



Gimnazija Franca Miklošiča Ljutomer

Prešernova ulica 34

9240 Ljutomer

RAZISKOVALNA NALOGA

Linearni zapis strukture spojin za slepe

Tematsko področje: Aplikativni inovacijski predlogi in projekti

Avtorici: Ema Bojnec in Daša Žuman

Mentorica: mag. Nina Žuman, prof. kemije

Somentorica: Damijana Dušak

Ljutomer, marec 2021

KAZALO

Vsebina

KAZALO	2
POVZETEK	5
ABSTRACT	5
ZAHVALA.....	6
1. UVOD	7
1.1 Raziskovalno vprašanje.....	8
1.2 Hipoteze	8
2. PREGLED LITERATURE.....	8
2.1. Razvoj pisave za slepe ⁽²⁾	8
2.2. Braillova pisava ⁽³⁾	10
2.2.1. Brajev stroj in vrstica	11
2.3. Linearni matematični zapis ⁽⁴⁾	12
2.3.1. Linearni matematični zapis za kemijo	12
2.4. Računalniški program SMILES ⁽⁵⁾⁽⁶⁾	13
2.4.1. Atomi	13
2.4.2. Ioni.....	13
2.4.3. Vezi	13
2.4.4. Aromatičnost.....	14
2.4.5. Razvejanost.....	15
2.5. Slepi in slabovidni dijaki v visokošolskem izobraževanju	15
2.5.1. Zakonodaja	15
3. PRAKTIČNI DEL.....	16
3.1. Anorganska kemija	17
3.1.1. Binarne spojine.....	17
3.1.2. Oksokisljine.....	19
3.1.3. Soli oksokisljin	21
3.1.4. Kovinski hidroksidi.....	22
3.2. Organska kemija	23
3.2.1 Aciklični ogljikovodiki	23
3.2.1.1. Alkan.....	23
3.2.1.2. Alken.....	23
3.2.1.3. Alkin.....	24
3.2.1.4. Izomerija alkanov	24

3.2.1.4.a Verižna izomerija	24
3.2.1.4.b Geometrijska izomerija	25
3.2.2. Ciklični ogljikovodiki	26
3.2.2.1. Cikloalkan	26
3.2.2.2. Cikloalken	26
3.2.2.3. Cikloalkin	27
3.2.3. Aromati.....	27
3.2.4. Druge organske spojine oziroma funkcionalne skupine.....	29
3.2.4.1. Alkohol.....	29
3.2.4.2. Keton	29
3.2.4.3. Aldehid.....	30
3.2.4.4. Karboksilne kisline	31
3.2.4.5. Etri	31
3.2.4.6. Estri.....	32
3.2.4.6. Amid.....	32
3.2.4.7. Ogljikovi hidrati	33
3.2.4.7.1. Glukoza	33
3.2.4.7.2. Ciklična oblika glukoze.....	34
3.2.5. Zapis reakcij s pomočjo linearnega matematičnega zapisa in linearnega zapisa strukture spojin za slepe	34
3.2.5.1. Primer linearnega zapisa kemijske reakcije pri anorganski kemiji	34
3.2.5.2. Primer zapisa reakcije substitucije v organski kemiji	35
3.2.5.3. Primer zapisa reakcije adicije v organski kemiji	35
3.2.5.4. Primer zapisa eliminacije v organski kemiji.....	35
4. ZAKLJUČEK.....	36
5. VIRI IN LITERATURA	38

Kazalo slik

Slika 1: Haüyjeva abeceda	8
Slika 2: Barbierova sonografija	9
Slika 3: Besedilo v brajici	10
Slika 4: Brajeva celica (šesttočkovna brajica)	11
Slika 5: Slovenska brajeva abeceda	11
Slika 6: Brajev pisalni stroj.....	11
Slika 7: Brajeva vrstica	12
Slika 8: Racionalni formuli cikloheksana in dioksana	14

Slika 9: Racionalna formula naftalena	14
Slika 10: Racionalna formula benzena, piridina in furana	14
Slika 11: Racionalna formula bifenila	14
Slika 12: Racionalna formula pirola	14
Slika 13: Racionalna formula imidazola	15
Slika 14: Racionalna formula 3- in 4-cianoanizola	15
Slika 15: Ema pri uporabi brajeve vrstice ob branju linearne zapisa strukture spojin.	16

POVZETEK

V raziskovalni nalogi je prikazan postopek, kako lahko slepa oseba s pomočjo linearnega zapisa strukture spojin, ki smo ga razvili, sledi vsebinam tudi pri naravoslovnih predmetih. Slepe osebe za zapis formul pri matematiki in fiziki uporabljajo linearni matematični zapis (LMZ), ki pa, žal, ni uporaben pri vseh zapisih pri kemiji in biologiji. Postopek ugotavljanja zapisa strukture spojin za slepe je potekal tako, da je bil najprej zapisan predlog zapisa, ki ga je pregledala učiteljica kemije, nato je zapis prebrala slepa oseba v braillovi pisavi oz. brajici. Na podlagi prebranega in strokovne učiteljeve razlage je slepa oseba predlagala popravke. Popravki so se izvajali tako dolgo, da je bil zapis berljiv in jasen slepi osebi ter obenem strokovno pravilen. Preverjanje je potekalo na dveh ravneh, in sicer na osnovnošolski in srednješolski. Preverjalo se je na več primerih istega področja in na koncu je sledil potrjen zapis linearnega zapisa strukture spojin na določenem področju. Žal se zapis ni mogel preveriti še na višješolski ali univerzitetni stopnji, saj kljub poizvedovanju slepega študenta na naravoslovnih smereh ni.

ABSTRACT

The research paper presents the process of how a blind person can follow the contents of science subjects with the help of a linear notation of the structure of compounds, which we have developed. In mathematics and physics, blind people use linear mathematical notation (LMZ) to write formulas, which, unfortunately, is not useful for all notations in chemistry and biology. The process of determining the notation of the structure of compounds for the blind was performed in the following stages: firstly, a draft notation was written, which was reviewed by a chemistry teacher, then the record was read by a blind person in Braille. Based on the reading and the teacher's explanation, the blind person suggested possible corrections. Further alterations were made for so long that the notation was legible and clear to the blind person and at the same time scientifically correct. The examination took place at two levels, in primary and secondary school. It was performed using several cases from the same field and at the end the confirmed notation of the linear notation of the structure of compounds in a certain field was established. Unfortunately, the notation could not be examined at the further education or university level, as we were not able to discover a blind student in the natural science studies despite our best efforts.

ZAHVALA

Za pomoč pri nastajanju raziskovalne naloge se zahvaljujema mentorici, profesorici kemije iz Gimnazije Franca Miklošiča Ljutomer, Nini Žuman in Damijani Dušak, učiteljici na Centru za izobraževanje, rehabilitacijo, inkluzijo in svetovanje za slepe in slabovidne (Center IRIS). Še posebej bi se zahvalili učencu 9. razreda osnovne šole, ki se izobražuje na Centru IRIS in dijakinji 1. letnika Gimnazije Celje, ki sta preverjala predloge linearnega strukturnega zapisa kemijskih formul za slepe. Prav tako bi se zahvalili Katji Peršak Hajdinjak za lektoriranje raziskovalne naloge ter Saši Pergarju za lektoriranje povzetka v angleškem jeziku.

1. UVOD

Vzroki za slepoto in slabovidnost so različni. Nekateri se z okvaro vida rodijo, mnogim se vid poslabša zaradi bolezni ali poškodb.

Poznamo kar nekaj zmot o slepoti:

- Oseba s slepoto je zelo nesrečna zaradi izgube vida in jo moramo pomilovati.
- Vse osebe s slepoto so izjemno nadarjene za glasbo.
- Vse osebe s slepoto uporabljajo brajico.
- Oseba s slepoto je družbi v breme. Ne more si ustvariti družine in skrbeti zanjo.

Resnica pa je:

- Vsi smo enkratni in različni. Zato ker nekdo ne vidi, ga ni potrebno pomilovati.
- Delež nadarjenih glasbenikov s slepoto je enak kot med videčimi.
- Brajica je sistem šestih izbočenih pik. Značilen razpored pik pomeni črko, številko, ločilo, noto ali kakšen drug znak. Marsikdo ne uporablja brajice, ker lahko z ostanki vida bere običajen tisk s povečavo. Če je izgubil vid kasneje, navadno uporablja druge načine, npr. poslušanje zvočnih knjig ali program za pretvorbo besedila v govor.
- Slepa oseba si lahko ustvari družino, doseže samostojnost in poklic ter na ta način prispeva k družbi. Poznamo uspešne pravnike, psihologe, književnike, športnike, glasbenike, radijske voditelje, slikarje in celo fotografe.⁽¹⁾

Kaj pa izobraževanje? Ali se lahko slepa oseba izobražuje v vseh programih, tudi v rednih programih in v vseh študijskih smereh? Koliko prilagajanja je potrebno na rednih programih in kako dobro lahko slepa oseba sledi rednemu programu?

Slepi dijaki se po končani srednji šoli, ki jo lahko zaključijo tudi v rednih ali prilagojenih programih, vpišejo v vse študijske programe seveda glede na uspeh na poklicni ali splošni maturi in glede na dosežen številni točk za vpis ter doštudirajo. Prav tako lahko spremljajo predavanja, saj dijaki, bodoči študentje, za zapis uporabljajo brajico.

Običajno se zalomi pri praktičnem delu, kaj in kako prilagoditi, če je to še sprejemljivo za njih in kakšno izobrazbo to lahko prinese. Prav tako se zalomi pri zapisu določenih naravoslovnih vsebin, ki jih ni mogoče zapisati s pomočjo linearnega matematičnega zapisa. Takšna predmeta sta kemija in biologija.

V ta namen smo začeli razvijati poseben linearni zapis strukture spojin za slepe pri kemiji, ki se lahko uporabi tudi pri biologiji in delno pri fiziki. Zapis se je preizkušal na osnovnošolskem in srednješolskem nivoju. Na višjem nivoju od srednješolske izobrazbe nismo našli kandidata, ki bi zapis preizkusil.

1.1 Raziskovalno vprašanje

Ali je mogoče z linearnim zapisom strukture spojin za slepe osebe spodbuditi zanimanje za vsebine in olajšati njihovo razumevanje slepim pri naravoslovnih predmetih?

1.2 Hipoteze

H1 Linearni zapis strukture spojin bo slepim v veliko pomoč pri naravoslovnih predmetih, kot sta kemija in biologija.

H2 Z linearnim zapisom strukture spojin za slepe bo mogoče zapisati vse kemijske spojine in reakcije, ki se obravnavajo pri kemiji in biologiji.

H3 Linearni zapis strukture spojin bodo brez težav uporabljali slepi osnovnošolci, dijaki in študentje pri kemiji in biologiji za zapis kemijskih formul ter kemijskih reakcij.

H4 Linearni zapis strukture spojin bo v veliko pomoč pri prilagajanju učbenikov, delovnih zvezkov in drugega gradiva za naravoslovne predmete.

UČBENIKI

<http://center-iris.si/2020/06/17/predlog-seznama-ucbenikov-za-prilagoditev-za-slepe-in-slabovidne-2020/>

Cilj raziskovalne naloge je predstaviti linearni zapis strukture spojin za slepe za zapisovanje določenih vsebin pri kemiji in biologiji, ki jih ni mogoče zapisati s pomočjo linearnega matematičnega zapisa. Prav tako je cilj, da bi z linearnimi strukturnimi zapisi kemijskih formul določene zapise poenostavili in jih bolj približali učencem, dijakom in študentom ter jim s tem omogočili izobraževanje v rednih programih in študij na naravoslovnih področjih.

2. PREGLED LITERATURE

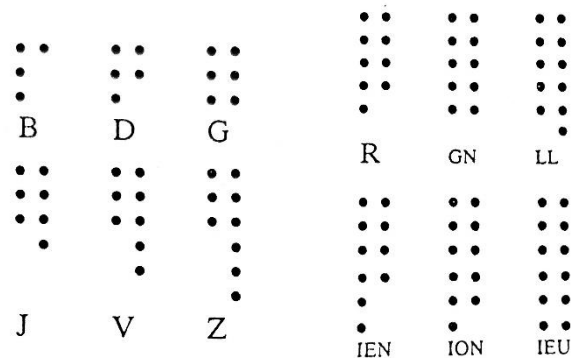
2.1. Razvoj pisave za slepe⁽²⁾

Valentin Haüy je razvil način tiskanja knjig za slepe. Debel papir so pritisnili na posebne svinčene modele, da so se na njem pojavile izbočene črke (črke so bile dvignjene nad površino strani, da jih je bilo mogoče otipati s prsti). Izdelava teh knjig je bila zelo zahtevna in zamudna, knjige pa so bile nerodne in velike. Branje teh knjig je bilo zelo počasno, saj so morali slepi vsako črko posebej pazljivo pretipati s konicami prstov in si jo zapomniti, medtem ko so otipavali naslednje. Zaradi tega se je večkrat zgodilo, da so pozabili prve črke, ko so prišli do zadnje.



Slika 1: Haüyjeva abeceda

Leta 1821 je topniški stotnik Charles Barbier iznašel način pisave, pri kateri je uporabljal le izbočene pike in črtice. Prvotno je bila pisava namenjena prenosu vojaških povelj. Sistem se je imenoval sonografija. Za zapis besed se ni uporabljalo črk, ampak se je s skupki pik in črtic izražalo glasove.



Slika 2: Barbierova sonografija

Z Barbierovim sistemom zapisovanja ni bilo mogoče zapisovati besed po črkah, ampak je bilo besede možno sestavljati le kot skupke glasov. Prva tako pri zapisu ni bilo mogoče vstavljati vejic, pik ali kakršnih koli ločil, saj zanje ni bilo predvidenih ustreznih znakov. Prav tako ni bilo mogoče zapisovati števil, računati ali pisati glasbe. Velika slabost sistema je bilo tudi veliko število pikic, ki je bilo potrebno za vsako besedo. Posamezen znak je bil lahko visok do šest pikic in za en zlog besede je bilo potrebnih kar 20 pikic. Zaradi takega velikega števila pik oseba zapisa ni mogla otipati z enim samim prstom.

Trinajstletni Louis Braille, ki se je rodil leta 1809 in je oslepel zaradi poškodbe očesa z ostrim orodje, posledično hudim vnetjem in razširitvijo okužbe še na drugo oko, se je odločil, da bo sam izboljšal Barbierov sistem. Cilj je bil zmanjšati število pikic tako, da bo vsak znal črko otipati s konico enega prsta. Pripravil je abecedo, s katero je bilo mogoče zapisati vse črke abecede, vsa naglasna znamenja, ločila in matematične znake z uporabo le šestih pikic in nekaj vodoravnih črtic. Skupek pikic je bil tako majhen, da je bilo mogoče znak zatipati v trenutku, ne da bi premikal prst.

Uradno rojstvo prvotne braillove pisave je predstavljala prva izdaja Braillove knjige Način zapisovanja besed, glasbe in preprostih pesmi z uporabo pik za slepe, ki je izšla leta 1829.

Braillova pisava se je najprej razširila po Franciji, kasneje pa se je začela uvajati tudi izven nje. Leta 1878 se je v Parizu odvijal kongres evropskih narodov, ki so se ga udeležile Belgija, Danska, Avstrija, Madžarska, Anglija, Nemčija, Francija, Nizozemska, Italija, Švica in Švedska. Na kongresu so z veliko večino glasov kot enotno metodo za tiskanje in pisanje izbrali ravno braillovo pisavo. Od takrat naprej so v vseh evropsko govorečih državah uporabljali različne vrste sistemov z vtisnjenimi črkami, med njimi tudi braillovo pisavo in njene podobne različice.

Na začetku so bile knjige zelo debele in velike, saj so bile posamezne strani s hrbti zlepljene skupaj. Leta 1849 so začeli tiskati s pomočjo stereotipskih in kovinskih plošč, na katerih so bili že vtisnjeni vsi potrebni znaki za eno stran.

Dandanes se pri tisku že lahko uporabljata obe strani papirja in obe strani tiskarske plošče, saj se uporablja zamik. Na drugi strani papirja zamaknejo položaj pik in se s tem izognejo sovpadanju pik na prvi strani. Velik korak v razvoju je bil tudi izum pisalnega stroja za braillovo pisavo, ki ga je izdelal Frank Hall v ZDA. Imel je šest tipk, za vsako piko eno. Ta naprava je omogočila hitro in lažje pisanje.



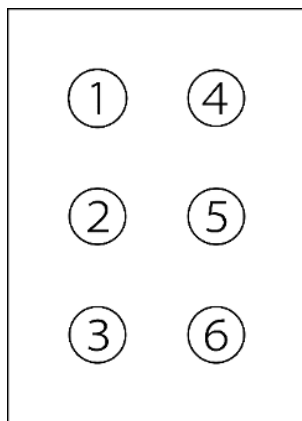
Slika 3: Besedilo v brajici

V dobi računalnikov so se za posamezne besede, ki se uporabljajo najpogosteje, razvile tudi okrajšave in skrajšane oblike kot dodatek k prvotni abecedi. Konec 50. let so v ZDA razvili računalniško tipkanje braillove pisave. S tem je lahko pisavo tipkal človek, ki je sam ni znal uporabljati. Pred kratkim so razvili tudi računalnike, ki lahko elektronsko »preberejo« navadno besedilo in ga pretvarjajo naprej v braillovo pisavo štirikrat hitreje, kot bi to storil človek. Ob razvoju osebnih računalnikov so se razvili tudi stroji in programi, ki slepim omogočajo, da s pomočjo posebne braillove tipkovnice in zaslona sami pišejo, preberejo, popravijo in natisnejo besedilo, bodisi v braillovi ali v navadni abecedi.

2.2. Braillova pisava⁽³⁾

Braillova pisava ali brajica je medij pisne komunikacije: sistem izbočenih brajevih znakov, namenjen branju in pisanju oseb s slepoto in drugih, ki ne morejo učinkovito uporabljati črnega tiska. Vse bolj je njena uporabnost prepoznana pri osebah z okvaro vidne funkcije (CVI), ki jim lahko tipno zaznavanje znakov s prsti veliko bolj odgovarja, kot vidno branje črnega tiska.

Posamezni brajevi znaki predstavljajo različne kombinacije izbočenih pik, s katerimi lahko zapisujemo črke, števila, ločila in druge simbole. Brajeva pika je osnovni element brajeve celice, ki je standardizirane velikosti ter poimenovana z vrstilnimi števili – prva pika, druga pika itd. Šest izbočenih pik, razporejenih v dveh stolpcih po tri pike, predstavlja eno brajevo celico pri klasični šesttočkovni brajici. Pri elektronski brajici, ki jo najdemo npr. na brajevi vrstici, so v dveh stolpcih po štiri pike, kar predstavlja osemtočkovno brajico.



Slika 4: Brajeva celica (šesttočkovna brajica)

SLOVENSKA BRAJEVA ABECEDA

		⠠		
a	b	c	č	d
⠁	⠃	⠉	⠴	⠇
e	f	g	h	i
⠑	⠋	⠒	⠕	⠊
j	k	l	m	n
⠗	⠛	⠓	⠎	⠞
o	p	r	s	š
⠕	⠏	⠞	⠚	⠗
t	u	v	z	ž
⠞	⠥	⠧	⠵	⠵

Slika 5: Slovenska brajeva abeceda

Učenje brajice poteka po naslednjih fazah:

1. Pridobivanje občutka za predmete: razlikovanje glede na material, temperaturo in konsistenco predmetov.
2. Določanje oblike predmetov in njihovo prepoznavanje.
3. Razumevanje linijskih grafičnih prikazov.
4. Uporaba brajevih simbolov.

Pri končnem branju brajice je pomembno, da z lahkim prijemom ustrezno sledimo vrsticam, pri čemer je priporočljivo uporabiti štiri prste obeh dlani, ki se držijo skupaj v pravilnem položaju. Desna roka služi za hiter prelet znakov in preverjanje dolžine vrstice, leva pa za prepoznavanje znakov in branje.

2.2.1. Brajev stroj in vrstica

Brajev stroj služi zapisovanju brajice na papir. Za uporabo brajevega stroja je potrebna zadostna količina moči in spretnosti v rokah in prstih. Stroj še dandanes služi kot šolski pripomoček na začetku osnovne šole. Na klasičnem Perkinsonovem brajevem stroju se nahaja kar nekaj tipk. Glavne so na sredini: tipka za vstavljanje presledka (preslednica), na levi tipke za pike 1, 2, 3, na desni pa tipke za pike 4, 5, 6. V brajev stroj se navije nekoliko trši, brajev papir. S pritiskanjem kombinacij tipk se na papir odtisnejo posamezni brajevi znaki. Zvonček oznani, kdaj se zapis v vrstici približuje koncu lista.



Slika 6: Brajev pisalni stroj

Brajeva vrstica je elektronska naprava, ki nadomešča zaslon in omogoča delo z računalnikom, na katerega je priklopljena. V šoli se jo preko ur specialnih znanj računalništva učijo uporabljati od druge triade naprej. Brajevo vrstico sestavljajo v vrsto vgrajene brajeve celice (na voljo so vrstice od 8 do 20 celic). Ob raziskovanju zapisov na zaslonski sliki se le-ti sproti pretvarjajo v brajeve znake na vrstici, postavljeni pred tipkovnico računalnika. Pike se elektronsko dvigujejo in sproti spreminjajo vrstico po vrstico in tako omogočajo branje zapisov Wordovih dokumentov ali dostopnih spletnih strani. Vrstica pri slepem desetprstnem tipkanju omogoča tudi preverjanje pravilnosti lastnega zapisa. Na vrstici se pojavi osemtočkovna brajica, kjer sta sedma in osma pika dodani pod tretjo in šesto piko zaradi krajšanja zapisov in predstavljata znak za število in veliko začetnico.



Slika 7: Brajeva vrstica

2.3. Linearni matematični zapis⁽⁴⁾

Linearni matematični zapis na računalniku za slepe temelji na LaTeX zapisu, ki ga uporabljajo naravoslovni znanstveniki za zapisovanje matematičnih in drugih izrazov. Zapisi so prevedeni v slovenščino in prilagojeni tako, da bi čim bolj olajšali delo slepim učencem in dijakom.

Sistem zapisovanja je namenjen vsem slepim učencem, od tistih, ki so spretnejši pri uporabi računalnika, pa do tistih, ki so manj spretni. Matematični izrazi se zapisujejo v enega od običajnih urejevalnikov besedila, kot so Beležnica, WordPad ali MS Word, pri čemer je potrebno paziti, da so izključeni samopopravki. V urejevalniku besedila zapisano besedilo lahko učenec prebere na brajevem zaslonu, vsak znak posebej.

2.3.1. Linearni matematični zapis za kemijo

Posebnosti pri zapisu kemije glede na linearni matematični zapis.

Zapisi za vezi:

- enojna vez –: $\backslash 1vez$
- dvojna vez =: $\backslash 2vez$
- trojna vez \equiv : $\backslash 3vez$

Pri osnovnošolski kemiji lahko izpustimo podčrtaje za podpisane številke, tako kot v naslednjih primerih:

- H₂O

H_2O lahko napišemo H_2O .

$C_6H_{12}O_6$

$C_6H_{12}O_6$ lahko napišemo $C_6H_{12}O_6$.

Zapis vrstnega in masnega števila:

- 1_1H : 1_1H

- $^{12}_6C$: $^{12}_6C$

- $^{27}_{13}Al$: $^{27}_{13}Al$

- NO_3^- : NO_3^-

Pri ostalih naravoslovnih predmetih sledimo pravilom, ki so zapisana v linearnem matematičnem zapisu.

2.4. Računalniški program SMILES⁽⁵⁾⁽⁶⁾

SMILES (iz angleškega Simplified Molecular Input Line Entry Specification) je specifikacija, ki za nedvoumen opis strukture molekul uporablja kratke nize ASCII znakov. Specifikacijo SMILES lahko večina urejevalnikov molekul pretvori nazaj v dvodimenzionalno risbo ali trodimenzionalen model molekule.

Termin SMILES se nanaša na vrstični sistem znakov za kodiranje molekularnih struktur in bi se moral izključno imenovati »niz SMILES«. Termin se uporablja tudi za druge namene, vendar je njegov pomen v posameznem primeru razviden iz konteksta.

Isto molekulo se običajno lahko zapiše z več enakovrednimi vrstičnimi sistemi znakov. Strukturno etanola (C_2H_5OH) se lahko na primer zapiše s CCO , OCC in $C(O)C$. Da bi se za vsako strukturo generiral en sam SMILES, ne glede na vrstni red atomov v molekuli, so se razvili številni algoritmi. Ta SMILES je za vsako strukturo edinstven.

2.4.1. Atomi

Atomi se pišejo z njihovimi simboli v oglatih oklepajih, na primer $[Ag]$ za srebro. Izjema so »organski« elementi B, C, N, O, P, S, F, Cl, Br in I, pri katerih se oklepaji lahko izpustijo. Izpuščeni oklepaji istočasno pomenijo pripadajoče število implicitnih vodikovih atomov. Primer: SMILES za vodo je preprosto O .

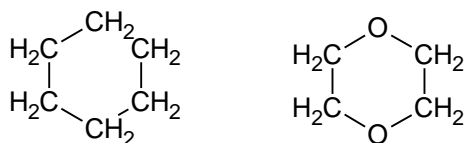
2.4.2. Ioni

Atomi, ki imajo enega ali več električnih nabojev (ioni), se pišejo v oklepajih. Če je na element vezan vodik, simbolu elementa sledi simbol H in število pozitivnih (+) ali negativnih (-) nabojev. Edina izjema je amonij, ki se piše z NH_4 . Če je število nabojev večje od 1, se njihovo število lahko piše na primer s » $Ti+4$ « ali » $Ti++++$ « za titan (IV) oziroma Ti^{4+} . Hidroksidni ion se torej zapiše z $[OH^-]$, oksonijev ion z $[OH^{3+}]$, kobaltov (III) kation (Co^{3+}) pa s $[Co^{+3}]$ ali $[Co^{+++}]$.

2.4.3. Vezi

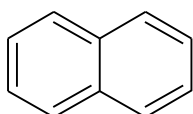
Če ni posebej označeno, se vezi med alifatskimi atomi obravnavajo kot enojne in se ne pišejo. Primer: etanol (CH_3-CH_2-OH) se zapiše s CCO . Mesta, na katerih se stikajo obroči, so označena

s števkami na dveh nesosednjih atomih. Cikloheksan in dioksan se zato zapišeta kot C1CCCCC1 oziroma O1CCOCC1.



Slika 8: Racionalni formulni prikloheksana in dioksana

Vezna mesta na naslednjem obroču so označena s številko 2 in tako naprej. Naftalen se zato zapiše kot c1cccc2c1cccc2.

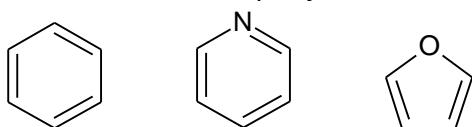


Slika 9: Racionalna formula naftalena

Da ne bi prihajalo do nesporazumov, se obroči od 10. dalje označujejo s predznakom '%'. Oznaka ~C12~ zato pomeni, da označeni ogljikov atom zapira 1. in 2. obroč, oznaka ~C%12~ pa da gre za 12. obroč v neki strukturi. Dvojne in trojne vezi se označujejo s simboloma '=' oziroma '#'. SMILES O=C=O pomeni ogljikov dioksid (CO₂), C#N pa vodikov cianid (HCN).

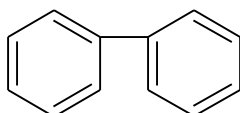
2.4.4. Aromatičnost

Aromatski atomi C, O, S in N so prikazani z malimi črkami 'c', 'o', 's' in 'n'. Benzen, piridin in furan se s SMILES zapišejo s c1ccccc1, n1ccccc1 in o1ccccc1.



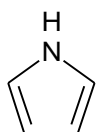
Slika 10: Racionalna formula benzena, piridina in furana

Vezi med aromatskimi atomi so po dogovoru aromatske, vendar se lahko zapišejo tudi eksplicitno s simbolom '!'. Aromatski atomi so lahko med seboj povezani tudi z enojnimi vezmi, zato se bifenil lahko zapiše s c1ccccc1-c2ccccc2.



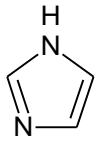
Slika 11: Racionalna formula bifenila

Aromatski dušik, vezan na vodik, na primer v pirolu, mora biti zapisan z [nH].



Slika 12: Racionalna formula pirola

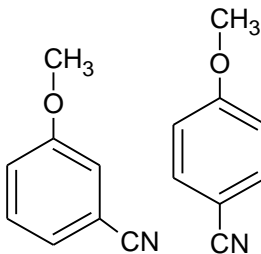
Imidazol se zato v notaciji SMILES zapiše z n1c[nH]cc1.



Slika 13: Racionalna formula imidazola

2.4.5. Razvejanost

Stranske verige se pišejo v oklepajih, na primer s CCC(=O)O za propanojsko kislino CH3CH2COOH in za C(F)(F)F fluoroform CHF3. Substituirani obroči se lahko pišejo z mestom razvejanja v obroču, na primer s COc(c1)ccc1C#N in COc(cc1)ccc1C#N. Zapisa predstavljata izomera 3- in 4-cianoanizol. Takšen zapis zapisovanja substituiranih obročev je za uporabnika razumljivejši.



Slika 14: Racionalna formula 3- in 4-cianoanizola

2.5. Slepí in slabovidni dijaki v visokošolskem izobraževanju

2.5.1. Zakonodaja

S sprejetjem Zakona o usmerjanju otrok s posebnimi potrebami se slepi in slabovidni učenci oziroma študentje lahko vključujejo v vse oblike izobraževanja in usposabljanja. V skladu z Deklaracijo OZN o otrokovih pravicah ima vsak otrok in mladostnik pravico do enakih možnosti.

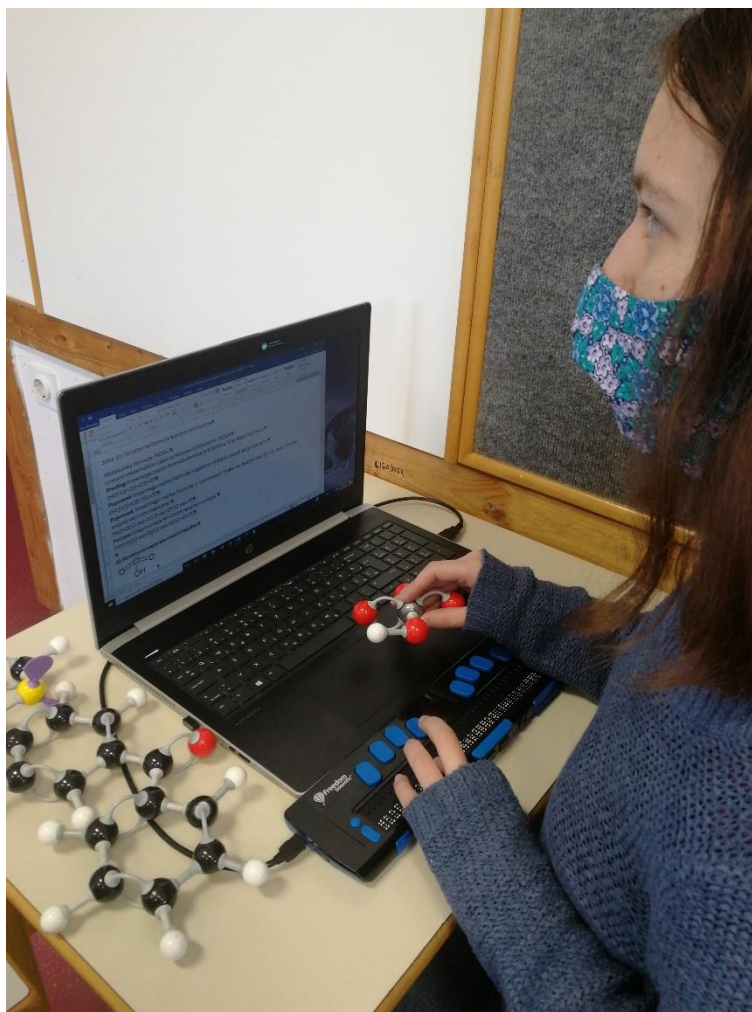
Slepí in slabovidni dijaki v Sloveniji se lahko vpišejo na visokošolske programe, če izpolnjujejo splošne pogoje za vpis, ki so navedeni v vsakoletnem razpisu za vpis v prvi letnik za posamezne visokošolske zavode oziroma fakultete.

V Društvu študentov invalidov Slovenije imajo kar nekaj slepih in slabovidnih študentov, ki se v večini primerov odločajo za družboslovne smeri študija. Največ jih je na Filozofski fakulteti v Ljubljani. Fakultete se v zadnjem obdobju precej prilagajajo posebnim potrebam študentov. Vse tri javne univerze v Sloveniji imajo pravilnike, ki urejajo področje študentov s posebnimi potrebami. Možno je pridobiti status študenta s posebnimi potrebami, ki omogoča prilagoditve v študijskem procesu tako pri spremljanju predavanj in vaj kot tudi pri opravljanju študijskih obveznosti. Vsaka fakulteta ima pooblaščen osebno za področje študentov s posebnimi potrebami.

3. PRAKTIČNI DEL

Raziskavo smo izvedli tako, da smo najprej pregledali zapis določenih spojin v računalniškem programu SMILES. Po pregledu zapisa v SMILES se je zapisal **predlog** za branje za slepe osebe s pomočjo brajeve vrstice. Po predlogu zapisa z linearnim zapisom strukture spojin za slepe je zapis prebrala slepa oseba s pomočjo brajeve vrstice in napisala, s kakšnimi težavami se je pri branju soočala. Pri tem smo ugotavljali, ali slepa oseba pravilno prebere vse zapise formul, ali mogoče zaradi podobnosti določene, črke, številke ali znake med seboj zamenja ali napačno prebere. Pri raziskavi sta sodelovala tudi učenec 9. razreda OŠ, ki se izobražuje na Centru IRIS, in njegova učiteljica kemije ter dijakinja 1. letnika Gimnazije Celje. Po prebranem predlogu in upoštevanju pripomb se je zapisal **popravek** linearnega zapisa strukture spojin.

Predmet raziskave je bil predvsem zapis kemijskih formul pri kemiji in biologiji, saj za ostale izračune lahko slepa oseba uporablja linearni matematični zapis. Najprej smo se posvetili zapisu anorganski spojin, kasneje pa tudi zapisu organskih spojin. Pri branju zapisov so bili v veliko pomoč tudi sestavljeni modeli različnih kemijskih spojin, kot je prikazano na sliki 15.



Slika 15: Ema pri uporabi brajeve vrstice ob branju linearnega zapisa strukture spojin.

3.1. Anorganska kemija

V nadaljevanju so predstavljeni zapisi nekaterih anorganskih spojin v obliki predloga, popravka in s strani slepe osebe potrjenega linearnega zapisa.

3.1.1. Binarne spojine

Postopek ugotavljanja oblike molekul na osnovi centralnega atoma

Iz lege centralnega atoma v periodnem sistemu ugotovimo število njegovih zunanjih elektronov.

Dušik leži v V. skupini periodnega sistema (PS). Okrog dušika narišemo 5 zunanjih elektronov.



Slepa oseba tega zapisa ne zazna, zato je potreben opis slike. Dva zunanja elektrona na eni strani dušika predstavlja elektrona $2s^2$, trije zunanji elektroni so iz p-orbitale, in sicer iz $2p_x^1$, $2p_y^1$, in $2p_z^1$ in so samski elektroni.

Linearni zapis zunanjih elektronov za dušik:

Predlog linearnega zapisa:

(.)(.)(.)N(..)

Razlaga zapisa:

(.) elektron $2p_x^1$, (.) elektron $2p_y^1$, (.) elektron $2p_z^1$

(..) elektronski par $2s^2$

Popravek linearnega zapisa:

[.][.][.]N[.][.]

Oglati oklepaji so primernejši, saj se okrogle oklepaje hitro zamenja z atomom vodika ali s številom 8.

Potrjen linearni zapis zunanjih elektronov za slepe:

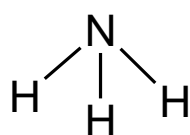
[.][.][.]N[.][.]

Vodik, ki leži v I. skupini PS, ima en zunanji elektron $1s^1$:

[.]H

Torej imajo trije vodikovi atomi v molekuli amonijaka tri zunanje elektrone, vsak po enega. Število zunanjih elektronov dušika in vodika seštejemo. Torej skupaj osem elektronov, ki jih delimo z dva in dobimo 4 elektronske pare, kjer so trije vezni z vodiki in eden nevezni elektronski par. Odboj med neveznimi elektronskimi pari je močnejši v primeru z odbojem med veznimi in neveznimi elektronskimi pari, najšibkejši pa je odboj med veznimi elektronskimi pari. Posledica tega različnega odboja je, ob prisotnih veznih in neveznih elektronskih parov na osrednjem atomu, odstopanje (popačenje) oblike molekul od idealne geometrije.

Primer linearnega zapisa strukture spojin za slepe



Molekulska formula: NH_3

Linearni matematični zapis za amonijak: NH_3

Predlog linearnega zapisa formule amonijaka, ki prikaže tudi vezi:

[H][H][H] N

Zapis v oglatem oklepaju na levi strani centralnega atoma, v tem primeru dušika, **predstavlja vezavo elementa**, v tem primeru vodika [H] z **enojno vezjo**.

V zaznavi slepe osebe ni bilo težav.

Potrjen linearni zapis strukture spojine za slepe:

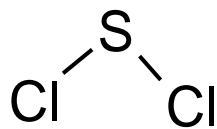
[H][H][H] N

V primeru prikaza neveznega elektronskega para na centralnem atomu se zapiše:

[H][H][H] N[.]

Obliko molekule slepi dijak določi iz položaja dušika, ki leži v V. skupini PS in pri tem ve, da ima dušik 5 zunanjih elektronov in trije se povežejo v skupne ali vezne elektronske pare z vodikom, dva elektrona ostaneta prosta in tvorita nevezni elektronski par in to povzroči odstopanje od idealne geometrije oblike, piramidalno obliko molekule.

a) Strukturna formula žveplovega diklorida



Molekulska formula: SCl₂

Linearni matematični zapis za žveplov diklorid: SCl2

Predlog linearnega zapisa formule žveplovega diklorida, ki prikaže tudi vezi:

[Cl][Cl] S

V zaznavi slepe osebe ni bilo težav.

Potrjen linearni zapis strukture spojine za slepe:

[Cl][Cl] S

V primeru prikaza neveznih elektronskih parov v spojini se zapiše:

[.[.][.][.][.]Cl][.[.][.][.]Cl] S[.][.]

Zapis [.[.][.][.]Cl] predstavlja tri nevezne elektronske pare na kloru, zapis S[.][.] pa dva nevezna elektronska para na žveplu.

b) Strukturna formula ogljikovega disulfida



Molekulska formula: CS₂

Linearni matematični zapis za ogljikov disulfid: CS2

Predlog linearnega zapisa formule ogljikovega disulfida, ki prikaže tudi vezi:

C (=S)(=S)

Zapis v okroglem oklepaju na desni strani centralnega atoma, v tem primeru ogljika, **predstavlja vezavo elementa**, v tem primeru žvepla z **dvojno vezjo (=S)**.

Sodelujočemu učencu v raziskavi je zaznava lažja, če so vezi napisane z besedo in s številko in ne z znakom =. Prav tako je mnenja, da so oglati oklepaji primernejši, saj se okrogle oklepaje hitro zamenja z atomom vodika ali s številom 8.

Popravek linearnega zapisa formule z oglatimi oklepaji tudi na desni strani centralnega atoma:

C [=S][=S]

Popravek linearnega zapisa formule z zamenjavo znaka za dvojno vez [=] za zapis \2 vez, enojne vezi niso zapisane:

C [\2 vez S][\2 vez S]

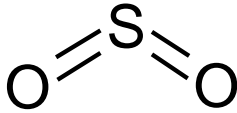
Potrjen linearni zapis strukture spojine za slepe:

C [\2 vez S][\2 vez S]

V primeru prikaza neveznih elektronskih parov se zapiše:

C [\2 vez S[.][.]][\2 vez S[.][.]]

c) Strukturna formula žveplovega dioksida



Molekulska formula: SO₂

Linearni matematični zapis za žveplov dioksid: SO₂

Predlog linearnega zapisa formule žveplovega dioksida, ki prikaže tudi vezi:

S(=O)(=O)

Popravek linearnega zapisa formule z oglatimi oklepaji zaradi lažje zaznave:

S[=O][=O]

Popravek linearnega zapisa formule z zamenjavo znaka za dvojno vez [=] za zapis \2 vez, enojne vezi niso zapisane:

S[\2 vez O][\2 vez O]

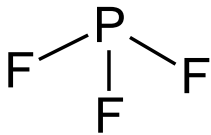
Potrjen linearni zapis strukture spojine za slepe:

S[\2 vez O][\2 vez O]

V primeru prikaza neveznih elektronskih parov se zapiše:

S[.][\2 vez O[.][.]][\2 vez O[.][.]]

d) Strukturna formula fosforjevega trifluorida



Molekulska formula: PF₃

Linearni matematični zapis za fosforjev trifluorid: PF₃

Predlog linearnega zapisa formule fosforjevega trifluorida, ki prikaže tudi vezi:

[F][F][F] P

V poznani slepe osebe ni bilo težav.

Potrjen linearni zapis strukture spojine za slepe:

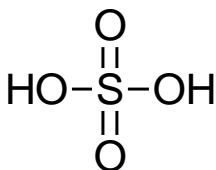
[F][F][F] P

V primeru prikaza neveznih elektronskih parov se zapiše:

[.][.][.][.][F][.][.][.][F][.][.][.][F] P[.]

3.1.2. Oksokisljine

a) Strukturni zapis žveplove (VI) kisline



Molekulska formula: H₂SO₄

Linearni matematični zapis za žveplovo (VI) kislino: H₂SO₄

Predlog linearnega zapisa formule žveplove (VI) kisline, ki prikaže tudi vezi:

[HO][HO] S(=O)(=O)

Popravek linearnega zapisa formule z oglatimi oklepaji zaradi lažje zaznave:

[HO][HO] S[=O][=O]

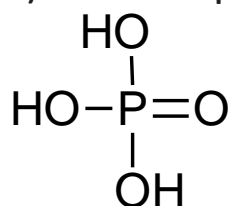
Popravek linearnega zapisa formule z zamenjavo znaka za dvojno vez [=] za zapis \2 vez, enojne vezi niso zapisane:

[HO][HO] S[\2 vez O][\2 vez O]

Potrjen linearni zapis strukture spojine za slepe:

[HO][HO] S[\2 vez O][\2 vez O]

b) Strukturni zapis fosforjeve (V) kisline



Molekulska formula: H₃PO₄

Linearni matematični zapis za fosforjevo (V) kislino: H₃PO₄

Predlog linearnega zapisa formule fosforjeve (V) kisline, ki prikaže tudi vezi:

[HO][HO][HO] P(=O)

Popravek linearnega zapisa formule z oglatimi oklepaji zaradi lažje zaznave:

[HO][HO][HO] P[=O]

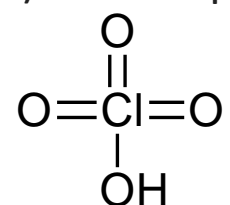
Popravek linearnega zapisa formule z zamenjavo znaka za dvojno vez [=] za zapis \2 vez, enojne vezi niso zapisane:

[HO][HO][HO] P[\2 vez O]

Potrjen linearni zapis strukture spojine za slepe:

[HO][HO][HO] P[\2 vez O]

c) Strukturni zapis klorove (VII) kisline



Molekulska formula: HClO₄.

Linearni matematični zapis za klorovo (VII) kislino: HClO₄

Predlog linearnega zapisa formule klorove (VII) kisline, ki prikaže tudi vezi:

[HO] Cl(=O)(=O)(=O)

Popravek linearnega zapisa formule z oglatimi oklepaji zaradi lažje zaznave::

[HO] Cl[=O][=O][=O]

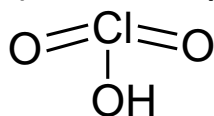
Popravek linearnega zapisa formule z zamenjavo znaka za dvojno vez [=] za zapis \2 vez, enojne vezi niso zapisane:

[HO] Cl[\2 vez O][\2 vez O][\2 vez O]

Potrjen linearni zapis strukture spojine za slepe:

[HO] Cl[\2 vez O][\2 vez O][\2 vez O]

d) Strukturni zapis klorove (V) kisline



Molekulska formula: HClO₃

Linearni matematični zapis za klorovo (V) kislino: HClO3

Predlog linearnega zapisa formule klorove (V) kisline, ki prikaže tudi vezi:

[HO] Cl(=O)(=O)

Popravek linearnega zapisa formule z oglatimi oklepaji zaradi lažje zaznave:

[HO] Cl[=O][=O]

Popravek linearnega zapisa formule z zamenjavo znaka za dvojno vez [=] za zapis \2 vez, enojne vezi niso zapisane:

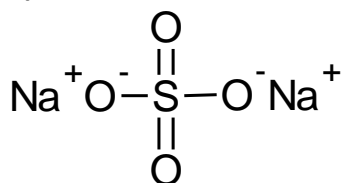
Potrjen linearni zapis strukture spojine za slepe:

[HO] Cl[\2 vez O][\2 vez O]

3.1.3. Soli oksokislin

V primeru, da so spojine soli, zapišemo kation v linearnem matematičnem zapisu:

a) Strukturna formula natrijevega sulfata (VI)



Molekulska formula: Na₂SO₄

Linearni matematični zapis za natrijev sulfat (VI): Na2SO4

Predlog linearnega zapisa formule natrijevega sulfata (VI), ki prikaže tudi vezi:

Na2^{+} [O][O] S(=O)(=O)

Popravek linearnega zapisa formule z oglatimi oklepaji zaradi lažje zaznave:

Na2^{+} [O][O] S[=O][=O]

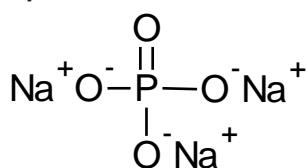
Popravek linearnega zapisa formule z zamenjavo znaka za dvojno vez [=] za zapis \2 vez, enojne vezi niso zapisane:

Na2^{+} [O][O] S[\2 vez O][\2 vez O]

Potrjen linearni zapis strukture spojine za slepe:

Na2^{+} [O][O] S[\2 vez O][\2 vez O]

b) Strukturna formula natrijevega fosfata (V)



Molekulska formula: Na₃PO₄

Linearni matematični zapis za natrijev fosfat (V): Na₃PO₄

Predlog linearnega zapisa formule natrijevega fosfata (V), ki prikaže tudi vezi:

Na³⁺[O][O][O]P(=O)

Popravek linearnega zapisa formule z oglatimi oklepaji zaradi lažje zaznave:

Na³⁺[O][O][O]P[=O]

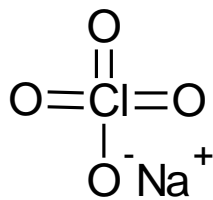
Popravek linearnega zapisa formule z zamenjavo znaka za dvojno vez [=] za zapis \2 vez, enojne vezi niso zapisane:

Na³⁺[O][O][O]S[\2 vez O]

Potrjen linearni zapis strukture spojine za slepe:

Na³⁺[O][O][O]S[\2 vez O]

c) Strukturna formula natrijevega klorata (VII)



Molekulska formula: NaClO₄

Linearni matematični zapis za natrijev klorat (VII): NaClO₄

Predlog linearnega zapisa formule natrijevega klorata (VII), ki prikaže tudi vezi:

Na⁺[O]Cl(=O)(=O)(=O)

Popravek linearnega zapisa formule z oglatimi oklepaji zaradi lažje zaznave:

Na⁺[O]Cl[=O][=O][=O]

Popravek linearnega zapisa formule z zamenjavo znaka za dvojno vez [=] za zapis \2 vez, enojne vezi niso zapisane:

Na⁺[O]Cl[\2 vez O][\2 vez O][\2 vez O]

Potrjen linearni zapis strukture spojine za slepe:

Na⁺[O]Cl[\2 vez O][\2 vez O][\2 vez O]

3.1.4. Kovinski hidroksidi



Molekulska formula: NaOH

Linearni matematični zapis za natrijev hidroksid: NaOH

Predlog linearnega zapisa formule natrijevega hidroksida, ki prikaže tudi vezi:

Na⁺OH⁻

V poznani slepe osebe ni bilo težav, saj je zapis povzet iz linearnega matematičnega zapisa.

3.2. Organska kemija

V nadaljevanju so predstavljeni zapisi nekaterih organskih spojin v obliki predloga, popravka in s strani slepe osebe potrjenega linearne zapisa.

Najbolj primeren je zapis z razširjeno racionalno formulo, skeletna in strukturna formula nista primerna za zapis za slepe.

Zapisi za vezi:

- enojna vez: \1 vez

- dvojna vez: \2 vez

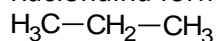
- trojna vez: \3 vez

3.2.1 Aciklični ogljikovodiki

3.2.1.1. Alkan

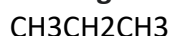
Propan

Racionalna formula:

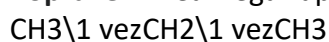


Molekulska formula: C_3H_8

Predlog linearne zapisa formule:



Popravek linearne zapisa formule za alkane, ki prikaže tudi vezi:



Popravek zapis brez presledkov ni primeren za branje s pomočjo brajeve vrstice zaradi težje zaznave. Obvezni so presledki pri vseh spojinah, torej se zgornji linearni zapis formule prilagodi s presledki.

Potrjen linearni zapis strukture spojine za slepe:

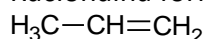
osnovnošolci: $\text{CH}_3 \backslash 1 \text{ vez CH}_2 \backslash 1 \text{ vez CH}_3$

brez enojne vezi zapis za dijake: $\text{CH}_3 \text{ CH}_2 \text{ CH}_3$

3.2.1.2. Alken

Propen

Racionalna formula:

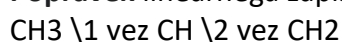


Molekulska formula: C_3H_6

Predlog linearne zapisa formule:



Popravek linearne zapisa formule za alkene s presledki in prikazom vezi:



Potrjen linearni zapis strukture spojine za slepe:

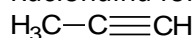
osnovnošolci: $\text{CH}_3 \backslash 1 \text{ vez CH} \backslash 2 \text{ vez CH}_2$

brez enojne vezi, samo zapis dvojne vezi za dijake: $\text{CH}_3 \text{ CH} \backslash 2 \text{ vez CH}_2$

3.2.1.3. Alkin

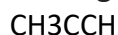
Propin

Racionalna formula:



Molekulska formula: C_3H_4

Predlog linearnega zapisa formule:



Popravek linearnega zapisa formule za alkine s presledki in prikazom vezi:



Potrjen linearni zapis strukture spojine za slepe:

osnovnošolci: $\text{CH}_3 \backslash 1 \text{ vez C } \backslash 3 \text{ vez CH}$ ali

brez enojne vezi, samo zapis trojne vezi za dijake: $\text{CH}_3 \text{ C } \backslash 3 \text{ vez CH}$

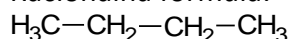
3.2.1.4. Izomerija alkanov

Izomeri so spojine z enako molekulske formulo, a različno zgradbo molekul.

3.2.1.4.a Verižna izomerija

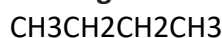
Butan

Racionalna formula:

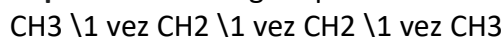


Molekulska formula: C_4H_{10}

Predlog linearnega zapisa formule:



Popravek linearnega zapisa formule s presledki in prikazom vezi:



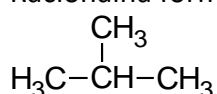
Potrjen linearni zapis strukture spojine za slepe:

osnovnošolci: $\text{CH}_3 \backslash 1 \text{ vez CH}_2 \backslash 1 \text{ vez CH}_2 \backslash 1 \text{ vez CH}_3$

brez enojne vezi za dijake: $\text{CH}_3 \text{ CH}_2 \text{ CH}_2 \text{ CH}_3$

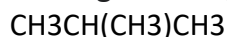
2- metil propan, izomer butana

Racionalna formula:

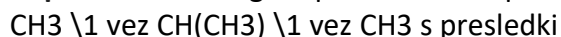


Molekulska formula: C_4H_{10}

Predlog linearnega zapisa formule:



Popravek linearnega zapisa formule s presledki in prikazom vezi:



Popravek linearnega zapisa formule z oglatimi oklepaji:



Potrjen linearni zapis strukture spojine za slepe:

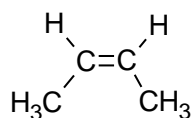
osnovnošolci: $\text{CH}_3 \backslash 1 \text{ vez CH}[\text{CH}_3] \backslash 1 \text{ vez CH}_3$

brez enojne vezi za dijake: $\text{CH}_3 \text{ CH}[\text{CH}_3] \text{ CH}_3$

3.2.1.4.b Geometrijska izomerija

V molekulah alkenov ni proste vrtljivosti okoli dvojne vezi, zato v nekaterih oblikah obstajata dve obliki alkena glede na razporeditev atomskih skupin ob dvojni vezi. V molekuli but-2-ena sta možni dve prostorski razporeditvi metilnih skupin – cis in trans razporeditev. V pomoč je linearni matematični zapis.

Racionalna formula cis but-2-ena:



Molekulska formula: C₄H₈

Predlog linearnega zapisa formule:

CH₃ CH \2 vez CH CH₃

Predlog linearnega zapisa formule, ki prikaže tudi razporeditev atomov za cis but-2-en:

$_ \{ \text{CH}_3 \} ^ \{ \text{H} \} \text{C} \setminus 2 \text{ vez C} _ \{ \text{CH}_3 \} ^ \{ \text{H} \}$

Razlaga:

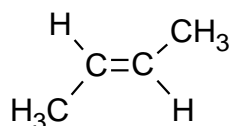
$_ \{ \text{CH}_3 \}$ pomeni zapis metilne skupine pod ravnino dvojne veži.

$^ \{ \text{H} \}$ pomeni zapis vodika nad ravnino dvojne veži

Potrjen linearni zapis strukture spojine za slepe:

$_ \{ \text{CH}_3 \} ^ \{ \text{H} \} \text{C} \setminus 2 \text{ vez C} _ \{ \text{CH}_3 \} ^ \{ \text{H} \}$

Racionalna formula trans but-2-ena:



Molekulska formula: C₄H₈

Predlog linearnega zapisa formule:

CH₃ CH \2 vez CH CH₃

Predlog linearnega zapisa formule, ki prikaže tudi razporeditev atomov za trans but-2-en:

$^ \{ \text{H} \} _ \{ \text{CH}_3 \} \text{C} \setminus 2 \text{ vez C} ^ \{ \text{CH}_3 \} _ \{ \text{H} \}$

Razlaga:

$^ \{ \text{H} \}$ pomeni zapis nad ravnino dvojne veži

$_ \{ \text{CH}_3 \}$ pomeni zapis pod ravnino dvojne veži.

Potrjen linearni zapis strukture spojine za slepe:

$^ \{ \text{H} \} _ \{ \text{CH}_3 \} \text{C} \setminus 2 \text{ vez C} ^ \{ \text{CH}_3 \} _ \{ \text{H} \}$

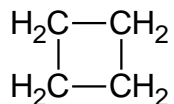
Daljše spojine predstavljajo težave pri zapisu z linearnim strukturnim zapisom.

3.2.2. Ciklični ogljikovodiki

3.2.2.1. Cikloalkan

Ciklobutan

Racionalna formula:



Molekulska formula: C₄H₈

Številka 1 se ne uporablja v zapisu formul spojin, zato je številka zelo primerna za prikaz cikličnosti. Mesti, na katerih se stikata atoma v ciklični spojini, sta označeni s številko 1 pred začetkom spojine in na koncu, na dveh sosednjih atomih v ciklični spojini.

Predlog linearnega zapisa formule, ki prikaže cikličnost:

1CH2CH2CH2CH21

Popravek linearnega zapisa formule, ki prikaže cikličnost, presledke in vezi:

1 CH2 \1 vez CH2 \1 vez CH2 \1 vez CH2 1

Za številom 1 in CH2 se naredi presledek zaradi zamenjave številke 1 s črko A na brajevi vrstici za osnovnošolce.

Potrjen linearni zapis strukture cikloalkanov za slepe:

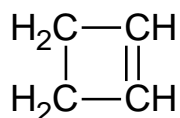
osnovnošolci: 1 CH2 \1 vez CH2 \1 vez CH2 \1 vez CH2 1

brez enojne vezi in brez presledka za številko 1 za dijake: 1CH2 CH2 CH2 CH2 1

3.2.2.2. Cikloalken

Ciklobuten

Racionalna formula:



Molekulska formula: C₄H₆

Predlog linearnega zapisa formule, ki prikaže cikličnost:

1CH2CHCHCH21

Popravek linearnega zapisa formule, ki prikaže cikličnost, presledke in vezi:

1 CH2 \1 vez CH \2 vez CH \1 vez CH2 1

Potrjen linearni zapis strukture cikloalkenov za slepe:

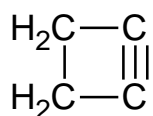
osnovnošolci: 1 CH2 \1 vez CH \2 vez CH \1 vez CH2 1

brez enojne vezi in brez presledka za številko 1 za dijake: 1CH2 CH\2 vez CH CH2 1

3.2.2.3. Cikloalkin

Ciklobutin

Racionalna formula:



Molekulska formula: C₄H₄

Predlog linearnega zapisa formule, ki prikaže cikličnost:

1CH₂CCCH₂1

Popravek linearnega zapisa formule, ki prikaže cikličnost, presledke in vezi:

1CH₂ \1 vez C \3 vez C \1 vez CH₂ 1

Potrjen linearni zapis strukture cikloalkinov za slepe:

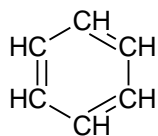
osnovnošolci: 1CH₂ \1 vez C \3 vez C \1 vez CH₂ 1

brez enojne vezi in brez presledka za številko 1 za dijake: 1CH₂ C \3 vez C CH₂ 1

3.2.3. Aromati

Benzen

Racionalna formula:



Molekulska formula: C₆H₆

Predlog linearnega zapisa formule, ki prikaže cikličnost:

1CHCHCHCHCHCH1

Popravek linearnega zapisa formule, ki prikaže cikličnost, presledke in vezi:

1 CH \1 vez CH \2 vez CH \1 vez CH \2 vez CH \1 vez CH \2 vez 1

Potrjen linearni zapis strukture za aromate:

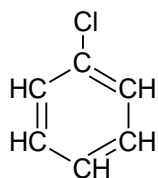
osnovnošolci: 1 CH \1 vez CH \2 vez CH \1 vez CH \2 vez CH \1 vez CH \2 vez 1

Brez enojne vezi in brez presledka za številko 1 za dijake:

1CH \2 vez CH CH \2 vez CH CH \2 vez CH 1

Klorobenzen

Racionalna formula:



Molekulska formula C₆H₅Cl

Predlog linearnega zapisa formule, ki prikaže cikličnost:

1CHCCICHCHCHCH1

Popravek linearnega zapisa formule, ki prikaže cikličnost, presledke in vezi:

1 CH \1 vez CCl \2 vez CH \1 vez CH \2 vez CH \1 vez CH \2 vez 1

Potrjen linearni zapis strukture klorobenzena za slepe:

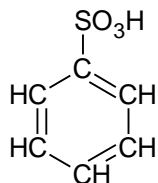
osnovnošolci: 1 CH \1 vez CCl \2 vez CH \1 vez CH \2 vez CH \1 vez CH \2 vez 1

Brez enojne vezi in brez presledka za številko 1 za dijake:

1CH \2 vez CCl CH \2 vez CH CH \2 vez CH 1

Benzensulfonska kislina

Racionalna formula:



Molekulska formula: C₆H₅SO₃H

Predlog linearnega zapisa formule, ki prikaže cikličnost:

1CHC(SO₃H)CHCHCHCH1

Popravek linearnega zapisa formule, ki prikaže cikličnost, presledke in vezi:

1 CH \1 vez C(SO₃H) \2 vez CH \1 vez CH \2 vez CH \1 vez CH \2 vez 1

Potrjen linearni zapis strukture benzensulfonske kisline za slepe:

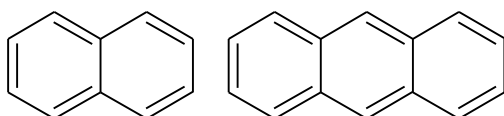
osnovnošolci: 1 CH \1 vez C(SO₃H) \2 vez CH \1 vez CH \2 vez CH \1 vez CH \2 vez 1

Brez enojne vezi in brez presledka za številko 1 za dijake:

1CH \2 vez C(SO₃H) CH \2 vez CH CH \2 vez CH11 CH \2 vez CCl CH \2 vez CH CH \2 vez CH 1
[SO₃H] bi lahko dijaki nadgradil z [HO] S[\2 vez O][\2 vez O] iz žveplove (IV) kisline.

Antracen in naftalen nista primerna za zapis z linearnim zapisom strukture molekul za slepe.

Skeletni formuli naftalena in antracena



Ni potrjen linearni zapis strukture antracena in naftalena.

Heterociklične aromatske spojine

Heterociklične aromatske spojine pri osnovnošolcu niso bile preverjene, saj obravnavane spojine niso v učnem načrtu za osnovno šolo. Pri dijaku je bil zapis heterociklične aromatske spojine preverjen, vendar je zaznava in predstava zelo težka, zato ni primeren za obravnavo in zapis za slepe osebe.

Tiofen

Skeletna formula:



Zapis S[.]\[.] pomeni, da sta dva nevezna para nad žveplom, dva nevezna para pa pod njim oziroma v tem primeru v obroču. To je pogoj za aromatičnost spojine.

Predlog linearnega zapisa formule, ki prikaže cikličnost, vezi in nevezne elektronske pare v heterocikličnem aromatskem sistemu:

1 CH S[.]\[.] CH \2 vez CH CH \2 vez 1

Ni potrjen linearni zapis strukture tiofena za slepe zaradi težke zaznave in predstave.

3.2.4. Druge organske spojine oziroma funkcionalne skupine

V splošnih formulah se pojavlja zapis R, ki pomeni radikal, ki je lahko alkan, alken, alkin ali ciklične spojine.

Primer radikalov R[.]:

CH₃[.] metil

CH₃ CH₂[.] etil

CH₃ CH₂ CH₂[.] propil

3.2.4.1. Alkohol

Splošna formula:

ROH

Predlog linearnega zapisa formule za alkohole:

R \1 vez OH

Propanol

Racionalna formula:

H₃C—CH₂—CH₂—OH

Predlog linearnega zapisa formule za propanol:

CH₃CH₂CH₂OH

Potrjen linearni zapis strukture za alkohole za slepe:

osnovnošolci: CH₃ \1 vez CH₂ \1 vez CH₂ \1 vez OH

brez enojne vezi za dijake: CH₃ CH₂ CH₂ OH ali CH₃CH₂CH₂OH

3.2.4.2. Keton

Splošna formula:

R₁COR₂

Predlog linearnega zapisa formule za ketone:

R₁ \1 vez CO \1 vez R₂

R₁ enak R₂ ali R₁ različen R₂

CO zapis C \2 vez O

Predlog linearnega zapisa formule za ketone s prikazom vezi:

R₁ \1 vez C(\2 vez O) \1 vez R₂

Predlog linearnega zapisa formule za ketone s prikazom vezi in z oglatimi oklepaji za lažje branje in z namenom preprečiti zamenjavo z atomom vodika ali s številom osem:

R₁ \1 vez C[\2 vez O] \1 vez R₂

ali R₁ C[\2 vez O] R₂

Predlog linearnega zapisa formule za ketone z linearnim matematičnim zapisom indeksa 1 in 2:

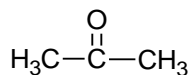
R_{1} enak R_{2} ali R_{1} različen R_{2}

Potrjen linearni zapis strukture za slepe:

R_{1} \1 vez C[\2 vez O] \1 vez R_{2}

Propanon

Racionalna formula:



Predlog linearnega zapisa formule za propanon:

CH₃COCH₃

Predlog linearnega zapisa formule za propanon s prikazom vezi, presledki in z oglatimi oklepaji:

osnovnošolci: CH₃ \1 vez C[\2 vez O] \1 vez CH₃

brez enojne vezi za dijake: CH₃ C[\2 vez O] CH₃

Potrjen linearni zapis strukture formule za propanon:

osnovnošolci: CH₃ \1 vez C[\2 vez O] \1 vez CH₃

brez enojne vezi za dijake: CH₃ C[\2 vez O] CH₃

3.2.4.3. Aldehyd

Splošna formula:

R₁CHO

Predlog linearnega zapisa formule za aldehide:

R₁ \1 vez CHO

COH zapis C[\2 vez O] \1 vez H

Predlog linearnega zapisa formule za aldehide s prikazom vezi:

R₁ \1 vez C[\2 vez O] \1 vez H

Predlog linearnega zapisa formule za aldehide s prikazom vezi in z oglatimi oklepaji za lažje branje in z namenom preprečiti zamenjavo z atomom vodika ali s številom osem:

R₁ \1 vez C[\2 vez O] \1 vez H

Predlog linearnega zapisa formule za aldehide z linearnim matematičnim zapisom indeksa 1:

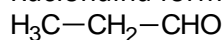
R_{1} \1 vez C[\2 vez O] \1 vez H

Potrjen linearni zapis strukture za slepe:

R_{1} \1 vez C[\2 vez O] \1 vez H

Propanal

Racionalna formula:



Predlog linearnega zapisa formule za propanal:

CH₃CH₂CHO

Predlog linearnega zapisa formule za propanal s prikazom vezi, presledki in z oglatimi oklepaji:

osnovnošolci: CH₃ \1 vez CH₂ \1 vez C[\2 vez O] \1 vez H

brez enojne vezi za dijake: CH₃ CH₂ C[\2 vez O] H

Potrjen zapis linearnega zapisa formule za propanal:

osnovnošolci: CH₃ \1 vez CH₂ \1 vez C[\2 vez O] \1 vez H

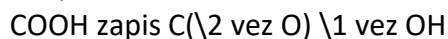
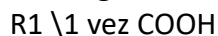
brez enojne vezi za dijake: CH₃ CH₂ C[\2 vez O] H

3.2.4.4. Karboksilne kisline

Splošna formula:



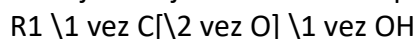
Predlog linearnega zapisa formule za karboksilne kisline.



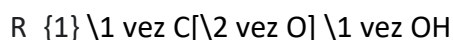
Predlog linearnega zapisa formule za karboksilne kisline s prikazom vezi:



Predlog linearnega zapisa formule za karboksilne kisline s prikazom vezi in z oglatimi oklepaji za lažje branje in z namenom preprečiti zamenjavo z atomom vodika ali s številom osem:

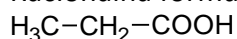


Predlog linearnega zapisa formule za karboksilne kisline z linearnim matematičnim zapisom indeksa 1:

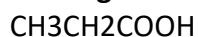


Propanojska kislina

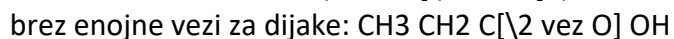
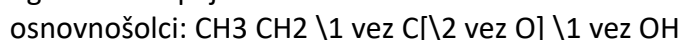
Racionalna formula:



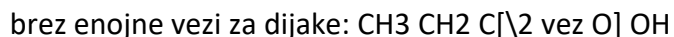
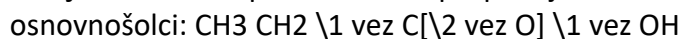
Predlog linearnega zapisa formule za propanojsko kislino:



Predlog linearnega zapisa formule za propanojsko kislino s prikazom vezi, presledki in z oglatimi oklepaji:



Potrjen linearni zapis formule za propanojsko kislino:

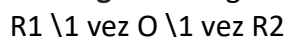


3.2.4.5. Etri

Splošna formula:

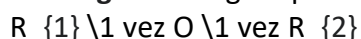


Predlog linearnega zapisa formule za eter:

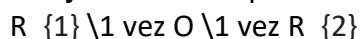


R1 enak R2 ali R1 različen R2

Predlog linearnega zapisa formule za etre z linearnim matematičnim zapisom indeksov 1 in 2:

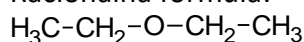


Potrjen linearni zapis strukture za slepe:

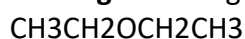


Dietil eter

Racionalna formula:



Predlog linearnega zapisa formule za dietileter:



Predlog linearnega zapisa formule za dietileter s prikazom vezi in presledki:

Osnovnošolci: CH₃ CH₂ \1 vez O \1 vez CH₂ CH₃
Brez enojne vezi za dijake: CH₃ CH₂ O CH₂ CH₃
Potrjen linearni zapis formule za dietileter:
osnovnošolci: CH₃ CH₂ \1 vez O \1 vez CH₂ CH₃
brez enojne vezi za dijake: CH₃ CH₂ O CH₂ CH₃

3.2.4.6. Estri

Splošna formula:

R₁COOR₂

R₁ enak R₂ ali R₁ različen R₂

COO zapis C(\2 vez O) \1 vez O

Predlog linearnega zapisa formule za estre:

R₁ \1 vez C(\2 vez O) \1 vez O \1 vez R₂

Predlog linearnega zapisa formule za estre s prikazom vezi, presledki in z oglatimi oklepaji za lažje branje in z namenom preprečiti zamenjavo z atomom vodika ali s številom osem:

R₁ \1 vez C[\2 vez O] \1 vez O\1 vez R₂

Predlog linearnega zapisa formule za estre z linearnim matematičnim zapisom indeksov 1 in 2:

R_{1} \1 vez C[\2 vez O] \1 vez O\1 vez R_{2}

Potrjen linearni zapis strukture za slepe:

R_{1} \1 vez C[\2 vez O] \1 vez O\1 vez R_{2}

Etil etanoat

Racionalna formula:

H₃C–COO–CH₂–CH₃

Predlog linearnega zapisa formule za etil etanoat:

CH₃COOCH₂CH₃

Predlog linearnega zapisa formule za etil etanoat s prikazom vezi, presledki in z oglatimi oklepaji:

Osnovnošolci: CH₃ \1 vez C[\2 vez O] \1 vez O\1 vez CH₂ CH₃

Brez enojne vezi za dijake: CH₃ C[\2 vez O] O CH₂ CH₃

Ni potrjen linearni zapis formule za estre, ker zapis ni bil preverjen:

osnovnošolci: CH₃ \1 vez C[\2 vez O] \1 vez O\1 vez CH₂ CH₃

Potrjen linearni zapis formule za etil etanoat:

brez enojne vezi za dijake: CH₃ C[\2 vez O] O CH₂ CH₃

3.2.4.6. Amid

Splošna formula:

R₁CONH₂

R₁ \1 vez CO \1 vez NH₂

CONH₂ zapis C(\2 vez O) \1 vez NH₂

Predlog linearnega zapisa formule za amide:

R₁ \1 vez C(\2 vez O) \1 vez NH₂

Predlog linearnega zapisa formule za amide s prikazom vezi in z oglatimi oklepaji za lažje branje in z namenom preprečiti zamenjavo z atomom vodika ali s številom osem:

R1 \1 vez C[\2 vez O] \1 vez NH2

Predlog linearnega zapisa formule za amide z linearnim matematičnim zapisom indeksa 1:

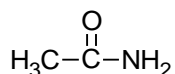
R_{1} \1 vez C[\2 vez O] \1 vez NH2

Potrjen linearni zapis strukture za slepe:

R_{1} \1 vez C[\2 vez O] \1 vez NH2

Metanamid

Racionalna formula:



Predlog linearnega zapisa formule za metan amid: CH3CONH2

Predlog linearnega zapisa formule za metan amid s prikazom vezi, presledki in oglatimi oklepaji:

Osnovnošolci: CH3 \1 vez C[\2 vez O] \1 vez NH2

Brez enojne vezi za dijake: CH3 C[\2 vez O] NH2

Ni potrjen linearni zapis formule za amide, ker zapis ni bil preverjen.

osnovnošolci: CH3 \1 vez C[\2 vez O] \1 vez NH2

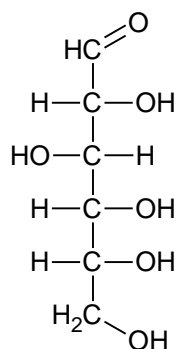
Potrjen linearni zapis formule za amide:

brez enojne vezi za dijake: CH3 C[\2 vez O] NH2

3.2.4.7. Ogljikovi hidrati

3.2.4.7.1. Glukoza

Strukturna formula:



Predlog linearnega zapisa formule za glukozo:

CH2OH CH[OH] CH[OH] CH[OH] CH[OH] CHO

Težava je pri zapisu stereoizomerije.

Predlog linearnega zapisa formule glede na zgornjo spojino:

CH2OH HC[OH] HC[OH] [HO]CH HC[OH] CHO

V primeru zapisa HC[OH] leži vodik na levi strani ogljikovega atoma, hidroksilna skupina pa na desni strani ogljikovega atoma. Zapis [HO]CH pa ravno obratno, saj je hidroksilna na levi strani ogljikovega atoma in vodika na desni strani. Na ta način lahko dijak določi, ali gre za L ali D izomer na zadnjem ogljikovem atomu, ki ima kiralni center.

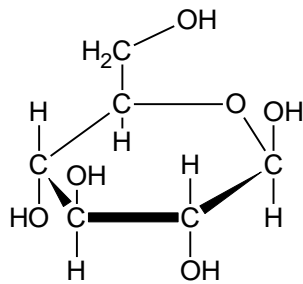
Potrjen linearni zapis formule za slepe.

CH2OH HC[OH] HC[OH] [HO]CH HC[OH] CHO

3.2.4.7.2. Ciklična oblika glukoze

Beta-D-glukopiranoza

Strukturna formula:



Predlog linearnega zapisa formule glede na zgornjo spojino:

Ciklična glukoza alfa-D-glukopiranoza

$1 \text{ CH}_{2}\{\text{OH}\} \text{CH}^{\{\text{CH}_2\text{OH}\}} \text{O} \text{CH}_{2}\{\text{OH}\} \text{CH}_{2}\{\text{OH}\} \text{CH}^{\{\text{OH}\}} 1$

Ciklična glukoza beta-D-glukopiranoza

$1 \text{ CH}_{2}\{\text{OH}\} \text{CH}^{\{\text{CH}_2\text{OH}\}} \text{O} \text{CH}^{\{\text{OH}\}} \text{CH}_{2}\{\text{OH}\} \text{CH}^{\{\text{OH}\}} 1$

3.2.5. Zapis reakcij s pomočjo linearnega matematičnega zapisa in linearnega zapisa strukture spojin za slepe

Pri kemijski reakciji je potrebno določiti smer reakcije. V primeru enosmerne reakcije se le-ta v linearnem matematičnem zapisu zapiše \rightarrow , v primeru dvosmerne reakcije se zapiše \leftrightarrow .

Potrjen linearni zapis:

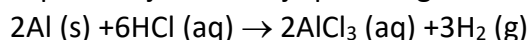
Puščica v eno smer \rightarrow

Puščica v obe smeri \leftrightarrow

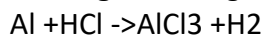
Pogoji se napišejo pred puščico v okroglem oklepaju. V primeru, da se iz reakcije nekaj izloči, eliminira, se zapišejo za puščico, prav tako v okroglem oklepaju.

3.2.5.1. Primer linearnega zapisa kemijske reakcije pri anorganski kemiji

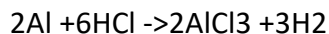
Zapis kemijske reakcije pri anorganski kemiji:



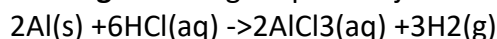
Predlog linearnega zapisa reakcije za slepe s pomočjo matematičnega zapisa:



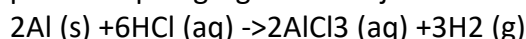
Predlog linearnega zapisa urejene kemijske reakcije:



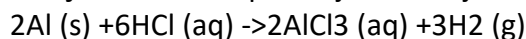
Predlog linearnega zapisa urejene kemijske reakcije z dodanimi agregatnimi stanji:



Predlog linearnega zapisa urejene kemijske reakcije z dodanimi agregatnimi stanji, vendar s presledki pri agregatnih stanjih:

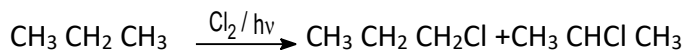


Potrjen linearni zapis urejene kemijske reakcije z dodanimi agregatnimi stanji:

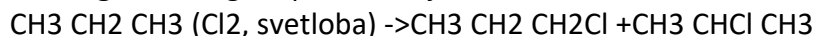


3.2.5.2. Primer zapisa reakcije substitucije v organski kemiji

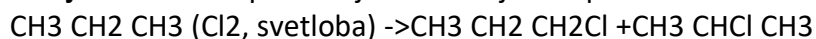
Na alkane v prisotnosti svetlobe poteče radikalna substitucija. Pri tem zaradi položajne izomerije nastaneta dva produkta.



Predlog linearnega zapisa reakcije:

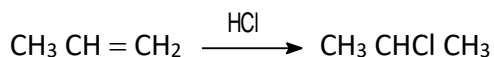


Potrjen linearni zapis kemijskih reakcij za slepe:

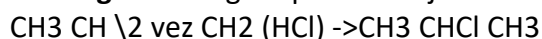


3.2.5.3. Primer zapisa reakcije adicije v organski kemiji

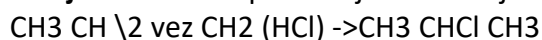
Na alkene, v spodnjem primeru na propen, poteče elektrofilna adicija vodikovega klorida.



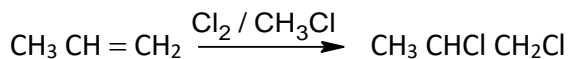
Predlog linearnega zapisa reakcije:



Potrjen linearni zapis kemijskih reakcij za slepe.



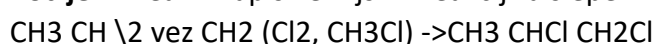
Na alkene, v spodnjem primeru na propen, poteče elektrofilna adicija klora.



Predlog linearnega zapisa reakcije:



Potrjen linearni zapis kemijskih reakcij za slepe.

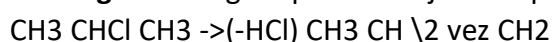


3.2.5.4. Primer zapisa eliminacije v organski kemiji

Na halogenalkane, v spodnjem primeru na 2-kloro propan, poteče eliminacija vodikovega klorida.

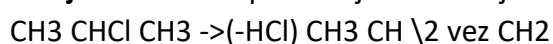


Predlog linearnega zapisa reakcije za slepe:



V zapisu je spojina, ki se eliminira, zapisana za puščico enosmerne reakcije v oklepaju.

Potrjen linearni zapis kemijskih reakcij za slepe:



4. ZAKLJUČEK

Linearni zapis je nastajal postopoma. Najprej se je zapisal predlog za določeno spojino, ki se je posredoval slepi osebi. Slepa oseba je zapis prebrala. Na podlagi prebranega in morebitnih pripomb glede razumevanja se je ugotovilo, ali je zapis razumljiv in primeren za branje. Postopek se je ponavljal toliko časa, da je bil zapis potrjen s strani slepe osebe in s strokovnega vidika učitelja. Učenec je imel na začetku nekaj težav, saj se je z linearnim zapisom strukture spojin srečeval prvič. Po večkratnem branju je zapis kemijskih spojin s pomočjo linearnega zapisa strukture spojin osvojil. Na podlagi predlogov, popravkov in potrjenih zapisov smo lahko potrdili ali ovrgli postavljene cilje in hipoteze v raziskovalni nalogi.

H1 Linearni zapis strukture spojin bo slepim v veliko pomoč pri naravoslovnih predmetih, kot sta kemija in biologija.

Hipotezo lahko potrdimo, saj ustvarjeni linearni zapis strukture spojin slepim osebam pomaga pri branju spojin pri kemiji in biologiji.

Do sedaj se je pri matematiki in fiziki uporabljal linearni matematični zapis za zapis formul in postopkov pri različnih izračunih. Žal omenjeni zapis ni primeren za uporabo pri kemiji in biologiji, saj je pri teh dveh predmetih vključenih veliko različnih kemijskih spojin. Kemijskih spojin, predvsem njihove oblike in strukture, z omenjenim zapisom ni mogoče vedno zapisati. V ta namen se je postopoma razvil linearni zapis strukture spojin za zapis kemijskih spojin pri kemiji in biologiji. Slepi osebi sta po podanem predlogu in popravkih potrdili linearni zapis strukture spojin za zapis kemijskih formul.

H2 Z linearnim zapisom strukture spojin za slepe bo mogoče zapisati vse kemijske spojine in reakcije, ki se obravnavajo pri kemiji in biologiji.

Z linearnim strukturnim zapisom kemijskih formul je možno zapisati večino spojin, ampak so nekatere od teh težje berljive in imajo zato slepi pri prepoznavi elementov več težav. Takšen primer so večciklične spojine in spojine, ki imajo multiple dvojne vezi pri določevanju geometrijskih izomerov le-teh. Prav tako je zaznava otežena pri heterocikličnih aromatskih spojinah.

Pri zapisu osnovnih kemijskih reakcij večjih težav ni bilo. Pojavile so se težave pri zapisu določenih organskih reakcij, pri katerih so reaktanti in produkti del spojin, ki jih je že v osnovi slepi osebi težje prebrati.

Hipotezo lahko delno potrdimo.

H3 Linearni zapis strukture spojin bodo brez težav uporabljali slepi osnovnošolci, dijaki in študentje pri kemiji in biologiji za zapis kemijskih formul in kemijskih reakcij.

Hipotezo lahko potrdim le delno.

Pojavljajo se razlike pri zapisu formul med dijaki in osnovnošolci. Pri zapisu za osnovnošolce je potrebno zapisati vse vezi z besedo in s številko, tudi enojne. Prav tako je za osnovnošolce pri cikličnih spojinah bolj berljiv zapis s presledkom za začetek ciklične spojine, ki ga označimo s številom 1, primer $1\text{CH}_2\text{ }1\text{ vez CH}_2\text{ }1\text{ vez CH}_2\text{ }1\text{ vez CH}_2\text{ }1$. Za dijake presledka za številom 1 na začetku spojine ni potrebno zapisati, primer $1\text{CH}_2\text{ CH}_2\text{ CH}_2\text{ CH}_2\text{ }1$. Pri študentih linearnega zapisa strukture spojin nismo mogli preizkusiti, ker v raziskavo nismo pridobili

nobenega slepega študenta, ki bi študiral naravoslovno smer, saj se večina slepih oseb odloča za družboslovne študije.

H4 Linearni zapis strukture spojin bo v veliko pomoč pri prilagajanju učbenikov, delovnih zvezkov in drugega gradiva za naravoslovne predmete.

Tudi te hipoteze ne moremo potrditi, lahko samo domnevamo, da bo v veliko pomoč Knjižnici slepih in slabovidnih Minke Skaberne ter Centru IRIS pri pripravi gradiv.

Predvidevamo, da bo nastali linearni zapis strukture spojin v pomoč pri zapisu kemijskih formul pri ustvarjanju novih učbenikov in ostalega gradiva predvsem na področju kemije in biologije. Pri teh dveh predmetih zaenkrat obstajajo samo učbeniki v zvočni obliki. V pisnem gradivu še niso bile uvedene posebne prilagoditve za slepe, pri fiziki in matematiki pa se takšen linearni matematični zapis že uporablja.

Cilj raziskovalne naloge smo dosegli, saj je nastal linearni zapis strukture spojin, ki jih lahko dokaj uspešno prebere tudi slepa oseba. Linearni zapis za slepe je omogočil zapisovanje določenih vsebin pri kemiji in biologiji, ki jih ni mogoče zapisati s pomočjo linearnega matematičnega zapisa. Prav tako je dosežen cilj, da bi z linearnimi strukturnimi zapisi kemijskih formul določene zapise poenostavili in jih bolj približali učencem, dijakom in študentom ter jim s tem omogočili študij na naravoslovnih področjih.

5. VIRI IN LITERATURA

1. 10 zmot in resnic o slepoti: <http://www.zveza-slepih.si/wp-content/uploads/2018/10/10-zmot-in-10-resnic-o-slepoti.pdf>, povzeto dne 8. 2. 2021.
2. Birch B., Louis Braille: Slepí francoski deček, čigar izum pomaga milijonom slepih, da lahko berejo. Celje: Mohorjeva družba, 1997.
3. 4. januar – svetovni dan brajeve pisave ali brajice. Center IRIS. <https://center-iris.si/2021/01/04/4-januar-svetovni-dan-brajeve-pisave-ali-brajice/>, povzeto dne 10. 2. 2021.
4. Hribar G., Knific P., Ponikvar A.: Linearni matematični zapis za slepe, Center IRIS - Center za izobraževanje, rehabilitacijo, inkluzijo in svetovanje za slepe in slabovidne, 2019
5. SMILES. Wikipedija, prosta enciklopedija. <https://sl.wikipedia.org/wiki/SMILES>, povzeto dne 12. 2. 2021.
6. SMILES – A Simplified Chemical Language. Daylight. Chemical Information System, Inc. <https://www.daylight.com/dayhtml/doc/theory/theory.smiles.html>, povzeto dne 12. 2. 2021.

VIRI SLIK

Slika 1: <https://center-iris.si/2021/01/04/4-januar-svetovni-dan-brajeve-pisave-ali-brajice/>, 10. 2. 2021.

Slika 2: Birch B., Louis Braille: Slepí francoski deček, čigar izum pomaga milijonom slepih, da lahko berejo, str. 33, 11. 2. 2021.

Slika 3: <https://center-iris.si/2021/01/04/4-januar-svetovni-dan-brajeve-pisave-ali-brajice/>, 10. 2. 2021.

Slika 4: <https://center-iris.si/2021/01/04/4-januar-svetovni-dan-brajeve-pisave-ali-brajice/>, 10. 2. 2021.

Slika 5: <https://center-iris.si/2021/01/04/4-januar-svetovni-dan-brajeve-pisave-ali-brajice/>, 10. 2. 2021.

Slika 6: <http://www.zveza-slepih.si/katalog-pripomockov/4-pripomocki-za-vsakodneвно-zivljenje/brajevi-pisalni-stroji/>, 10. 2. 2021

Slika 7: http://slepslaboviden.si/brajeva_vrstica.html, 10. 2. 2021.

Slike 8 – 14 so bile narisane s programom za risanje kemijskih formul ACD/ChemSketch

Racionalne in strukturne formule v raziskovalni nalogi so bile narisane s programom za risanje kemijskih formul ACD/ChemSketch.