

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

DRŽAVNO NATJECANJE IZ KEMIJE

učenici(ka) osnovnih i srednjih škola 2018.

Crikvenica, 22–25. travnja 2018.

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: **zadani pokus**

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: **zadani pokus**

razred

Zaporka (pet brojeva i do sedam velikih slova):

Ime i prezime učenici(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	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	5 B 10,81														
11	Na 22,99	12 Mg 24,31	13 Al 26,98														
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
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
55	Cs 132,9	56 Ba 137,3	57-71 lanthanoidi	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]
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]
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]		

Temeljne prirodne konstante

Brzina svjetlosti u vakuumu	c_0	$2,998 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$
Planckova konstanta	h	$6,626 \times 10^{-34} \text{ J s}$
Elementarni naboj	e	$1,602 \times 10^{-19} \text{ C}$
Masa mirovanja elektrona	m_e	$9,109 \times 10^{-31} \text{ kg}$
Masa mirovanja protona	m_p	$1,673 \times 10^{-27} \text{ kg}$
Masa mirovanja neutrona	m_n	$1,675 \times 10^{-27} \text{ kg}$
Atomska masena konstanta, unificirana atomska jedinica mase, dalton	$m_u, u, \text{ Da}$	$1,661 \times 10^{-27} \text{ kg}$
Avogadrova konstanta	L, N_A	$6,022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
Boltzmannova konstanta	k, k_B	$1,381 \times 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$
Molarna plinska konstanta	R	$8,314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$
Faradayeva konstanta	F	$9,649 \times 10^4 \text{ C mol}^{-1}$
Molarni volumen idealnog plina ($p = 101,325 \text{ kPa}, t = 0 \text{ }^\circ\text{C}$)	V_m	$22,41 \text{ L mol}^{-1}$

Gust, gušći, najgušći

Pred tobom se nalaze 3 bočice kapalice s uzorcima različitih tvari. U nastavku ćeš se upoznati sa svojstvima i značajkama tih tvari. Osim punih, pred tobom su i dvije prazne bočice. U određenom trenutku, jednu ćeš praznu bočicu ispuniti s četvrtim uzorkom kojeg trebaš pripremiti. Petu bočicu kapalicu, koja se oblikom može razlikovati od prethodnih, upotrijebit ćeš tek pred kraj ovog pokusa, u *koraku V*.

Sve su bočice kapalice na tvom stolu načinjene od polietena – tvari koju svrstavamo u plastične materijale. Bočice kapalice s tvarima (uključujući i onu koju ćeš ispuniti uzorkom) jednake su onima koje smo koristili u pripremi ovog eksperimenta.

Kako bismo dobili vrijednosti potrebne za provedbu i provjeru ovoga eksperimenta, jednu smo bočicu odvagali, a potom Arhimedovom metodom izmjerili volumen vode koju bočica istiskuje. Pokazalo se da je masa plastične bočice 6,0941 g (zanemarili smo masu zraka u bočici jer je vrlo mala) i da je volumen istisnute vode 27,8 mL. Sva mjerenja izvršena su pri temperaturi od 20 °C. U izračunima, gustoću vode smo zaokružili na 1 g/cm³. Istu vrijednost upotrebljavaj i ti tijekom ovog eksperimenta.

Vodi računa o navedenim podatcima, jer ti neki od njih u određenom trenutku mogu biti od pomoći. Bočice s tvarima ne otvaraj do pred kraj eksperimenta, a tada prosudi ima li ih potrebe otvarati i napravi ono što smatraš smislenim.

U epruvetama se nalaze jednaki uzorci kao i u bočicama s tvarima. Označeni su istim rednim brojem.

Na raspolaganju ti je različito posuđe, pribor i materijal. Prosudi što ćeš od ponuđenog iskoristiti, a što ti neće trebati. Eto, toliko za uvod. Savjetujemo ti da pročitaš tekst ovog Pokusa, od početka do kraja, a tek potom kreneš s radom. Sretno!

I. KORAK

1. Uzorak 1 nalazi se u bočici i u epruveti koje su označene brojem jedan. Promotri epruvetu s **uzorkom 1** pa zabilježi njegova svojstva.

2. Dok promatraš, u epruveti s **uzorkom 1** događa se promjena.

2. a) Koju promjenu uočavaš?

2. b) Je li riječ o fizikalnoj ili kemijskoj promjeni? *Ako ti nedostaju podatci da možeš odgovoriti na ovo pitanje, nastavi dalje s radom, pa se, kada ih pronađeš, vrati i odgovori.*

3. Proizvod iz čijeg smo sadržaja izdvojili **uzorak 1** dostupan je u gotovo svim trgovinama prehrambene robe. Na etiketi artikla naveden je sljedeći sastav: voda, fruktozno-glukozni sirup, ugljikov dioksid, fosforna kiselina, bojilo E150d, prirodne arome.

Fruktozno-glukozni sirup služi kao zaslađivač. Maseni udio glukoze i fruktoze (to su dvije tvari iz skupine šećera, jednake molekulske formule) u sirupu je 76 %, a ostatak sirupa je voda. Podsjećamo da je glukoza produkt fotosinteze.

3. a) Izdvoji one sastojke iz sastava navedenog proizvoda koje znaš prikazati kemijskom simbolikom. Imenuj ih i prikaži molekulskim formulama.

UKUPNO BODOVA NA 1. STRANICI :

4,5

3. b) Na etiketi istog proizvoda prikazana je prosječna hranjiva vrijednost 100 mL tvari iz koje smo izdvojili **uzorak 1**, kako slijedi:

Energija	42	kcal
Energija	180	
Masnoće	0	
Proteini	0	
Šećeri	10,60	
Sol	0	

U trećem stupcu tablice navedena je samo jedna mjerna jedinica. Dopuni tablicu tako da upišeš odgovarajuće mjerne jedinice u prazna polja. Za razliku od mjerne jedinice za masu, mjerna jedinica za energiju koju upisuješ u tablicu treba imati predmetak *k* (kilo).

3. c) Gustoća **uzorka 1** je 1,045 g/mL. Utvrđeno je da 250 mL te tvari sadrži 43 mg fosforne kiseline. Maseni udio bojila E150d, prirodnih aroma i ugljikova dioksida iznosi 0,3 %.

Izračunaj ukupnu masu bojila E150d, prirodnih aroma i ugljikova dioksida u 100 mL tvari poput **uzorka 1**.

3. d) Izračunaj maseni udio vode u 100 mL tvari poput **uzorka 1**.

3. e) Izračunaj masu fruktozno-glukoznog sirupa u 200 mL tvari poput **uzorka 1**.

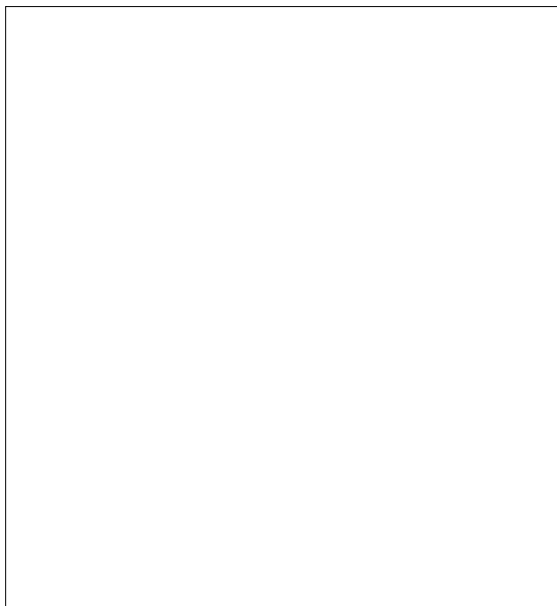
UKUPNO BODOVA NA 2. STRANICI :

	5,5
--	-----

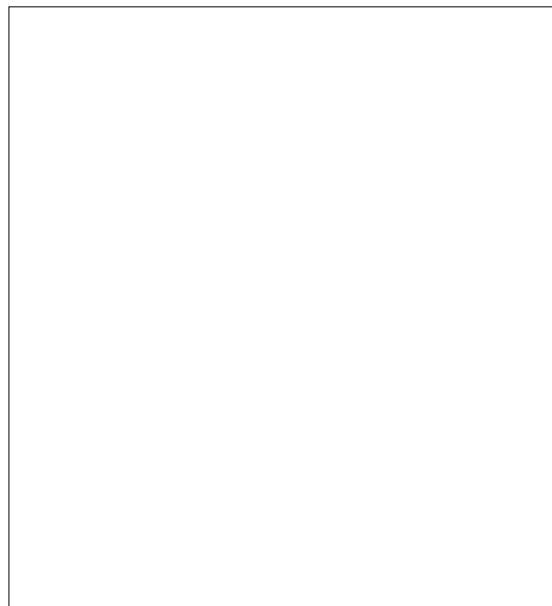
4. Idemo dalje. Nakratko se vraćamo u vrijeme u kojem smo propitivali ideju za ovaj pokus. Jednog od tih dana, Marta je iz hladnjaka izvadila bocu s tvari poput **uzorka 1** i tom tvari do vrha ispunila novu bočicu kapalicu, baš onakvu kakva se sada nalazi pred tobom. Čep bočice čvrsto je zavila, u žurbi crveno-plavu majicu kratkih rukava zamijenila bijelom, navukla trenirku, a potom i zimsku jaknu te otrčala na trening. Nakon što se vratila kući promotrla je bočicu. Promisli i odgovori na pitanja koja slijede.

Dok je Marta trenirala, bočica sa sadržajem je promijenjen izgled. Detaljno skiciraj: **a)** bočicu sa sadržajem, kakva je bila netom nakon što ju je Marta izvadila iz hladnjaka i **b)** bočicu sa sadržajem kakvu je Marta zatekla po povratku kući.

a)



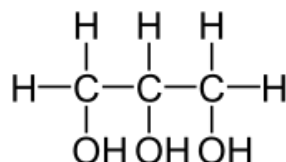
b)



II. KORAK

5. **Uzorak 2** nalazi se u bočici i u epruveti koje su označene brojem dva. Promotri epruvetu s **uzorkom 2** pa zabilježi njegova svojstva.

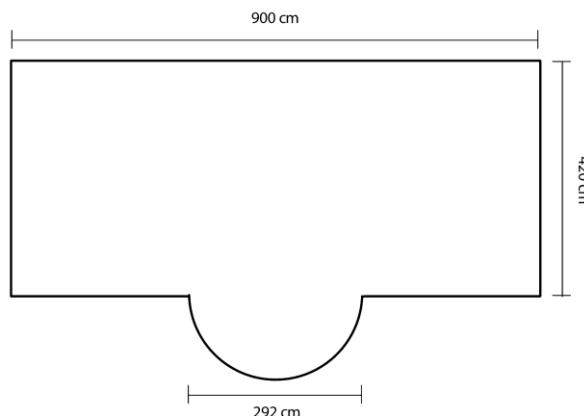
6. Alkoholi su skupina kemijskih spojeva u kojima je na ugljikovodični lanac vezana jedna ili više hidroksilnih (–OH) skupina. **Uzorak 2** je alkohol glicerol. Zbog svojih svojstava higroskopnosti, dobrog otapanja tvari ili slatkastog okusa, ima raznovrsnu uporabu. Strukturna formula molekule glicerola je:



UKUPNO BODOVA NA 3. STRANICI :

	2,5
--	------------

Glicerol je nusprodukt u procesu proizvodnje bio-dizela. Nakon ciklusa proizvodnje i pročišćavanja, u jednom se pogonu u Brazilu proizvede onoliko glicerola koliko treba da se bazen pravokutnog oblika s pravilnim polukružnim proširenjem, kako je prikazano na shemi 1, ispuni do visine od 86 cm.



Shema 1. Oblik i dimenzije bazena za prikupljanje glicerola u proizvodnom pogonu u Brazilu

6. a) Bazen za glicerol je dubok 2 m. Masa glicerola koji potpuno ispuni bazen iznosi 103700,93 kg. Izračunaj masu glicerola koji se dobije jednim proizvodnim ciklusom u navedenom pogonu u Brazilu.

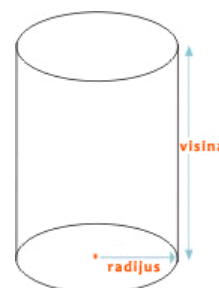
Račun:

Odgovor: Masa glicerola koji se dobije jednim proizvodnim ciklusom iznosi: _____

6. b) Izračunaj gustoću glicerola. Rezultat iskaži u g/cm^3 .

Kako bi se mogao riješiti ovaj problem treba reći da se polukružni dio bazena promatra kao polovica valjkastog tijela. Volumen valjka dobijemo tako da površinu kruga (naime, baza valjka je krug) pomnožimo s visinom valjka.

Račun:



Odgovor: Gustoća glicerola je: _____

UKUPNO BODOVA NA 4. STRANICI :

	3
--	---

6. c) Molekulskom formulom prikaži molekulu glicerola. Pomoć: simbole elemenata u molekulskoj formuli glicerola poredaj abecednim redom. Zapamti da to, inače, nije pravilo po kojem se pišu molekulske formule.

6. d) Izračunaj masu molekule glicerola.

Račun:

6. e) Izračunaj masu 50 mL glicerola.

Račun:

III. KORAK

7. **Uzorak 3** nalazi se u bočici i u epruveti koje su označene brojem tri. Promotri epruvetu s **uzorkom 3** pa zabilježi njegova svojstva.

8. U Komiži, na otoku Visu, ribari i težaci krajem proljeća sole srdele kako bi ih mogli konzumirati, ponajprije u listopadu, u periodu berbe grožđa. Soljenje se provodi otprilike ovako...

Na dno posude pospe se sol. Nakon što se srdele slože jedna do druge, prekriju se slojem soli i snažno pritisnu poklopcem, najčešće komadom oblikovane daske. Sada se posuda zakrene za 90° pa se nastavi sa slaganjem srdela u novom redu. Proces se prekida kada se stigne do vrha posude. Na srdele se postavi poklopac te ga se optereti kamenom ili nekim drugim teškim predmetom. Nakon nekog vremena posuda se ispuni tekućinom – smjesom otopljenih soli i soka iz riba. Tekućinu s vrha treba odliti i nadomjestiti salamutom – zasićenom otopinom kuhinjske soli.

Koja dva fizikalna čimbenika uzrokuju pojavu tekućine u posudi sa zasoljenim srdelama?

9. Najzastupljeniji sastojak kuhinjske soli je natrijev klorid. Podatci o topljivosti natrijeva klorida u vodi dani su u tablici 2.

Tablica 2. Topljivost natrijeva klorida u 100 g vode pri različitim temperaturama

$t^{\circ}\text{C}$	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
$m(\text{NaCl})/\text{g}$	35,7	35,8	35,9	36,1	36,4	-	37,1	-	38	38,5	39,2

* Vrijednosti mase otopljenog natrijevog klorida, označene crticom, nisu nam poznate.

9. a) Jedan od uzoraka koji se nalazi pred tobom dobiven je otapanjem 8,95 g natrijeva klorida u 25 mL destilirane vode i to pri tlaku od 1 atmosfere i temperaturi od 10 °C. Je li pripremljena otopina:

A) nezasićena; B) zasićena; C) prezasićena; D) razrijeđena?

UKUPNO BODOVA NA 5. STRANICI :

	5,5
--	-----

9. b) Kada bi se u navedenu otopinu pri 10 °C usulo 26,85 g natrijeva klorida pa dolilo 25 ml destilirane vode i promiješalo sadržaj, nastala otopina bila bi:

A) nezasićena; B) zasićena; C) prezasićena; D) heterogena smjesa.

9. c) Volumen zasićene otopine natrijeva klorida pri 20 °C iznosi 113,53 cm³. Izračunaj gustoću te otopine.

Račun:

Odgovor: Gustoća zasićene otopine natrijeva klorida je _____

IV. KORAK

Za pripremu **Uzorka 4** koristit ćeš podatke o topljivosti limunske kiseline, C₆H₈O₇, u vodi pri različitim temperaturama (tablica 3.).

Tablica 3. Topljivost limunske kiseline, C₆H₈O₇, u 100 grama vode pri različitim temperaturama

t/°C	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
m(C ₆ H ₈ O ₇)/g	-	117,43	147,76	180,89	220,19	-	-	-	382,48	-	547,79

* Vrijednosti mase otopljene limunske kiseline, označene crticom, nisu nam poznate.

10. U plastičnoj se čaši nalazi 50 g limunske kiseline. Tvoj je zadatak pripremiti zasićenu otopinu. U čašu ulij onoliko vode koliko smatraš potrebnim da bi, pri 20 °C, nastala zasićena otopina limunske kiseline. Kako bi se ekonomičnije koristilo vrijeme tijekom pripremanja zasićene otopine, ako želiš, dok pripremaš otopinu, možeš krenuti rješavati zadatak **10 c)** i **korak V**.

Kada zaključiš da je otopina limunske kiseline u čaši zasićena, njome do vrha kapalice ispuni bočicu, a potom je, navijajući zatvarač, čvrsto zabrtvi. *Vodi računa da u bočici ne zaostane zraka.* Potom riješi zadatke **10 a)** i **10 b)**.

10. a) Navedi argumente i brojčane vrijednosti koji potvrđuju da si zaista pripremila/pripremio zasićenu otopinu limunske kiseline.

10. b) Tvar koja je ulivena u bočicu kapalicu je:

A) homogena smjesa; B) heterogena smjesa; C) kemijski element; D) kemijski spoj

UKUPNO BODOVA NA 6. STRANICI :

	5,5
--	-----

10. c) Za pripremu ovoga pokusa trebao nam je podatak o gustoći zasićene otopine limunske kiseline, ali ga nismo uspjeli pronaći. Zbog toga smo gustoću zasićene otopine limunske kiseline odlučili eksperimentalno odrediti.

Za tu svrhu nam je poslužio piknometar – mala posudica nalik odmjerne tikvici kratkog vrata, precizno određenog volumena od 25,0 mL. Piknometar se zatvara s brušenim čepom kroz koji je moguće istisnuti višak tekućeg sadržaja. Koristi se pri određivanju gustoće tvari. Piknometar smo odvagali i utvrdili masu od 27,1595 g. Potom smo piknometar do vrha napunili sa zasićenom otopinom limunske kiseline i ponovno ga stavili na vagu. Očitali smo masu od 56,6610 g.

A) Koju vrstu vage smo koristili za mjerenje mase piknometra?

B) Izračunaj gustoću zasićene otopine limunske kiseline u uvjetima provedenog mjerenja.

Račun:

Odgovor: _____

Eto, za sada smo završili s prva četiri uzorka. U nastavku ćemo se nakratko zabaviti gustoćom plastične bočice.

V. KORAK

11. a) Osmisli eksperimentalni postupak i utvrdi je li gustoća polietena od kojeg je izgrađena plastična bočica kapalica veća, manja ili jednaka gustoći vode pa zaokruži točan odgovor.

Gustoća polietena od kojeg je izgrađena plastična bočica je:

A) veća od gustoće vode; B) manja od gustoće vode; C) jednaka gustoći vode

11. b) Ukratko opiši eksperimentalni postupak kojim si utvrdila/utvrdio odnos gustoće polietena i gustoće vode i obrazloži zaključak.

UKUPNO BODOVA NA 7. STRANICI :

	5,5
--	-----

11. c) Sada računskim putem provjeri ispravnost svog (prethodnog) zaključka. Dakle, izračunaj gustoću polietena od kojeg je izgrađena bočica. Slobodno se posluži nekim od ranije ponuđenih ili izračunatih podataka.

Račun:

Odgovor: Gustoća polietena od kojeg je izgrađena bočica iznosi: _____

VI. KORAK

12. Na odgovarajuće mjesto u tablici upiši odgovarajući pojam iz sljedećeg niza: homogena smjesa, heterogena smjesa, elementarna tvar, kemijski spoj. Pojedini se pojam može upotrijebiti jednom, više puta ili nijednom.

Uzorak 1	Uzorak 2	Uzorak 3	Uzorak 4

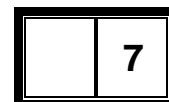
13. Osmisli i provedi eksperimentalni postupak koji će ti omogućiti da, temeljem odgovarajućeg mjerenja, poredaš razmatrane uzorke prema gustoći, počevši od najrjeđeg prema najgušćem.

13. a) Najrjeđi uzorak je _____. Navedi eksperimentalni dokaz.

13. b) Najrjeđi od tri preostala uzorka je _____. Navedi eksperimentalni dokaz.

13. c) Rjeđi od dva preostala uzorka je _____. Navedi eksperimentalni dokaz.

UKUPNO BODOVA NA 8. STRANICI :



13. d) Najgušći uzorak je _____. Navedi eksperimentalni dokaz.

Eto, to bi bilo sve za danas. Znamo da su zadatci u ovom pokusu bili jako zahtjevni, no muka je završila. Odmori se, druži s prijateljima i lijepo zabavi. Bez obzira na konačan poredak, uvijek ćeš znati da pripadaš nekolicini najboljih kemičarki i kemičara svoje generacije u Republici Hrvatskoj. Čestitamo!

1. stranica

2. stranica

3. stranica

4. stranica

5. stranica

6. stranica

	+		+		+		+		+		+
--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---

7. stranica

8. stranica

9. stranica

Ukupni bodovi

	+		+		=		40
--	---	--	---	--	---	--	----

UKUPNO BODOVA NA 9. STRANICI :

	1
--	---