

**Republika Hrvatska - Ministarstvo znanosti i obrazovanja
Agencija za odgoj i obrazovanje - Hrvatsko kemijsko društvo**

DRŽAVNO NATJECANJE IZ KEMIJE

učenika osnovnih i srednjih škola 2021./22.

5.-8. travnja 2022.

NAPOMENA:

1. Zadatci se rješavaju 120 minuta.
2. Dopušteno je koristiti samo dobivenu tablicu periodnog sustava elemenata.
3. Zadatci se moraju rješavati na mjestu predviđenom za taj zadatak (**ne** koristiti dodatne papire). Ako nema dovoljno mjesta za rješavanje zadatka, može se koristiti poledina prethodne stranice.
4. Odgovori na postavljena pitanja ili račun (kompletan) **moraju** biti pisani **kemijskom olovkom ili tintom plave boje**, jer se u protivnom neće uzimati u obzir pri bodovanju. Ispravljani odgovori se ne vrjednuju.

Prijavu ispuniti tiskanim slovima!

Prijava za II. dio natjecanja: zadaća o pokusu

Razred:

Zaporka:

POSTIGNUTI BODOVI :

(pet brojeva i do sedam velikih slova)

(potpisi članova povjerenstva):

1. _____

2. _____

3. _____

**OTKINUTI OVAJ DIO PRIJAVE I STAVITI GA U OMOTNICU S NAPISANOM ZAPORKOM
PRIJAVU ISPUNITI TISKANIM SLOVIMA**

Prijava za II. dio natjecanja: zadaća o pokusu

Razred:

Zaporka: (pet brojeva i do sedam velikih slova)

Ime i prezime učeni(ka)ce: _____ OIB: _____

Datum rođenja:

Mjesto rođenja:

Spol: 1. muški 2. ženski (zaokružiti!)

Telefon/mobitel: _____

e-mail: _____

Puni naziv škole:

Šifra škole:

Adresa škole (ulica i broj):

Grad u kojem je škola:

Županija:

Ime i prezime mentor(a)ice:

Periodni sustav elemenata IUPAC 2013.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1 H 1,008		2 He 4,003															
3 Li 6,941	4 Be 9,012																
11 Na 22,99	12 Mg 24,31																
19 K 39,10	20 Ca 40,08	21 Sc 44,96	22 Ti 47,87	23 V 50,94	24 Cr 52,00	25 Mn 54,94	26 Fe 55,85	27 Co 58,93	28 Ni 58,69	29 Cu 63,55	30 Zn 65,38	31 Ga 69,72	32 Ge 72,63	33 As 74,92	34 Se 78,98	35 Br 79,90	36 Kr 83,80
37 Rb 85,47	38 Sr 87,62	39 Y 88,91	40 Zr 91,22	41 Nb 92,91	42 Mo 95,95	43 Tc [98]	44 Ru 101,1	45 Rh 102,9	46 Pd 106,4	47 Ag 107,9	48 Cd 112,4	49 In 114,8	50 Sn 118,7	51 Sb 121,8	52 Te 127,6	53 I 126,9	54 Xe 131,3
55 Cs 132,9	56 Ba 137,3	57-71 lantanoïdi	72 Hf 178,5	73 Ta 180,9	74 W 183,8	75 Re 186,2	76 Os 190,2	77 Ir 192,2	78 Pt 195,1	79 Au 197,0	80 Hg 200,6	81 Tl 204,4	82 Pb 207,2	83 Bi 209,0	84 Po [209]	85 At [210]	86 Rn [222]
87 Fr [223]	88 Ra [226]	89-103 aktinoidi	104 Rf [267]	105 Db [268]	106 Sg [271]	107 Bh [270]	108 Hs [277]	109 Mt [276]	110 Ds [281]	111 Rg [282]	112 Cn [285]	113 Uut [285]	114 Fl [289]	115 Uup [289]	116 Lv [293]	117 Uus [294]	118 Uuo [294]
57 La 138,9	58 Ce 140,1	59 Pr 140,9	60 Nd 144,2	61 Pm [145]	62 Sm 150,4	63 Eu 152,0	64 Gd 157,3	65 Tb 158,9	66 Dy 162,5	67 Ho 164,9	68 Er 167,3	69 Tm 168,9	70 Yb 173,1	71 Lu 175,0			
89 Ac [227]	90 Th 232,0	91 Pa 231,0	92 U 238,0	93 Np [237]	94 Pu [244]	95 Am [243]	96 Cm [247]	97 Bk [247]	98 Cf [251]	99 Es [252]	100 Fm [257]	101 Md [258]	102 No [259]	103 Lr [262]			

CILJ: Na temelju teksta i ponuđenih informacija napisati jednadžbe kemijskih reakcija za opisane kemijske promjene. Identificirati tvari **A**, **B**, **C** i **D**.

Za početak jedna priča, uvertira prvog čina...

Dušik je potreban za biosintezu osnovnih građevnih tvari (DNA, RNA, aminokiseline, proteini...) svih živih bića. Možemo slobodno reći da bez dušika nema života, a kako ga u zraku ima mnogo čini se da je lako dostupan pa se ne trebamo brinuti. No, to nije tako!

Molekule dušika vrlo su postojane te je elementarni dušik poprilično nereaktivna tvar. To znači da ga živi svijet ne može koristiti u tom obliku, već ga na neki način mora prevesti u druge kemijske oblike, npr. amonijeve ili nitratne soli.

Jedan od prirodnih načina dobivanja reaktivnijih oblika dušika je ionizacija zraka do koje dolazi tijekom sijevanja munja. Ali, to je vrlo skroman doprinos i ne osigurava dostatnu količinu potrebnih oblika dušika.

Bitno veću dostupnost dušika prirodnim putem osiguravaju bakterije poput roda *Azotobacter* ili *Rhizobium* koje simbiotski žive s nekim biljkama. Ove bakterije primarno prevode dušik iz zraka u amonijeve ione, a njih kasnije druge bakterije poput roda *Nitrosomonas* prevode u nitrite koje pak bakterije roda *Nitrobacter* ili *Nitrospira* prevode u nitrate. Kada je dušik preveden u nitrate on postaje dostupan biljkama, a time i svim drugim organizmima na Zemlji. I to je prirodni put fiksacije dušika.

Na ovaj način osiguran je prirodni ciklus održavanja života u prirodnim ekosustavim koji su postigli ekološku ravnotežu, jer postoji granična brzina kojom se dušik u prirodi može reciklirati.

S druge strane, ljudska populacija u zadnjih stotinu godina raste bitno brže nego tijekom prijašnjih 30 000 godina. To znači da je u zadnjih stotinu godina potreba za hranom drastično porasla, a to pak znači da je potrebno uzgojiti sve više različitih biljaka. U takvom tempu proizvodnje hrane tlo se ne može prirodnim putem dovoljno brzo oplemeniti potrebnim dušikom. Stoga je tlo potrebno dodatno prihranjivati, a to znači proizvodnju umjetnih gnojiva, jer prirodnih ne možemo proizvesti dovoljno.

Da bismo proizveli umjetno gnojivo, moramo, prije svega, industrijskim putem prevesti dušik u amonijak. Mnogi su to pokušavali, ali najbolje su to početkom 20. stoljeća uspjeli Haber i Bosch. Uspjeli su prirediti amonijak izravnom sintezom iz dušika i vodika i pri tome osmisliti isplativ i učinkovit industrijski postupak.

E baš lijepo. Samo, dušika ima u zraku, ali kako ćemo do vodika?

ČIN PRVI Daj nam vodik, samo bez ugljika

Elementarni vodik dobiva se uglavnom iz prirodnog plina, metana, ili iz smjese lakih ugljikovodika (propan, butan). No, te je plinove prvo potrebno očistiti od sumpornih spojeva.

ZADATAK 1 Sumpor se u plinovitoj sirovoj reakcijskoj smjesi javlja u obliku **tiola**, spojeva koji su strukturno slični alkoholima (zato u nazivu i imaju nastavak -ol), a karakterizira ih **tiolna skupina** koja se od hidroksilne razlikuje po tome što umjesto atoma kisika ima atom sumpora (zato dolazi *tio* od grčki *theion* što znači sumpor). Napiši opću formulu alkohola i opću formulu tiola.

Opća formula alkohola je _____, a opća formula tiola je _____.

Sluge zove Smail-aga u sred Stoca, kule svoje, a u zemlji Hercegovoj. "Ajte amo, sluge moje, brđane mi izvedite štono sam ih zarobio robljem na Morači vodi hladnoj. Još Duraka starca k tome što me rđa svjetovaše da ih pustim domu svome. - Ivan Mažuranić, Smrt Smail age Čengića, 1846.

ZADATAK 2 Tirole se uklanja iz reakcijske smjese tako što ih se katalitički hidrogenira vodikom pri čemu sumpor prelazi u sumporovodik, a ugljikovodični ogranak u odgovarajući alkan. Napiši jednadžbu kemijske reakcije katalitičkog hidrogeniranja propan-1-tiola koristeći molekulske formule. Obvezno naznači agregacijska stanja svih reaktanata i produkata.

ZADATAK 3 Nastali sumporovodik dalje se, provođenjem kroz slojeve cinkovog oksida pri temperaturama višim od 100 °C, uklanja iz plinovite reakcijske smjese pri čemu dolazi do oslobađanja vode i vezanja sumpora u cinkov sulfid. Napiši jednadžbu kemijske reakcije vezanja sumporovodika u slojevima cinkovog oksida pri navedenim uvjetima. Obvezno naznači agregacijska stanja svih reaktanata i produkata.

ZADATAK 4 Nakon što je iz plinske smjese uklonjen sumporovodik, potrebno je sve dobivene ugljikovodike prevesti u metan i kasnije u ugljikov monoksid. To se postiže takozvanim postupkom reformacije pri čemu i već prisutni metan i ostali ugljikovodici reagiraju s vodenom parom te nastaju ugljikov monoksid i elementarni vodik. Napiši jednadžbe kemijskih reakcija reformiranja metana i reformiranja butana. Obvezno u njima naznači agregacijska stanja svih reaktanata i produkata.

ZADATAK 5 Prije kraja postupka reformiranja potrebno je vrlo otrovni ugljikov monoksid prevesti u ugljikov dioksid, a to se postiže daljnjom reakcijom ugljikovog monoksida s vodenom parom. Napiši jednadžbu kemijske reakcije i za ovaj dio postupka. Obvezno naznači agregacijska stanja svih reaktanata i produkata.

PITANJE 1 Koliko se molekula vodika dobije reformiranjem jedne molekule metana do vodika i ugljikovog dioksida?

ČIN DRUGI Valja spriječiti' efekt staklenika

Očito je da ukupni postupak proizvodnje vodika iz metana i lakih ugljikovodika proizvodi mnogo ugljikovog dioksida. Stoga je, da bi proizvodnja vodika bila ekološki prihvatljiva, potrebno smanjiti emisiju ugljikovog dioksida u atmosferu. To se postiže na različite načine od kojih je među učinkovitijima tzv. *kalcijaska petlja*. Dva su ključna koraka tijekom kalcijске petlje.

1. Kalcinacija – dobivanje CaO iz CaCO₃ pri temperaturama od približno 900 °C pri čemu nastaje čisti ugljikov dioksid kojeg se dalje može koristiti u sintetske ili druge svrhe.
2. Karbonacija – provodi se pri nižim temperaturama pri čemu CaO dobiven tijekom kalcinacije veže na sebe CO₂ i tako od njega očisti vodik nastao procesom reformiranja.

ZADATAK 6 Napiši jednadžbu kemijske reakcije karbonacije. Obvezno naznači agregacijska stanja svih reaktanata i produkata.

Kalcijev karbonat dobiven karbonacijom može se prebaciti u kalcinator i ponovo kalcinirati.

Sluge zove Smail-aga u sred Stoca, kule svoje, a u zemlji Hercegovoj. "Ajte amo, sluge moje, brđane mi izvedite štono sam ih zarobio robljem na Morači vodi hladnoj. Još Duraka starca k tome što me rđa svjetovaše da ih pustim domu svome. - Ivan Mažuranić, Smrt Smail age Čengića, 1846.

ČIN TREĆI Ha'jmo brzo da ne bude fjaka, dušik-vodik evo amonijaka

Industrijska fiksacija dušika, poznata kao Haber-Boschov postupak, dobila je naziv prema njemačkim kemičarima Fritz Haberu i Carlu Bosch, koji su osmislili i usavršili ovaj postupak u prvoj polovici 20. stoljeća. Sinteza amonijaka provodi se pri tlakovima od 100 bara i pri temperaturama od 400 do 500 °C pri čemu se plinovita smjesa dušika i vodika prevodi preko četiri katalitička punjenja i time postiže 97 %-tno iskorištenje procesa. Za otkriće ovog postupka Fritz Haber dobio je 1918. godine Nobelovu nagradu za kemiju.

ZADATAK 7 Napiši jednadžbu kemijske reakcije industrijske fiksacije dušika. Obvezno naznači agregacijska stanja svih reaktanata i produkata.

ČIN ČETVRTI Sve je dobro, amonijak je tu, al' kako dobiti tvar nitratnu?

Većina biljaka dušik uzima iz tla u obliku topljivih amonijevih i nitratnih soli, a sve životinje i ljudi dobivaju ga iz biljaka u obliku prirodnih spojeva u koje ga biljke ugrade. Dakle, prvo biljke moraju ugraditi dušik u npr. aminokiseline i proteine da bi ga ljudi i životinje mogli dalje iskoristiti. Ako nema nitrata, biljkama će se smanjiti količina klorofila u lišću pa će oni postati blijedi ili žuti. To će smanjiti učinkovitost fotosinteze i biljkama onemogućiti normalan rast. Posljedično, sve to uroditi će smanjenim uzgojem hrane. Drugim riječima, bez nitrata eto nama gladi i rata.

Da bi se iz amonijaka dobilo nitrate potrebno je amonijak oksidirati, tj. prevesti ga u neki dušikov oksid. Iako naizgled lagana, to i nije jednostavna zadaća. Amonijak ne podržava gorenje, a zapalit će se samo u čistom kisiku i tada gorjeti slabim žutozelenim plamenom.

Glavna prepreka na putu od amonijaka do nitrata su zapravo molekule dušika koje su vrlo stabilne pa će sagorijevanjem amonijaka u nedostatku kisika prije nastati elementarni dušik nego neki dušikov oksid. U tehnološkom smislu to je bio veliki problem, kojeg je oko 1900. godine uporabom katalizatora riješio Wilhelm Ostwald.

ZADATAK 8 Napiši jednadžbu kemijske reakcije za gorenje amonijaka pri kojem nastaje dušik. Obvezno naznači agregacijska stanja svih reaktanata i produkata.

ZADATAK 9 Napiši jednadžbu kemijske reakcije za katalizirano gorenje amonijaka u čistom kisiku pri kojem nastaje dušikov monoksid. Obvezno naznači agregacijska stanja svih reaktanata i produkata.

ZADATAK 10 Dobiveni dušikov monoksid, koji je bezbojan, dalje će reagirati s kisikom te će nastati crvenosmeđi oksid dušika. Napiši jednadžbu kemijske reakcije za daljnju oksidaciju dušikovog monoksida. Obvezno naznači agregacijska stanja svih reaktanata i produkata.

ZADATAK 11 Uvođenjem crvenosmeđeg oksida dušika u vodu u svakoj elementarnoj pretvorbi nastaju dvije molekule dušične kiseline i molekula dušikovog monoksida. Napiši jednadžbu kemijske reakcije za reakciju crvenosmeđeg oksida dušika s vodom. Obvezno naznači agregacijska stanja svih reaktanata i produkata.

Sluge zove Smail-aga u sred Stoca, kule svoje, a u zemlji Hercegovoj. "Ajte amo, sluge moje, brđane mi izvedite štono sam ih zarobio robljem na Morači vodi hladnoj. Još Duraka starca k tome što me rđa svjetovaše da ih pustim domu svome. - Ivan Mažuranić, Smrt Smail age Čengića, 1846.

ZADATAK 12 Ako se pak crvenosmeđi oksid dušika uvodi u vodu u prisustvu zraka produkt će biti samo dušična kiselina. Napiši jednadžbu kemijske reakcije za opisanu kemijsku promjenu. Obvezno naznači agregacijska stanja svih reaktanata i produkata.

ZADATAK 13 Problem u cijelom procesu predstavlja sporedna reakcija amonijaka s dušikovim monoksidom zbog koje će se zaustaviti daljnja oksidacija, jer će nastati elementarni dušik. Napiši jednadžbu kemijske reakcije za opisanu kemijsku promjenu. Obvezno naznači agregacijska stanja svih reaktanata i produkata.

ČIN PETI Ak' poželiš i ti, okušati sreću, naputak ovaj sad ja tebi reć' ću...

Tikvica okrugloga dna volumena 500 mL i dugoga grla hvataljkom je uspravno pričvršćena za stativ, a grlo joj je bilo okrenuto otvorom prema gore. U tikvicu je uveden čisti kisik te je nakon toga u nju dodano i 5 mL koncentrirane amonijeve lužine. Sadržaj tikvice lagano je promiješan kružnim pokretima tako da je lužina mogla bolje oplahnuti stijenke tikvice. Potom je na grlo tikvice postavljen poveći čep da spriječi isparavanje iz tikvice, ali ne i da je potpuno začepi. Na šuštećem plamenu u žličici je užaren prah kromovog(III) oksida do crvenog žara. Kad se oksid užario, s grla je maknut čep te je u malim porcijama užareni oksid sipan u tikvicu. **Zabilježena su sljedeća opažanja.**

Amonijeva lužina je bezbojna i bistra tekućina, oštra mirisa. Kromov(III) oksid je zeleni zrnasti prah. Kad se u tikvicu usipava vrući kromov(III) oksid, u njoj se pojavljuju sitna užarena zrnca (podsjećaju na krijesnice) koja lebde kroz tikvicu i polako utrnu. Stijenke tikvice se zamagle, a na njenom dnu se nakupljaju zelena zrnca kromovog(III) oksida. Nakon nekog vremena u tikvici se pojavljuje blijedožuti plin.

ZADATAK 14 Napiši jednadžbu kemijske reakcije koja će sumarno prikazati gorenje amonijaka u čistom kisiku pri čemu će u plinovitom stanju nastati voda i dušična kiselina. Obvezno naznači agregacijska stanja svih reaktanata i produkata.

PITANJE 2 Čemu služe zrnca kromovog(III) oksida u ovom pokusu?

PITANJE 3 Zbiva li se u ovom pokusu na zrcima kromovog(III) oksida egzotermna ili endotermna promjena?

Ovim je riješen problem gladi. Sada ćemo uzgojiti dovoljno hrane, a nju će biti potrebno dostaviti na različita mjesta. To znači da su potrebna i neka pogonska fosilna goriva. Njih se proizvodi na različite načine, a jedan od njih je i uporaba bakterija roda *Clostridium*. Tako sve više dobivamo i tekućinu koja može zamijeniti dizelska i benzinska goriva...

Sluge zove Smail-aga u sred Stoca, kule svoje, a u zemlji Hercegovoj. "Ajte amo, sluge moje, brđane mi izvedite štono sam ih zarobio robljem na Morači vodi hladnoj. Još Duraka starca k tome što me rđa svjetovaše da ih pustim domu svome. - Ivan Mažuranić, Smrt Smail age Čengića, 1846.

ČIN ŠESTI Tekućine četiri čudne, svaka majstor svoje sudbe...

Kvalitativnom analizom tekućina **A**, **B**, **C** i **D** utvrđeno je da tekućine sadrže ugljik, vodik i kisik.

Kvantitativnom analizom utvrđeno je da uzorak mase 74,11 g uzorka bilo koje od tih četiriju tekućina sadrži 48,04 g ugljika, 10,08 g vodika i 16,00 g kisika.

Tijekom spaljivanja tekućina u čistom kisiku broj molekula kisika potrebnih za njihovo potpuno spaljivanje šest puta je veći od broja molekula tekućina.

Sve tekućine reagiraju s elementarnim kalijem pri čemu nastaje bezbojni zapaljivi plin. Isti plin nastaje reakcijom elementarnog natrija s metanolom.

ZADATAK 15 Izračunaj maseni udio kisika u uzorcima tekućina.

ZADATAK 16 Izračunaj relativnu masu formulae jedinice tekućina.

PITANJE 4 S obzirom na podatke o kemijskom sastavu u kakvom su odnosu molekulske formule ispitivanih tekućina? Objasni svoj odgovor.

ZADATAK 17 Odredi molekulska formulu tekućina.
Izračun:

Molekulska formula tekućina je _____.

ZADATAK 18 Koristeći molekulska formulu tekućina napiši jednačinu kemijske reakcije za njihovo potpuno spaljivanje u čistom kisiku. Obvezno naznači agregacijska stanja svih reaktanata i produkata.

PITANJE 5 Koji plin nastaje kemijskom reakcijom tekućina s kalijem?

Plin koji nastaje reakcijom tekućina s kalijem je _____.

Sluge zove Smail-aga u sred Stoca, kule svoje, a u zemlji Hercegovoj. "Ajte amo, sluge moje, brđane mi izvedite što sam ih zarobio robljem na Morači vodi hladnoj. Još Duraka starca k tome što me rđa svjetovaše da ih pustim domu svome. - Ivan Mažuranić, Smrt Smail age Čengića, 1846.

UKUPNO BODOVA NA 5. STRANICI:

	6,5
--	------------

Pokus 2 za 8. razred osnovne šole

Zaporka:

PITANJE 6 S obzirom na reakciju s kalijem i na broj atoma kisika u molekuli kojoj vrsti organskih spojeva tekućine pripadaju?

Tekućine su _____.

ZADATAK 19 Koristeći molekulsku formulu tekućina napiši jednadžbu kemijske reakcije za njihovu reakciju s kalijem. Agregacijska stanja reaktanata i produkata nisu potrebna.

ZADATAK 20 Koristeći molekulske formule napiši jednadžbu kemijske reakcije metanola i natrija. Agregacijska stanja nisu potrebna.

PITANJE 7 Kako objašnjavaš činjenicu da tekućine imaju različita vrelišta, iako im je kemijski sastav jednak?

PITANJE 8 Kako zovemo različite molekule iste molekulske formule?

ZADATAK 21 Napiši strukturne formule svih mogućih molekula ove vrste organskih spojeva koje pripadaju iznađenoj molekulskoj formuli.

ZADATAK 22 Napiši kemijska imena predloženih tekućina.

PITANJE 9 Jačim zagrijavanjem iz molekula tekućina izdvaja se voda. Nastali spoj obezboji bromnu vodu. Što zaključuješ o produktu zagrijavanja na temelju navedenih činjenica?

ZADATAK 23 Koristeći molekulske formule napiši jednadžbu kemijske reakcije kojom ćeš opisati kemijsku promjenu iz prethodnog zadatka.

1. stranica	2. stranica	3. stranica	4. stranica	5. stranica	6. stranica	Ukupni bodovi
	+		+		+	
						=
						40

Sluge zove Smail-aga u sred Stoca, kule svoje, a u zemlji Hercegovoj. "Ajte amo, sluge moje, brđane mi izvedite štono sam ih zarobio robljem na Morači vodi hladnoj. Još Duraka starca k tome što me rđa svjetovaše da ih pustim domu svome. - Ivan Mažuranić, Smrt Smail age Čengića, 1846.

UKUPNO BODOVA NA 6. STRANICI:

	10
--	----