? Објасните свој одговор.
4. Које је агрегатно стање супстанци које се чувају у реагенс боцама?
5. Од чега зависи да ли је хемијско посуђе направљено од стакла, порцелана или пластике?
6. Зашто се лабораторијско посуђе прави од посебне врсте стакла? Претпоставите која би својства то стакло требало да има.

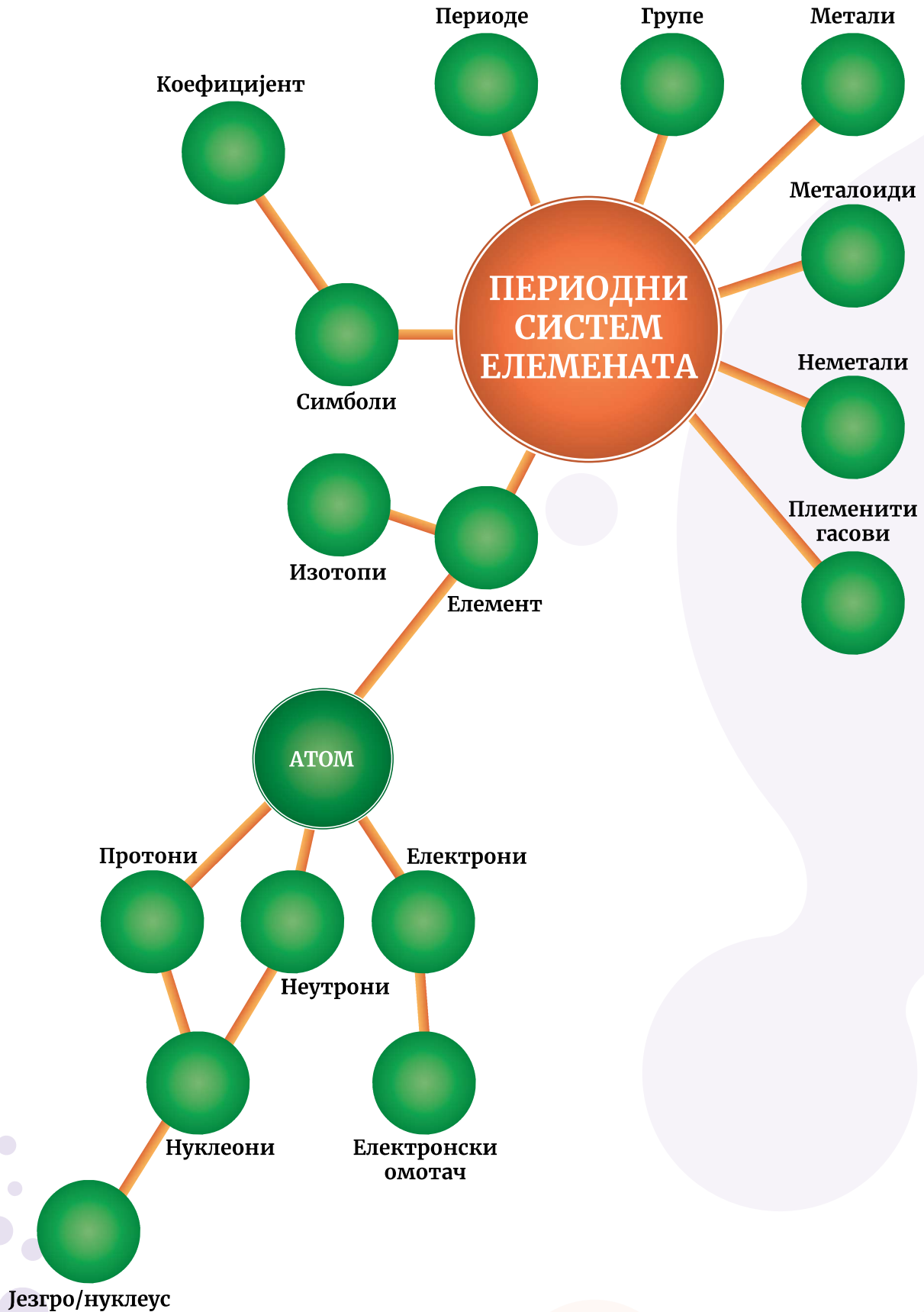


### Истражите и запишите

У школској лабораторији пронађите посуђе и прибор који нису наведени у уџбенику, па помоћу интернета сазнајте чему они служе. Скицирајте тај прибор у свеску и опишите његову намену.







# МОЛЕКУЛИ ЕЛЕМЕНАТА И ЈЕДИЊЕЊА, ЈОНИ И ЈОНСКА ЈЕДИЊЕЊА



# КОВАЛЕНТНА ВЕЗА:

## МОЛЕКУЛИ ЕЛЕМЕНАТА И МОЛЕКУЛИ ЈЕДИЊЕЊА

### ДА ЛИ ЗНАТЕ?

*У ваздуху који удишемо налази се кисеоник. Да ли се тај елемент налази у облику атома или неких других честица? Које су разлике, а које су сличности између воде и азота?*

Научили смо да племенити гасови имају потпуно попуњен валентни ниво и да су због тога изузетно стабилни. Атоми који немају попуњен валентни ниво теже да то на неки начин постигну, јер тиме добијају већу стабилност. Атоми постају стабилни на два начина. Прво, удружују се и тако настају нове честице – молекули. С друге стране, могу да приме и отпусте електроне и на тај начин се стварају нове честице – јони. Унутар молекула и између јона постоје силе које те честице држе на окупу.

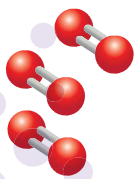
Хемијске везе су привлачне силе које држе атоме и јоне на окупу.

Хемијска веза може бити ковалентна и јонска.

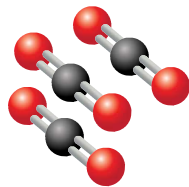
Ковалентна веза је веза која настаје између атома два неметала.

Формирањем ковалентне везе између атома неметала настају нове честице – молекули.

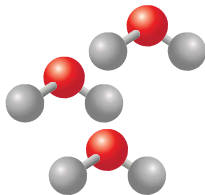
Неметали су: водоник (H), угљеник (C), азот (N), кисеоник (O), флуор (F), фосфор (P), сумпор (S), хлор (Cl), бром (Br) и јод (I).



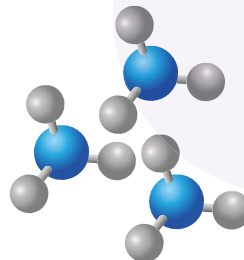
кисеоник



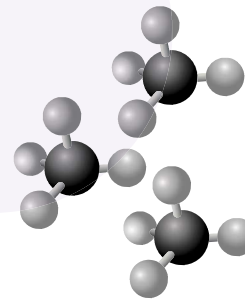
угљен-диоксид



вода



амонијак

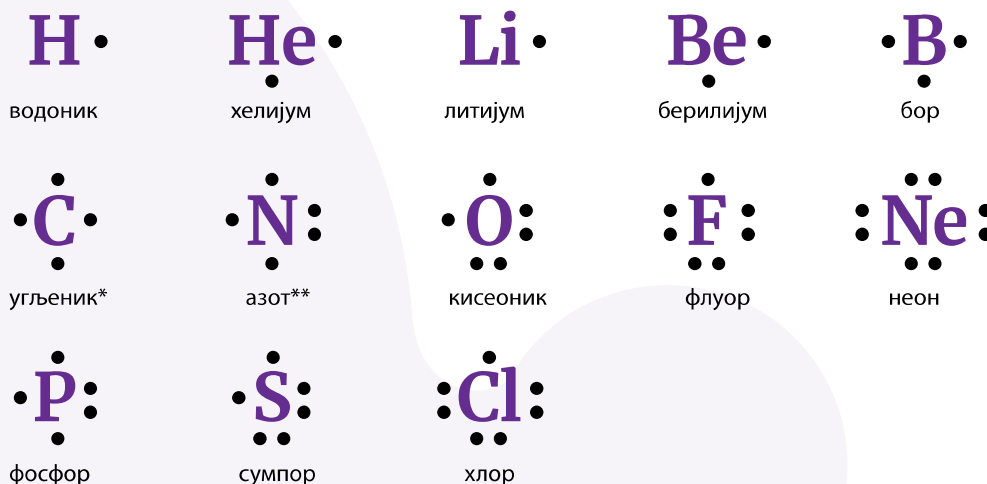


метан

Слика 4.1.1. Молекули различитих елемената и једињења

**Ковалентна веза може бити неполарна и поларна.**

Да бисмо схематски приказали настајање ковалентне везе, користићемо Луисове симболе. Они су састављени од хемијског симбола елемента, око кога су на све четири стране (горе, десно, доле и лево) распоређене тачкице које означавају валентне електроне. Дакле, колико има тачкица – толико има валентних електрона у датом атому. Тачкице се распоређују тако да буде максималан број неспарених електрона. На пример:



\* максимални број (4) неспарених тачкица – електрона

\*\* пета тачкица – електрон мора да буде спарен (пета тачкица се придружује једној од постојеће четири, неспарене тачкице и није важно којој од њих се придружује)

Слика 4.1.2. Луисови симболи атома неких елемената

Атом водоника ( ${}^1\text{H}$ ) има један електрон: К 1. Да би био стабилан, њему су потребна два електрона на последњем енергетском нивоу (како би имао распоред електрона као њему најближи племенити гас хелијум: К 2). Стога ће се два атома водоника удружити и градити молекул водоника.

Веза настаје тако што сваки атом водоника даје свој електрон и на тај начин настаје заједнички електронски пар који припада и једном и другом атому подједнако. Заједнички електронски пар чине два електрона, по један електрон од два атома који граде везу.

Настајање везе у молекулу водоника можемо схематски приказати на следећи начин:



Слика 4.1.3. Настајање везе у молекулу водоника

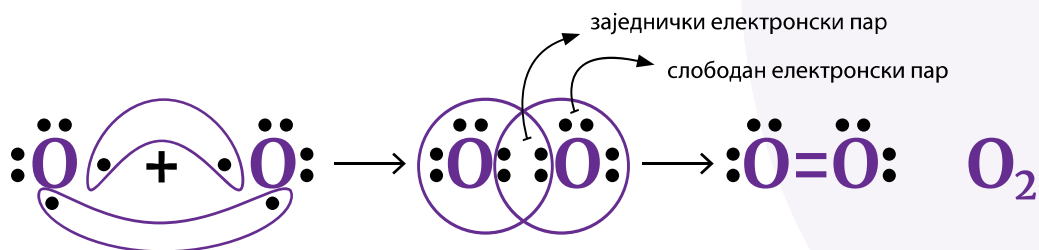
Сваком атому водоника сада припадају два електрона (дублет) и постигнута је стабилност атома.

**Ковалентна веза која настаје између два атома истог елемента јесте неполарна ковалентна веза.**

Атом кисеоника ( ${}_8\text{O}$ ) има осам електрона: К 2 L 6, од којих је шест валентних. Да би био стабилан, њему је потребно осам електрона (како би имао распоред електрона као њему најближи племенити гас неон: К 2 L 8). Два електрона која му недостају на последњем енергетском нивоу „добиће“ од другог атома кисеоника с којим се удружује – гради хемијску везу, тако да ће два атома кисеоника градити молекулу кисеоника.

Веза настаје тако што сваки атом кисеоника даје своја два валентна електрона, па тако настају два заједничка електронска пара који припадају и једном и другом атому подједнако.

Настајање везе у молекулу кисеоника можемо схематски приказати на следећи начин:



Слика 4.1.4. Настајање везе у молекулу кисеоника

Сваком атому кисеоника сада припада осам електрона (октет) и постигнута је стабилност атома. Од осам електрона, четири се налазе у два заједничка електронска пара, а четири у два слободна електронска пара, који припадају само једном атому кисеоника.

Атом азота ( ${}_7\text{N}$ ) има седам електрона: К 2 L 5, од којих је пет валентних. Да би био стабилан, њему је потребно осам електрона (како би имао распоред електрона као њему најближи племенити гас неон: К 2, L 8). Три електрона која у последњем енергетском нивоу недостају да би имао попуњене све енергетске нивое добиће грађењем хемијских веза с другим атомом азота. Два атома азота граде молекулу азота.

Веза настаје тако што сваки атом азота даје своја три валентна електрона и на тај начин се стварају три заједничка електронска пара који припадају и једном и другом атому подједнако.

Настајање везе у молекулу азота можемо схематски приказати на следећи начин:



Слика 4.1.5. Настајање везе у молекулу азота

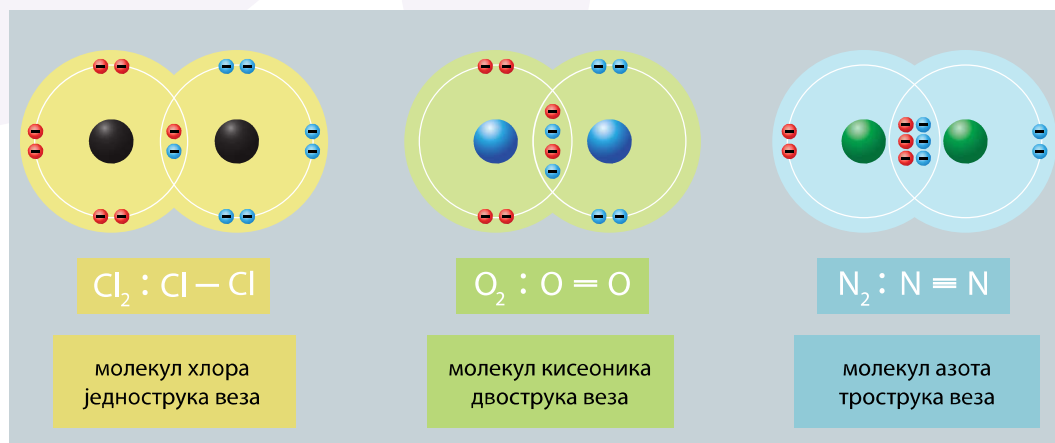
Сваком атому азота сада припада осам електрона (октет) и постигнута је стабилност атома. Од осам електрона, шест се налази у три заједничка електронска пара, а два у једном слободном електронском пару.

Уколико током настајања ковалентне везе дође до формирања једног заједничког електронског пара, такву везу називамо једнострука ковалентна веза. Ако у вези учествују два заједничка електронска пара, то је двострука веза, а уколико настају три заједничка електронска пара, веза је трострука.

Колико заједничких електронских парова настаје, зависи од броја електрона који недостају атому да би валентни ниво био попуњен. Атом удружује онолико електрона колико му недостаје за потпуно попуњен валентни ниво.

Грађењем неполарне ковалентне везе између атома истих елемената настају молекули елемената.

Водоник, азот, кисеоник, флуор, хлор, бром и јод увек се налазе у облику двоатомних молекула. Као што елементе и њихове атоме означавамо симболима, тако молекуле означавамо формулама. Формуле горе наведених **двоатомних молекула** јесу:  $H_2$ ,  $N_2$ ,  $O_2$ ,  $F_2$ ,  $Cl_2$ ,  $Br_2$  и  $I_2$ .



Слика 4.1.6. Једнострука, двострука и трострука ковалентна веза

Хемијска веза може да настане и између атома два различита елемента.



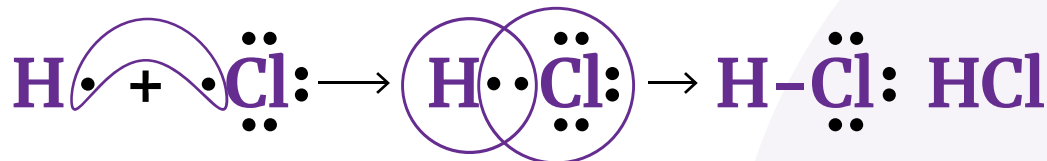
**Двоатомни молекул** – молекул који је изграђен од два атома



Атом водоника ( ${}_1\text{H}$ ) који има један валентни електрон (и недостаје му још један за попуњен валентни ниво) може да гради везу с атомом хлора ( ${}_{17}\text{Cl}$ ). Атом хлора има седам валентних електрона (К 2 L 8 M 7), што значи да и њему недостаје један електрон за попуњен валентни ниво.

Веза између ова два атома настаје тако што ће сваки „уложити“ по један електрон и настаће заједнички електронски пар.

Настајање везе можемо схематски приказати на следећи начин:



Слика 4.1.7. Настајање везе у молекулу хлороводоника

На схеми се види да водоник има два електрона из заједничког електронског пара, а хлор има осам електрона, два из заједничког електронског пара и шест из три слободна електронска пара. Оба атома су на овај начин постигла своју стабилност.

Формирањем ове везе настаје молекул, који у свом саставу има један атом водоника и један атом хлора. Формула овог молекула је  $\text{HCl}$ .

**Ковалентна веза која настаје између два атома различитих елемента јесте поларна ковалентна веза.**

Грађењем поларне ковалентне везе између атома различитих елемената настају молекули једињења.

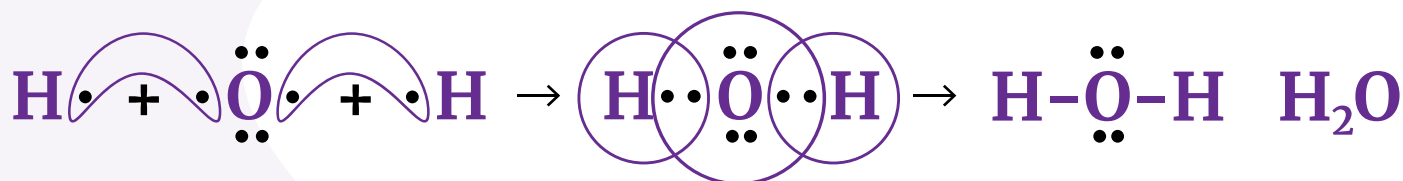
**Једињење је сложена чиста супстанца. Једна врста честица од којих могу да буду изграђена једињења јесу молекули, који се састоје од атома различитих елемената.**

Једињење које је настало формирањем везе између атома водоника и хлора и чија је формула  $\text{HCl}$  назива се хлороводоник.

Атом водоника ( ${}_1\text{H}$ ) који има један валентни електрон (и недостаје му још један за попуњен валентни ниво) може да гради везу с атомом кисеоника ( ${}_8\text{O}$ ). Атом кисеоника има шест валентних електрона (К 2 L 6), што значи да му недостају два за попуњен валентни ниво.

С обзиром на то да кисеонику недостају два електрона, његов атом мора да формира две ковалентне везе, с два атома водоника. На тај начин настају два заједничка електронска пара.

Настајање везе може се схематски приказати на следећи начин:



Слика 4.1.8. Настајање везе у молекулу воде

На схеми се види да оба атома водоника имају по два електрона из заједничког електронског пара, а кисеоник има осам електрона, два из сваког заједничког електронског пара и четири из два слободна електронска пара. Сва три атома су на овај начин постигла своју стабилност.

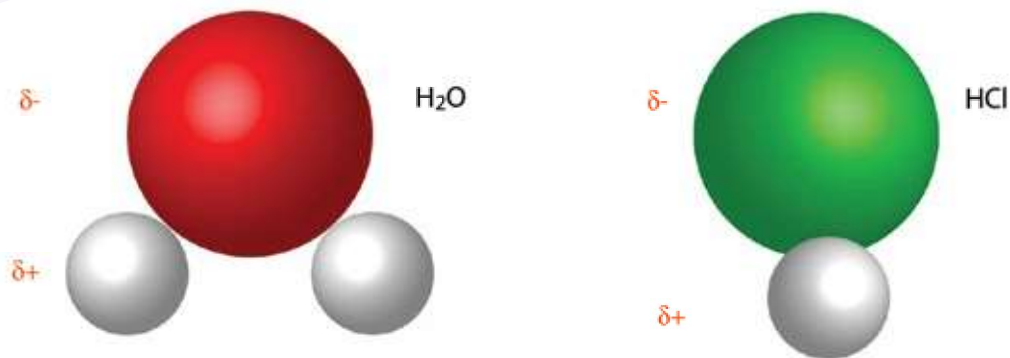
У формирању молекула учествовала су два атома водоника и један атом кисеоника. Формула овог једињења је  $\text{H}_2\text{O}$  и назива се вода.

**Мали број који се налази иза симбола елемента назива се индекс. Индекс означава број атома неког елемента у молекулу једињења.**

Атом неког елемента формираће онолико ковалентних веза колико му електрона недостаје да би имао потпуно попуњен валентни ниво.

Неполарну ковалентну везу граде атоми истог неметала и заједнички електронски пар је равномерно удаљен од оба језгра. Када ковалентну везу граде атоми различитих елемената, језгро једног од атома ће више привући заједнички електронски пар. Тај део молекула биће делимично негативан, док ће други део бити делимично позитиван. Тако настају два пола и зато везу називамо поларном ковалентном везом.

**Молекул који је настао формирањем поларне ковалентне везе и при томе је настао позитивни и негативни пол назива се дипол.**



Слика 4.1.9. Примери за диполе:  $\text{H}_2\text{O}$  и  $\text{HCl}$

Сада  
знамо

Кисеоник се у природи јавља у облику молекула. Његови молекули се састоје од два атома. Дакле, ми удишемо двоатомне молекуле кисеоника.

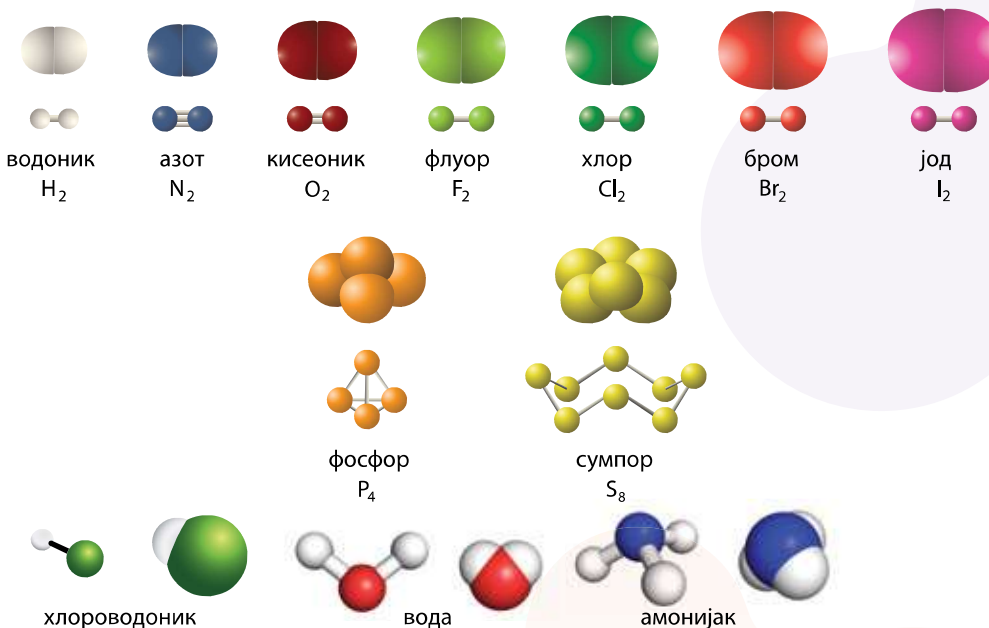
Азот и вода се у природи налазе у облику молекула. Разлика је у томе што се молекул азота састоји од атома истог елемента (молекул елемента), а молекул воде од атома различитих елемената (молекул једињења).

## Проверите своје знање

1. Шта је хемијска веза и који типови хемијске везе постоје?
2. Како се дели ковалентна веза и на основу чега?
3. Одредите да ли су везе које настају у следећим молекулима поларне или неполарне ковалентне везе:  $N_2$ ,  $HBr$ ,  $H_2S$ ,  $CO_2$ ,  $H_2$ ,  $I_2$ .
4. Луисовим симболима прикажите настајање везе у молекулу флуора ( $_9F$ ).
5. На примеру настајања везе у молекулу амонијака ( $NH_3$ ) објасните како долази до формирања ковалентне везе (користите ПСЕ).
6. Луисовим симболима прикажите настајање везе између атома водоника ( $_1H$ ) и угљеника ( $_6C$ ).

## Пројекат

Од пластелина направите моделе молекула с неполарном и поларном ковалентном везом. Можете такође користити чачкалице да прикажете да ли је веза у молекулу једнострука, двострука или трострука. Као примере неполарне ковалентне везе можете изабрати: водоник, азот, кисеоник, флуор, хлор, бром, јод, фосфор или сумпор. Као примере поларне ковалентне везе изаберите хлороводоник ( $HCl$ ), воду ( $H_2O$ ) или амонијак ( $NH_3$ ).



## АТОМСКА И МОЛЕКУЛСКА

# КРИСТАЛНА РЕШЕТКА

*Наведи разлике и сличности између графита и дијаманта. У чему се разликују, а у чему су слични још и шећер?*

ДА ЛИ  
ЗНАТЕ?

Супстанце се могу налазити у гасовитом, течном и чврстом агрегатном стању. Код супстанци у чврстом агрегатном стању силе привлачења између честица које је изграђују су јаке и те се честице не крећу (као код гасова и течности). Чврсте супстанце имају сталан облик и запремину. Супстанце које се налазе у чврстом агрегатном стању могу поседовати неуређену или уређену структуру.



Супстанце чија је структура уређена називамо кристалним супстанцама.

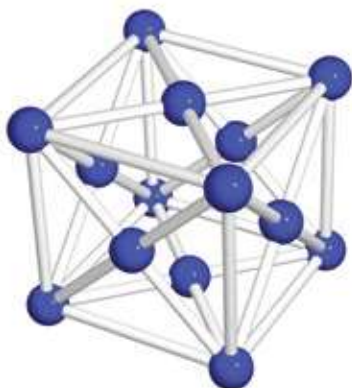
**Правилан распоред честица од којих је изграђена супстанца, а који се понавља у простору назива се кристална решетка.**

Својства и облик кристалне решетке зависе од честица (које улазе у њен састав) и од њиховог распореда у простору.

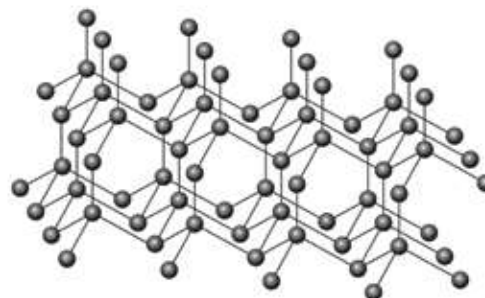
Атомску кристалну решетку формирају чврсте супстанце уређене структуре код којих је основна изграђивачка честица атом. Атомску кристалну решетку поседују сви метали (осим живе), а од неметала угљеник.

Атоми угљеника граде два различита распореда: графит и дијамант. Они су пример велике разлике у својствима супстанци изграђених од атома исте врсте који имају различит распоред у простору.

Постоји још агрегатних стања. Једно од њих је Бозе-Ајнштајнов кондензат – најхладније место у целом свемиру које може да се добије и у лабораторији кад се сви атоми охладе, скоро до  $-273\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

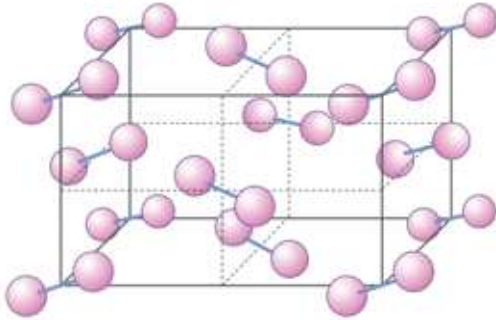


Слика 4.2.1. Атомске кристалне решетке метала: гвожђе



Слика 4.2.2. Атомске кристалне решетке неметала: дијамант

Чврсте супстанце уређене структуре код којих је основна изграђивачка честица молекула формирају молекулску кристалну решетку. Ову решетку могу формирати молекули елемената: јода ( $I_2$ ), сумпора ( $S_8$ ), фосфора ( $P_4$ ), као и молекули једињења: на пример, лед, шећер и други.



Слика 4.2.3. Молекулска кристална решетка елемента: јод

Сада  
знамо

*Графит и дијамант су облици истог елемента – угљеника. Њихова својства се потпуно разликују, а то зависи од различитог распореда атома у кристалној решетки.*

*Јод и шећер граде молекулске кристалне решетки, али се разликују у томе што је основна честица код јода молекул елемента, а код шећера молекул једињења.*

### Проверите своје знање

1. Шта су кристалне решетки? Које честице изграђују атомску, а које молекулску кристалну решетку?
2. Наведите по три примера за атомску и молекулску кристалну решетку.
3. Објасните сличности и разлике између кристалне решетки фосфора и леда.
4. Образложите разлике између кристалне решетки сумпора и натријума.
5. Може ли различитост у кристалној решетки да изазове значајне разлике у својствима елемената или једињења? Уколико може, наведите пример.
6. Да ли жива, као метал, гради атомску кристалну решетку?

### Пројекат

Од пластелина и чачкалица направите модел атомске кристалне решетки бакра и графита (на интернету пронађите какав је распоред атома у њима) или нешто сложенији гвожђа и дијаманта. Покушајте да направите молекулску кристалну решетку јода, тако што ћете спојити по две куглице од пластелина а затим их повезати чачкалицом.

## ЈОНСКА ВЕЗА И ЈОНСКА

# КРИСТАЛНА РЕШЕТКА

Да ли је могуће да су све сујстџанце изџраћене само од аџома и молекула? Со и шећер се добро расџварају у води – џо џома су слични. Посџоје ли својсџива џо којима се разликују, зашџо?

ДА ЛИ  
ЗНАТЕ?

Веа којом се спајају атоми два иста или два различита неметала назива се ковалентна веа. Размислите како се везују елементи уколико је један од њих неметал, а други метал? Да би настала веа између метала и неметала, неопходно је да настану нове честице које називамо јони.

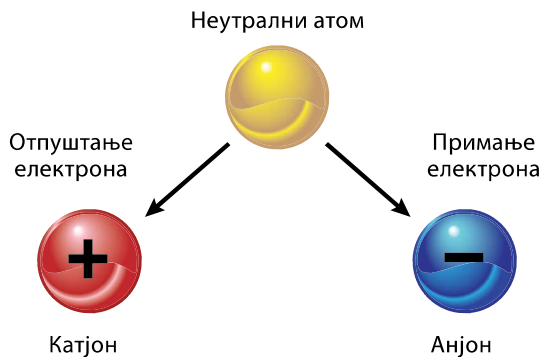
Јони су честице које настају када атоми отпусте или приме један валентни електрон или више њих.

Уколико атом отпусти електроне, настаје позитивно наелектрисан јон – катјон.

Ако атом прими електроне, настаје негативно наелектрисан јон – анјон.

Атоми метала отпуштају електроне, а атоми неметала примају електроне. Број електрона које отпусти метал и које прими неметал морају бити исти.

Атом натријума  ${}_{11}\text{Na}$  има један валентни електрон (К 2 L 8 М 1). Да би постигао стабилност (а то значи потпуно попуњен последњи ниво), треба да отпусти валентни електрон те тако настаје катјон (К 2 L 8), који је једном позитивно наелектрисан.



Слика 4.3.1. Настајање јона од атома



Атом хлора  ${}_{17}\text{Cl}$  има седам валентних електрона (К 2 L 8 М 7). Како би постигао стабилност (потпуно попуњен последњи ниво), неопходно је да прими један електрон чиме настаје анјон (К 2 L 8 М 8), који је једном негативно наелектрисан.

Између позитивно и негативно наелектрисаних јона, катјона и анјона долази до електростатичког привлачења.

Електростатичко привлачење катјона натријума и анјона хлора може се приказати схематски, на следећи начин:



Слика 4.3.2. Настајање јона и формирање јонске везе у NaCl

**Јонска веза је електростатичко привлачење између позитивно и негативно наелектрисаних јона, катјона и анјона.**

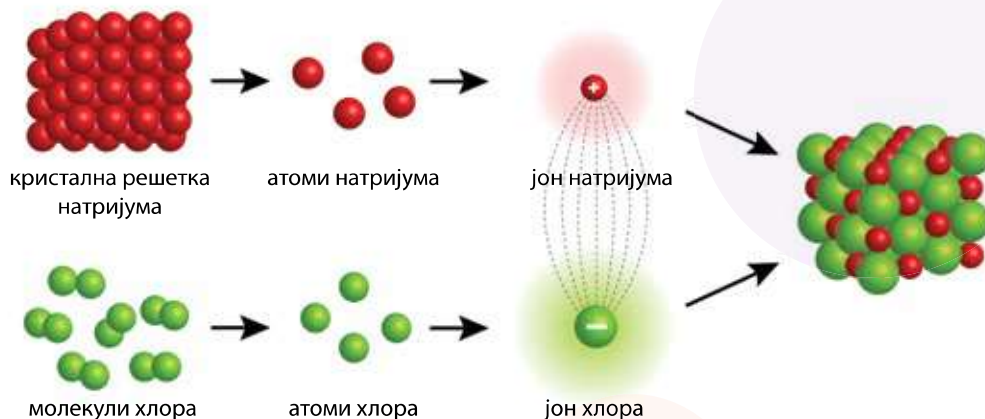
Формирањем јонске везе настају једињења.

Једињење које се ствара привлачењем јона натријума и хлора има формулу NaCl, а назив му је натријум-хлорид (кухињска со).

**Једињење је сложена чиста супстанца која се састоји од молекула или јона (различитог наелектрисуња).**

Атом литијума  ${}_{3}\text{Li}$  има један валентни електрон (К 2 L 1). За постизање стабилности (потпуно попуњен последњи ниво), мора да отпусти валентни електрон, па тако настаје катјон (К 2), који је само једном позитивно наелектрисан.

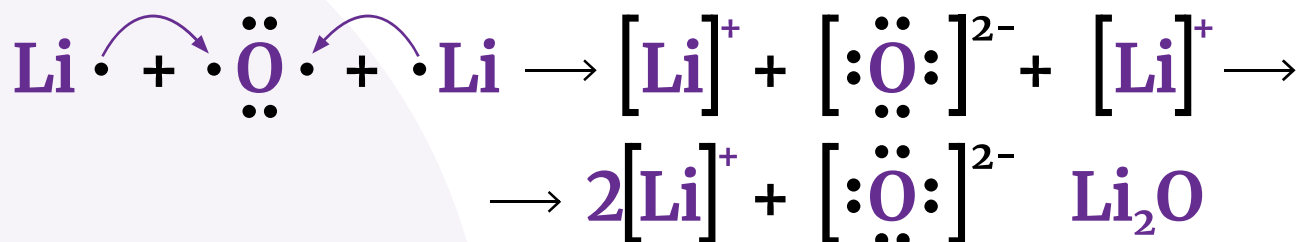
Атом кисеоника  ${}_{8}\text{O}$  има шест валентних електрона (К 2 L 6). Зарад постизања стабилности (потпуно попуњен последњи ниво), неопходно је да прими два електрона. Тако ће настати анјон (К 2 L 8), који је два пута негативно наелектрисан.



Слика 4.3.3. Настајање јона, формирање јонске везе у NaCl и стварање кристалне решетке NaCl

Да би атом кисеоника примио два електрона, два атома литијума морају да отпусте по један електрон (дакле укупно два). То значи да ће доћи до електростатичког привлачења два катјона литијума (сваки од њих је једном позитивно наелектрисан) и једног анјона кисеоника (два пута негативно наелектрисаног).

Електростатичко привлачење катјона литијума и анјона кисеоника може се приказати схематски:



Слика 4.3.4. Настајање јона и формирање јонске везе у  $\text{Li}_2\text{O}$

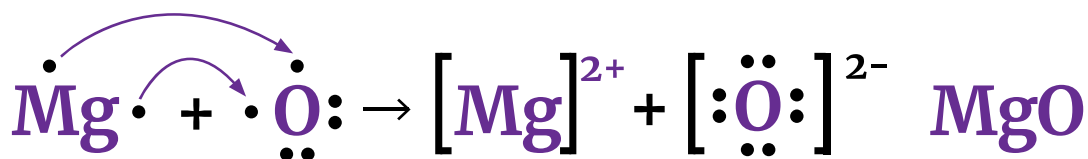
Једињење које настаје има формулу  $\text{Li}_2\text{O}$ , а његов назив је литијум-оксид.

Атом магнезијума  $_{12}\text{Mg}$  има два валентна електрона (К 2 L 8 М 2). Да би постигао своју стабилност (потпуно попуњен последњи ниво), треба да отпусти два валентна електрона. Тако настаје катјон (К 2 L 8), који је два пута позитивно наелектрисан.

Атом кисеоника  $_{8}\text{O}$  има шест валентних електрона (К 2 L 6). За постизање стабилности (потпуно попуњен последњи ниво) неопходно је да прими два електрона, чиме ће настати анјон (К 2 L 8), који је два пута негативно наелектрисан.

Током формирања везе, атом магнезијума отпушта два електрона, које атом кисеоника прима.

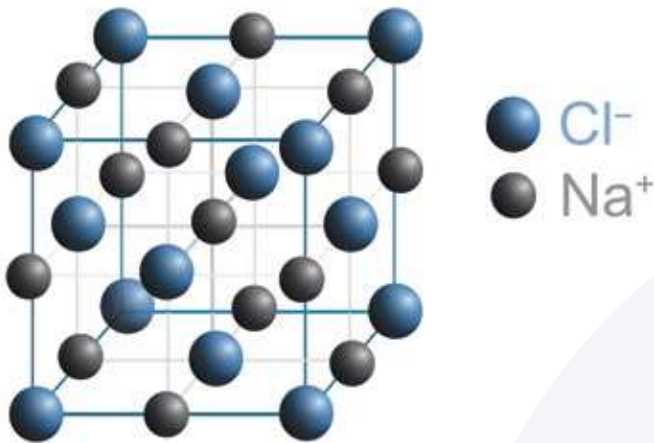
Електростатичко привлачење катјона магнезијума и анјона кисеоника може се приказати схематски:



Слика 4.3.5. Настајање јона и формирање јонске везе у  $\text{MgO}$

Једињење које настаје има формулу  $\text{MgO}$  и назива се магнезијум-оксид.

Видели смо да елементи и једињења чврстог агрегатног стања, који поседују уређену структуру а састоје се од атома, односно молекула, имају атомску, односно молекулску кристалну решетку. Једињења настала формирањем јонске везе имају јонску кристалну решетку. Основна честица грађе јонске кристалне решетке јесу јони између којих владају силе привлачења.



Слика 4.3.6. Јонска кристална решетка NaCl

Од свих типова кристалних решетки у јонској су најјаче силе које држе градивне честице. Због такве грађе јонске кристалне решетке, сва јонска једињења (једињења настала формирањем јонске везе) налазе се у чврстом агрегатном стању. Температуре топљења и кључања код једињења с јонском везом више су него температуре код једињења с ковалентном везом.

### Сада знамо

*Суйсџанце нису изџрађене само од аџома и молекула, већ џосџоје и суйсџанце чије су основне изџрађивачке Chesџице јони.*

*Кухињска со и шећер се добро расџварају у води, али осџала својсџива им се знаџно разликују: џемџераџура џоџљења, џемџераџура кључања, шећер се џриликом заџревања уџљенише, а со не саџорева. Разлоџ џоме је различиџ џиџ везе у наведеним једињењима. У шећеру је засџуџљена џоларна коваленџна веза, а у соли јонска (веза између јона наџријума и хлора).*

### Проверите своје знање

1. Како настају јони?
2. Шта су анјони, а шта катјони?
3. Да ли је у јонском једињењу увек исти број катјона и анјона? Да ли катјон и анјон (појединачно) имају исто наелектрисање?
4. Уколико имате два кристала, од којих је један молекулско а други јонско једињење, како ћете одредити који је кристал који?
5. Прикажите како се формира веза између литијума и флуора, као и између јона натријума и сумпора (користите у оба случаја ПСЕ).

### Пројекат

Од пластелина и чачкалица направите модел јонске кристалне решетке натријум-хлорида, NaCl. За јоне натријума и хлора користите две различите боје пластелина. Потрудите се да јони хлора буду већи од јона натријума.

# ВАЛЕНЦА.

## ХЕМИЈСКЕ ФОРМУЛЕ И НАЗИВИ

*Размислиће да ли је свеједно ако као формулу уљен-диоксида напишемо  $\text{CO}$  или  $\text{CO}_2$ . Да ли можемо да напишемо и  $\text{CO}_3$ ?*

ДА ЛИ  
ЗНАТЕ?

Атоми различитих елемената могу да граде различити број хемијских веза.

У једињењима:  $\text{HCl}$  (хлороводоник),  $\text{H}_2\text{O}$  (вода),  $\text{NH}_3$  (амонијак) и  $\text{CH}_4$  (метан), атоми хлора, кисеоника, азота и угљеника с водоником граде различит број хемијских веза: једну везу, две, три, односно четири везе.

**Број атома водоника са којим неки елемент остварује хемијску везу назива се валенца.**

Валенца је практично број електрона елемента који учествује у стварању хемијске везе (број веза који се формира). Када се одређује валенца елемената који граде ковалентну везу, узима се у обзир број електрона у заједничким електронским паровима. Уколико су у питању јонска једињења, валенцу елемената одређује број отпуштених, односно примљених електрона приликом настајања јона.

Валенца је увек цео број, означава се римским бројем и може имати вредност од I до VIII. Она се означава изнад хемијског симбола елемента у неком једињењу.

У претходним примерима водоник и хлор су једновалентни, кисеоник дво-валентан, азот тровалентан, а угљеник четворовалентан.

**Валентност је способност елемента да се једини с другим елементима (да гради хемијске везе).**

Елементи могу имати сталну и променљиву валенцу. Атоми елемената који имају сталну валенцу увек граде исти број веза.

**Сталну валенцу имају следећи елементи:**

Водоник	I
Елементи 1. групе ПСЕ	I
Сребро	I
Флуор	I
Кисеоник	II
Елементи 2. групе ПСЕ	II
Цинк	II
Алуминијум	III

**Остали елементи имају променљиву валенцу, на пример:**

Угљеник	II или IV
Азот	I, II, III, IV или V
Фосфор	III или V
Сумпор	II, IV или VI
Хлор	I, III, V или VII

**ОДРЕЂИВАЊЕ ВАЛЕНЦЕ НА ОСНОВУ ФОРМУЛЕ**

Ако је позната формула једињења и уколико постоји један елемент сталне валенце, могу се одредити валенце елемената који чине дато једињење.

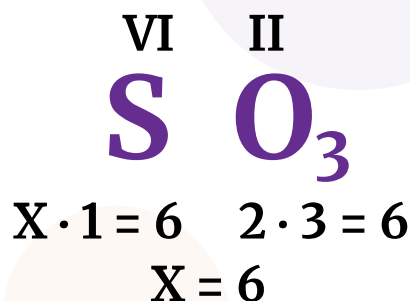
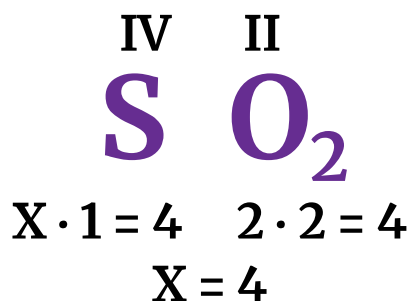
Производ броја честица првог елемента и његове валенце једнак је производу броја честица другог елемента и његове валенце.

○ Сумпор гради два једињења с кисеоником. Формуле тих једињења су:  $\text{SO}_2$  (сумпор-диоксид) и  $\text{SO}_3$  (сумпор-триоксид).

С обзиром на то да кисеоник има сталну валенцу – II, то значи да у једињењу:

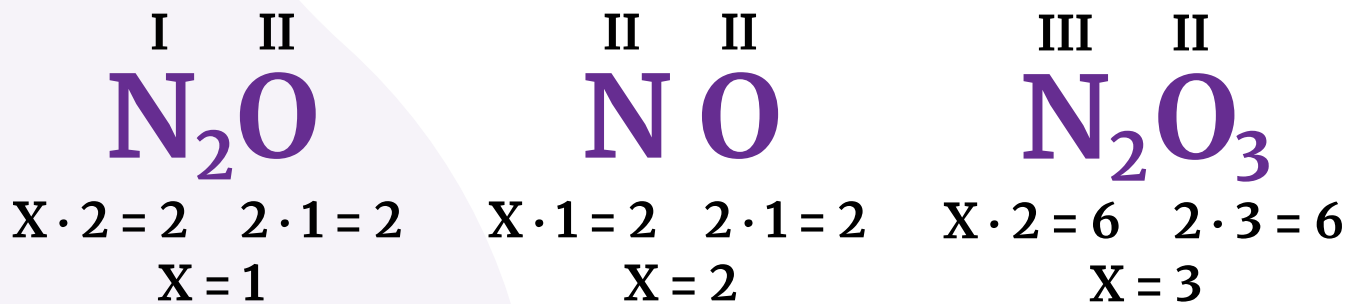
$\text{SO}_2$ : производ броја атома кисеоника (2) и његове валенце (II) једнак је 4. Такође и производ броја атома сумпора (1) и његове валенце (непозната) мора бити 4. Стога је валенца сумпора IV.

$\text{SO}_3$ : производ броја атома кисеоника (3) и његове валенце (II) једнак је 6. Исто тако и производ броја атома сумпора (1) и његове валенце (непозната) мора бити 6, па је зато валенца сумпора VI.



- Азот гради пет једињења с кисеоником. Формуле тих једињења су:  $N_2O$ ,  $NO$ ,  $N_2O_3$ ,  $NO_2$  и  $N_2O_5$ .

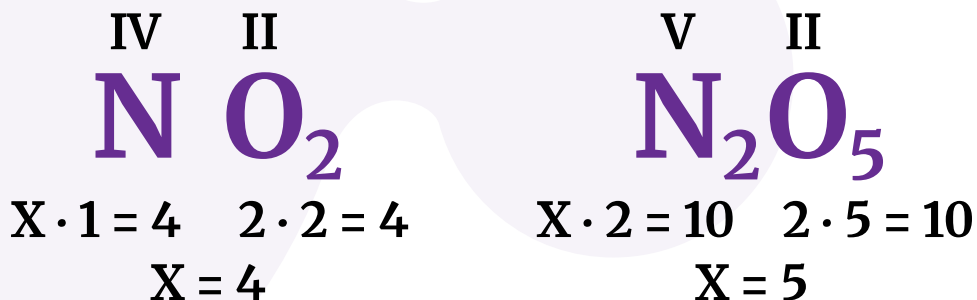
С обзиром на то да кисеоник има сталну валенцу – II, то значи да у једињењу:



$N_2O$  валенца азота је I

$NO$  валенца азота је II

$N_2O_3$  валенца азота је III



$NO_2$  валенца азота је IV

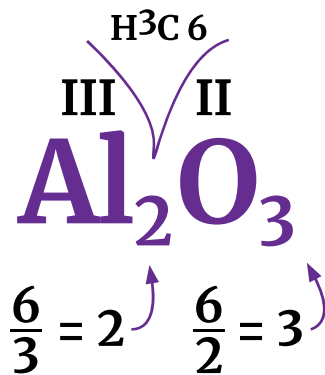
$N_2O_5$  валенца азота је V

### САСТАВЉАЊЕ ФОРМУЛЕ НА ОСНОВУ ВАЛЕНЦЕ

Уколико знамо валенце свих елемената који чине неко једињење, на основу датих валенци можемо саставити формулу. Прво треба да одредимо најмањи заједнички садржалац (НЗС) за вредности њихових валенци. Затим број атома елемената у једињењу (индексе) одредимо тако што НЗС поделимо њиховим валенцама.

- Алуминијум гради једињење с кисеоником. Валенце алуминијума и кисеоника су сталне, III односно II. НЗС за 3 и 2 је 6. Индекс за алуминијум добијате тако што НЗС (6) поделите његовом валенцом (III), што је 2. Истим поступком добијате и индекс за кисеоник. НЗС (6) поделите његовом валенцом (II), што је 3.





Сада можете написати формулу овог једињења:  $\text{Al}_2\text{O}_3$ .

Да бисмо дали називе свим поменутиим супстанцама, морамо знати да се једињење неког елемента с кисеоником назива оксид.

Када именујете једињења, можете користити следећи модел:

#### елемент(валенца)-оксид

$\text{SO}_2$	сумпор(IV)-оксид
$\text{SO}_3$	сумпор(VI)-оксид
$\text{N}_2\text{O}$	азот(I)-оксид
$\text{NO}$	азот(II)-оксид
$\text{N}_2\text{O}_3$	азот(III)-оксид
$\text{NO}_2$	азот(IV)-оксид
$\text{N}_2\text{O}_5$	азот(V)-оксид

Код елемената који имају сталну валенцу, у називу се не пише њихова валенца у загради.

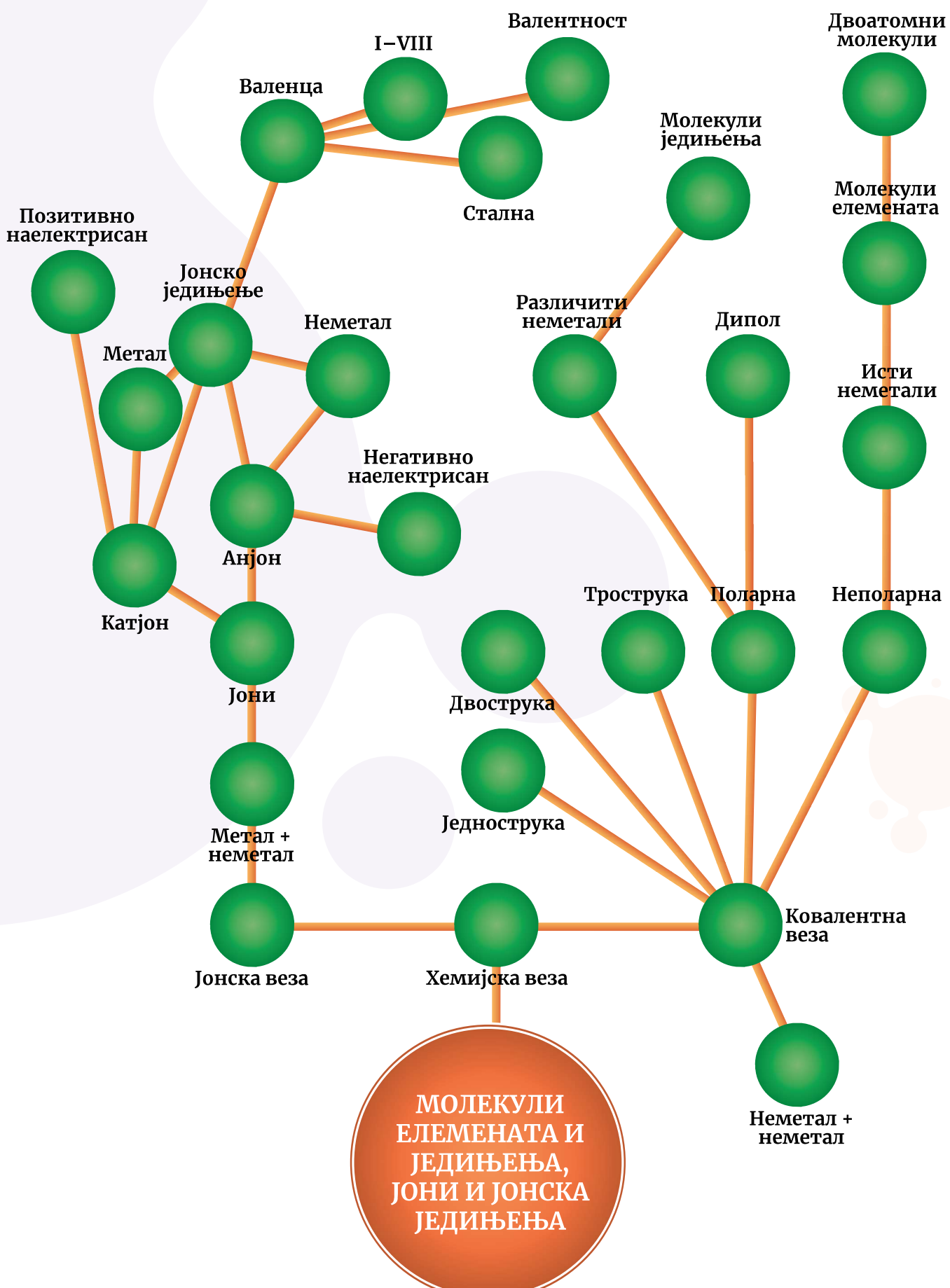
$\text{Al}_2\text{O}_3$  алуминијум-оксид

*Угљеник може да има валенцу II и IV, иако да с кисеоником може да пради два једињења: угљеник(II)-оксид ( $\text{CO}$ ) и угљеник(IV)-оксид ( $\text{CO}_2$ ). Могуће је најисаији обе формуле, али то су два различита једињења. Пошто угљеник нема валенцу VI, не постоји једињење чија би формула била  $\text{CO}_3$ .*

### Проверите своје знање

1. Шта је валенца, а шта је валентност?
2. Који елементи имају сталне валенце?
3. Одредите валенце на основу следећих формула:  $\text{FeCl}_2$ ,  $\text{FeCl}_3$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{ZnO}$  и  $\text{Na}_2\text{O}$ . (у овом случају валенца хлора је I)
4. Израчунајте валенце елемената који улазе у састав једињења следећих формула:  $\text{Cu}_2\text{O}$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{KCl}$  и  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Дајте називе овим једињењима.
5. Напишите формуле следећих једињења: алуминијум-оксид, гвожђе(II)-оксид, угљеник(II)-оксид, фосфор(V)-оксид, хлор(VII)-оксид и фосфор(III)-оксид.
6. Саставите формуле једињења у којем је азот петовалентан с кисеоником и једињења код кога је азот тровалентан с водоником.

Сада  
знамо



МОЛЕКУЛИ  
 ЕЛЕМЕНАТА И  
 ЈЕДИЊЕЊА,  
 ЈОНИ И ЈОНСКА  
 ЈЕДИЊЕЊА

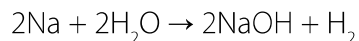
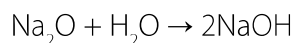
## ХИДРОКСИДИ ИЛИ

# БАЗЕ

### ДА ЛИ ЗНАТЕ?

*Размислите шта би по свом саставу били јашени и нејашени креч. Како ће се из нејашеној креча добити јашени креч?*

Оксиди метала, анхидриди база, реакцијом с водом дају хидроксиде или базе. Базе се добијају и реакцијом метала с водом.



На поменути начин добијамо хидроксиде метала 1. и 2. групе Периодног система елемената. О другим начинима добијања хидроксида учићемо у једној од наредних лекција.

Хидроксиди или базе јесу једињења која у свом саставу имају јоне метала и хидроксидне јоне (групу).

Хидроксидна група је једном негативан јон који се састоји од кисеоника и водоника  $\text{OH}^-$ , тако да је валенца целе хидроксидне групе I.

Код формуле хидроксида прво се пише јон метала, а затим хидроксидна група. Колико ће хидроксидних група бити у неком једињењу зависи од валенце метала. Уколико елемент који је градитељ означите с Е, онда формулу хидроксида можете да представите као  $\text{E}(\text{OH})_x$  (x је одговарајући индекс у формули и једнак је валенци метала).

Код бележења назива хидроксида прво се наводи назив метала, а потом хидроксид. Уколико метал који гради хидроксид нема сталну валенцу, у загради иза имена метала римским бројем мора да се наведе његова валенца.

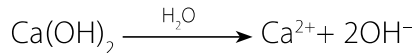
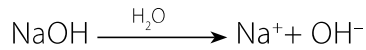
Валенца метала	Формула и назив хидроксида	
	Метали са сталном валенцом	Метали са променљивом валенцом
I	NaOH – натријум-хидроксид	CuOH – бакар(I)-хидроксид
II	Ca(OH) <sub>2</sub> – калцијум-хидроксид	Mn(OH) <sub>2</sub> – манган(II)-хидроксид
III	Al(OH) <sub>3</sub> – алуминијум-хидроксид	Fe(OH) <sub>3</sub> – гвожђе(III)-хидроксид

Хидроксиди имају опор, горак укус (као сапун). Налазе се у чврстом агрегатном стању и нису сви растворљиви у води. Водени раствори хидроксида који су растворљиви у води боје црвени лакмус папир у плаво, односно показују да је средина базна.



Слика 8.5.1. У воденим растворима хидроксида црвени лакмус папир мења боју у плаво

Водени раствор хидроксида је базни зато што овај тип једињења у воденом раствору отпушта хидроксидне јоне OH<sup>-</sup>. Вишак хидроксидних јона узрокује базност средине. Каже се да хидроксиди дисосују, односно разлажу се на јоне метала (вредност њиховог позитивног наелектрисања једнака је вредности његове валенце) и на хидроксидне јоне (једанпут негативно наелектрисане).



Јони, који настају разлагањем хидроксида у воденим растворима, проводе електричну струју.

Сада  
знамо

*Негашени креч је калцијум-оксид, а гашени је калцијум-хидроксид.*

*Од негашеног креча добија се гашени креч иако што се прелије водом. Гашени креч се употребљава за кречење, управљење малтера и за дезинфекцију.*

### Проверите своје знање

1. Из којих јона се састоје хидроксида?
2. На основу ког својства хидроксида називамо и базе?
3. Напишите формуле следећих хидроксида: калијум-хидроксида, гвожђе(III)-хидроксида, бакар(II)-хидроксида, сребро-хидроксида и цинк-хидроксида.
4. Дајте називе хидроксидима који имају следеће формуле:  $\text{Fe(OH)}_2$ ,  $\text{LiOH}$ ,  $\text{Al(OH)}_3$ ,  $\text{Mg(OH)}_2$  и  $\text{CuOH}$ .
5. Напишите разлагање на јоне следећих хидроксида: калијум-хидроксида и магнезијум-хидроксида.
6. Напишите једначине хемијских реакција којима бисте директно из метала могли да добијете литијум-хидроксид, а затим из оксида.

## МЕРА КИСЕЛОСТИ СРЕДИНЕ –

# рН ВРЕДНОСТ

*Шта је заједничко киселини која се налази у бајтерији, соку од њоморанџе и кафи? По чему су слични беланце, сајун и избељивач?*

ДА ЛИ  
ЗНАТЕ?

У претходним лекцијама говорили смо о киселинама и хидроксидима и поменули смо да водени раствори могу бити кисели и базни. Да ли је нека средина кисела или базна зависи од тога колико има водоничних ( $\text{H}^+$ ) и хидроксидних јона ( $\text{OH}^-$ ). Уколико желите да покажете колико је нека средина кисела или базна, онда користите рН (изговара се: пе-ха; обратите пажњу на то да је р мало слово, а Н је велико слово).

Киселост, односно базност неке средине одређују број водоничних и хидроксидних јона.

Мера киселости средине је рН. Она може имати вредности од 0 до 14.

Када пијете воду, да ли има укус сирћета или сапуна? Да ли је кисела или базна? Објасните свој одговор.

Вода је неутрална. Није ни кисела, ни базна.

Када је рН вредност неког раствора између 0 и 7, кажемо да је раствор кисео, има више водоничних него хидроксидних јона. Што је рН вредност нижа, то значи да је средина киселија. Када је рН вредност 7, раствор је неутралан, једнак је број водоничних и хидроксидних јона. Уколико је вредност рН између 7 и 14, раствор је базан, има више хидроксидних него водоничних јона. Што је виша рН вредност, то значи да је средина базнија.





Слика 8.6.1. pH скала



Слика 8.6.2. pH вредности

- Знате да су лимун, поморанџа и сирће кисели, а да је сапун базан? Да ли знате колика је pH вредност млека, кафе, крви, парадајза?

Кисели раствори су још и сирће, сок од јабуке и урин (мокраћа), док су базни морска вода и раствор соде бикарбоне.

Уколико желимо да проверимо pH вредност неке средине, користимо индикатор.

**Киселинско-базни индикатори јесу супстанце које мењају боју у зависности од pH вредности средине.**

Индикатор који смо да сада помињали је лакмус (нанесен на папир).

- Која је боја лакмус папира у киселој, а која у базној средини?

У киселој средини лакмус папир је црвене, а у базној плаве боје.

Лакмус папиром можемо само одредити да ли је средина кисела или базна. Постоје индикатори који могу да одреде приближну pH вредност средине, на пример универзална индикаторска хартија. Такође, постоје и индикатори који нису нанесени на папир већ се користе њихови раствори.



Слика 8.6.3. Универзални индикаторски папир



Слика 8.6.4. pH-метар

Најпрецизније је уколико рН вредност средине меримо инструментом који се зове рН-метар.



Постоји велики број индикатора које виђамо свакодневно: сок од цвекле, сок од купине, сок од боровнице, трешње и њихов сок, кари, куркума, грожђе и сок од грожђа, лук, латице петуније, а најпознатији је црвени купус.

Хортензија мења боју цвета у зависности од рН вредност земљишта. Цвет ове биљке може бити ружичаст (рН земљишта већа од 7) или плав (рН вредност земљишта мања од 5,5). Такође, овај цвет хортензије може имати и боју која је између ружичасте и плаве (рН вредност земљишта између 5,5 и 7).

Уколико се снизи рН вредност крви, организам користи све могућности да врати ту вредност на 7,35. Када је рН вредност крви нижа од 7, човек пада у кому и умире.



Слика 8.6.5. Три различите боје цвета хортензије зависе од рН вредности земљишта

*Киселина која се налази у бајтерији, сок од њоморанце и кафа имају рН вредности мању од 7.*

*Беланце, сајун и избелјивач имају рН вредности већу од 7.*

## Проверите своје знање

1. Шта одређује да ли је нека средина кисела или базна?
2. Којом величином изражавамо киселост средине?
3. Растворе који имају следеће вредности рН поделите на киселе и базне: 1, 8, 6, 5 и 13.
4. Да ли је киселији раствор чија је рН вредност 1 или 3?
5. Да ли је киселији раствор чија је рН вредност 10 или 4?
6. Како ће се лакмус папир обојити у соку од лимуна, сирћету, млеку и раствору сапуна?

Сада  
знамо

