

PRIBOR: stalak za epruvete, epruvete E1 – E9, dvije papirnate ladice, Petrijeva zdjelica, predmetno staklo, kapalica, papirnati držak, svijeća, šibice, indikatorski papir sa skalom.

KEMIJE: Uzorci tvari **A**, **T1**, **T2**, destilirana voda, Lugolova otopina, otopina fenolftaleina, HCl(aq), H₂SO₄(aq), Na(s); K₂Cr₂O₇(aq); Mg(s), CaCO₃(s)

Napomena: u jednadžbama kemijskih reakcija obvezno je naznačiti agregacijska stanja reaktanata i produkata. Agregacijska stanja bit će bodovana samo ako su ispravno napisane kemijske formule svih reaktanata i produkata zadane reakcije.

Organsko-anorganska zavrzlama

Ruke zaštititi rukavicama!

Pitanje 1. U papirnatu ladicu **L1** nalazi se uzorak tvari **A**. Opiši tvar **A**.

Siva krutina/čvrsta tvar 0,5 bodova, u obliku kamenčića 0,5 bodova

2 × 0,5 bodova = 1 bod

KORAK 1. U epruveti **E1** nalazi se destilirana voda. Pažljivo prebaci tvar **A** iz papirnatu ladicu u epruvetu **E1** koristeći plastičnu pincetu. Zabilježi opažanja.

Nastaju mjehurići 0,5 bodova nastaje bijeli talog 0,5 bodova

2 × 0,5 bodova = 1 bod

KORAK 2. Nakon što je reakcija završila, dio sadržaja iz epruvete **E1** pažljivo prelij u epruvete **E2** i **E3** do oznake.

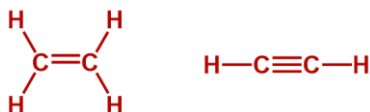
KORAK 3. Zbog otrovnosti broma, u kemijskim testovima često se kao alternativa koristi vodena otopina joda u kalijevom jodidu poznata pod nazivom Lugolova otopina. U epruvetu **E1** dodaj pet kapi Lugolove otopine i promiješaj sadržaj laganim protresanjem epruvete. Zabilježi opažanja.

Dolazi do obezbojenja Lugolove otopine.

0,5 bodova

Pitanje 2. Kemijskom promjenom iz **KORAKA 1** nastaje plinoviti ugljikovodik s dva ugljikova atoma, topljiv u vodi. Nacrtaj moguće strukturne formule tog ugljikovodika.

Odgovor:



2 × 0,5 bodova = 1 bod

Pitanje 3. Tvar **A** sadržava 62,53 % kalcija, a ostatak je ugljik. Izračunaj molekulsku formulu tvari **A** te je imenuj. Račun:

$$\frac{n(\text{Ca})}{n(\text{C})} = \frac{\frac{62,53}{40,08}}{\frac{37,47}{12,01}} = \frac{1,560}{3,128} = \frac{1}{2}$$

Točne množine kalcija i ugljika 2 × 0,5 bodova; točan omjer 0,5 bodova = 1,5 bodova

Kemijska formula spoja: CaC₂ 0,5 bodova

Ime spoja: Kalcijev karbid 0,5 bodova

Pitanje 4. Napiši ime plinovitog ugljikovodika koji nastaje u **KORAKU 1**.

Etin / acetilen

0,5 bodova

KORAK 4. U epruvete **E2** i **E3** dodaj dvije kapi fenolftaleina i promiješaj sadržaj laganim protresanjem epruvete. Zabilježi opažanja.

Tekućina u epruvetama se obojila u ljubičasto / purpurno / ružičasto 0,5 bodova, talog je zaostao 0,5 bodova

KORAK 5. U epruvetu E2 dodaj 20 kapi klorovodične kiseline. Nakon dodatka kiseline promiješaj sadržaj laganim protresanjem epruvete. Zabilježi opažanja.

Došlo je do obezbojenja tekućine 0,5 bodova i talog se otopio 0,5 bodova

$2 \times 0,5 \text{ bodova} = 1 \text{ bod}$

KORAK 6. U epruvetu E3 dodaj 20 kapi sumporne kiseline. Nakon dodatka kiseline promiješaj sadržaj laganim protresanjem epruvete. Zabilježi opažanja i usporedi s opažanjima iz **KORAKA 5**.

Došlo je do obezbojenja tekućine 0,5 bodova bijeli talog je zaostao 0,5 bodova

$2 \times 0,5 \text{ bodova} = 1 \text{ bod}$

Pitanje 5. Objasni opažanja uočena u **KORACIMA 5 i 6**.

Zakiseljavanjem otopine klorovodičnom kiselinom smanjuje se pH otopine i dolazi do promjene boje indikatora,

a kalcijev hidroksid reagira s kiselinom i otapa se. U usporedbi s klorovodičnom, dodavanjem sumporne kiseline

u otopinu se dodaju i sulfati koji s kalcijevim kationima talože teško topljiv kalcijev sulfat.

Promjena boje indikatora – 0,5 bodova; otapanje taloga – 0,5 bodova; taloženje kalcijeva sulfata – 0,5 bodova

$3 \times 0,5 = 1,5 \text{ bodova}$

Pitanje 6. Napiši jednadžbu kemijske reakcije nastajanja plinovitog ugljikovodika koji nastaje u **KORAKU 1**.



Priznati i $\text{Ca}(\text{OH})_2(\text{aq})$ te ako je otopljeni hidroksid napisan u ionskom obliku: $\text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + \text{OH}^{-}(\text{aq})$.

1,5 bodova

Pitanje 7. Reakcija iz **KORAKA 1** provedena je pri 25,0 °C i 101,325 kPa. Koliko se litara tog plinovitog ugljikovodika može dobiti pri navedenim uvjetima, ako se za njegovo dobivanje iskoristi 50,0 g tvari A i veliki suvišak vode?

Napomena: Ako ne znaš odgovor na pitanje 3 i / ili 6, računaj sa sljedećim podacima: $M_r(\text{A}) = 60,0$; $n(\text{A}):n(\text{plin}) = 1:2$ *

Odgovor:

Točno odgovoreno na pitanje 3 i / ili 6.

$$n(\text{A}) = \frac{m(\text{A})}{M(\text{A})} = \frac{50,0 \text{ g}}{64,10 \text{ g mol}^{-1}} = 0,780 \text{ mol}$$

$$n(\text{plin}) = n(\text{A}) = 0,780 \text{ mol}$$

$$V(\text{plin}) = \frac{n \times R \times T}{p} = \frac{0,780 \text{ mol} \times 8,3145 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \times 298,15 \text{ K}}{101325 \text{ Pa}}$$

$$V(\text{plin}) = 19,1 \text{ L}$$

Pogrešno ili nije odgovoreno na pitanje 3 i / ili 6.

$$n(\text{A}) = \frac{m(\text{A})}{M(\text{A})} = \frac{50,0 \text{ g}}{60,0 \text{ g mol}^{-1}} = 0,833 \text{ mol}$$

$$n(\text{plin}) = 2 \times n(\text{A}) = 1,67 \text{ mol}$$

$$V(\text{plin}) = \frac{n \times R \times T}{p} = \frac{1,67 \text{ mol} \times 8,3145 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \times 298,15 \text{ K}}{101325 \text{ Pa}}$$

$$V(\text{plin}) = 40,9 \text{ L}$$

množina tvari A – 0,5; množina plina – 0,5; tlak u Pa – 0,5; izraz za $V(\text{plin})$ – 0,5; rezultat – 0,5

$5 \times 0,5 = 2,5 \text{ bodova}$

*Svjesno su dane pogrešne vrijednosti relativne molekulske mase i omjera množina jer bi točne vrijednosti mogle poslužiti kao nagovještaj rješenja trećeg i šestog zadatka.

Pitanje 8. Koja vrsta kemijske veze se ostvaruje između čestica koje grade tvar A?

Ionska.

0,5 bodova

Pozovi nastavnika koji će ti dati uzorak natrija.

Pitanje 9. Od dežurnog nastavnika dobio si komadić elementarnog natrija koji je dulje vrijeme stajao na zraku. Pažljivo ga promotri i usporedi s fotografijom uzorka natrija prikazanom niže koji je svježe izvađen iz boce s petrolejem. Zabilježi opažanja.



Natrij na fotografiji je srebrnastosive boje, metalnog sjaja. 0,5 bodova Uzorak natrija u petrijevoj zdjelici

je smeđežućkaste boje, nema metalni sjaj.

0,5 bodova

$2 \times 0,5 = 1$ bod

Pitanje 10. Zašto se uzorak iz Petrijeve zdjelice razlikuje od onog na slici?

Stajanjem na zraku natrij se presvlači slojem oksida/hidroksida/karbonata/hidrogenkarbonata. 0,5 bodova

KORAK 7. Pažljivo prebaci natrij iz Petrijeve zdjelice u epruvetu E4 koristeći se plastičnom pincetom. Zabilježi opažanja.

Nastaju mjehurići / razvija se bezbojni plin

0,5 bodova

KORAK 8. U epruvetu E4 dodaj dvije kapi fenolftaleina. Zabilježi opažanja.

Tekućina se obojila u ljubičasto / purpurno / ružičasto

0,5 bodova

KORAK 9. U epruvetama E4 i E5 nalazi se tekućina T1. U epruvetu E6 dodaj 10 kapi zakiseljene vodene otopine kalijevog bikromata. Zabilježi opažanja.

Zakiseljena vodena otopina kalijevog bikromata je narančaste boje

0,5 bodova

KORAK 10. Tekućinu T1 iz epruvete E5 pažljivo prelij u epruvetu E6. Odmah nakon dodatka tekućine T1 promiješaj sadržaj epruvete E6 laganim protresanjem te je vrati na stalak. Zabilježi opažanja.

Miješanjem tekućine T1 i vodene otopine kalijevog bikromata dolazi do promjene boje iz narančaste u

zelenu/plavozelenu.

0,5 bodova

Pitanje 12. Napiši kemijsku formulu kationa koji nastao kemijskom promjenom u KORAKU 10, a odgovoran za promjenu boje tekućine.

Cr^{3+}

0,5 bodova

Pitanje 13. Tekućina T1 je kemijski spoj iz kojeg dehidratacijom nastaje eten. Napiši ime spoja T1.

Etanol

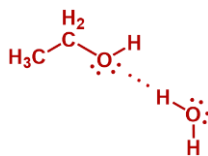
0,5 bodova

Pitanje 14. Hoće li elementarni cezij s T1 reagirati burnije ili manje burno nego natrij?

Cezij će reagirati burnije od natrija

0,5 bodova

Pitanje 15. Nacrtaj molekulu tvari **T1** povezanu vodikovom vezom s molekulom vode.



0,5 bodova

KORAK 11. Oksidacijom **T1** kalijevim bikromatom nastaje tvar **T2**, čije molekule sadrže jednak broj ugljikovih atoma kao i molekule **T1**. Plastičnom kapalicom prenesi dio vodene otopine **T2** iz epruvete **E7** na univerzalni indikatorski papir koji se nalazi na predmetnom staklu. Odredi pH otopine pomoću mjerne skale.

pH = 2–4

0,5 bodova

KORAK 12. Kojoj vrsti organskih spojeva pripada tvar **T2**?

pH = Tekućina T2 je karboksilna kiselina.

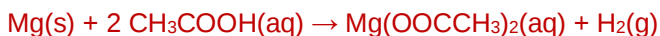
0,5 bodova

KORAK 13. U papirnatoy lađici **L2** nalazi se uzorak magnezija. Pažljivo prebaci magnezij iz papirnate lađice u epruvetu **E7** koristeći plastičnom pincetom. Promotri promjene. Zabilježi opažanja i odgovori na pitanja 16 i 17 tek nakon što odgovoriš na pitanje 19!

Reakcijom magnezija i **T2** nastaju mjehurići plina 0,5 bodova, a magnezij se otopio 0,5 bodova.

 $2 \times 0,5 = 1$ bod

Pitanje 16. Napiši jednadžbu kemijske reakcije iz **KORAKA 13**.



1,5 bodova

Pitanje 17. Kako bi se promijenila brzina reakcije iz **KORAKA 13** kad bi se umjesto magnezijske trake iskoristio magnezij u prahu?

Brzina bi se povećala.

0,5 bodova

Anioni koji nastaju ionizacijom **T2** u vodi su slabo bazični, a topljivost njihovih soli u vodi ovisi o kiselosti metalnih kationa koji ulaze u sastav soli – što je kation kiseliji sol je manje topljiva. Kiselost kationa ovisi o nabojnom broju kationa (Z) i radijusu kationa (r) prema sljedećem izrazu:

$$\text{kiselost} \sim \frac{Z^2(\text{kation})}{r(\text{kation})}$$

Pitanje 18. Napiši raspored elektrona po ljuskama atoma alkalijskog metala čija će sol s anionima iz **T2** biti najmanje topljiva u vodi.

Odgovor: 2, 1

0,5 bodova

RJEŠENJA

Skini rukavice!

KORAK 14. U epruvetama **E8** i **E9** nalazi se uzorak kalcijevog karbonata. Opiši ga!

Kalcijev karbonat je bijeli prah. 0,5 bodova

KORAK 15. U epruvetu **E8** dodaj deset kapi destilirane vode. Nakon dodatka vode promiješaj sadržaj laganim protresanjem epruvete. Zabilježi opažanja.

Nije došlo do otapanja, nastala je heterogena smjesa. 0,5 bodova

KORAK 16. U epruvetu **E8** dodaj dvije kapi fenolftaleina. Zabilježi opažanja.

Nije došlo do promjene boje. 0,5 bodova

Pitanje 19. Što možeš zaključiti na temelju rezultata pokusa u **KORACIMA 15 i 16?**

Odgovor: Kalcijev karbonat se ne otapa 0,5 bodova niti kemijski reagira s vodom. 0,5 bodova

$2 \times 0,5 = 1 \text{ bod}$

KORAK 17. Upali svijeću. Papirnatom hvataljkom uhvati epruvetu **E9** i zagrijava je na plamenu svijeće tri minute (broji u sebi). Epruveta neka bude otprilike pola centimetra udaljena od vrha plamena svijeće. Zabilježi opažanja i ugasi svijeću. (Ako se tijekom zagrijavanja na stijenku epruvete ulovila čađa obriši je krpom!)

Nema vidljive promjene 0,5 bodova

KORAK 18. Nakon zagrijavanja ostavi epruvetu **E9** na stalku da se ohladi, a zatim u nju dodaj deset kapi destilirane vode. Nakon dodatka vode promiješaj sadržaj laganim protresanjem epruvete. Zabilježi opažanja.

Nastala je suspenzija 0,5 bodova talog se ne otapa 0,5 bodova

$2 \times 0,5 = 1 \text{ bod}$

KORAK 19. U epruvetu **E9** dodaj dvije kapi fenolftaleina. Zabilježi opažanja.

Sadržaj epruvete obojao se ljubičasto / purpurno / ružičasto. 0,5 bodova

Pitanje 20. Što možeš zaključiti na temelju rezultata pokusa u **KORACIMA 17–19?**

Zagrijavanjem kalcijevog karbonata došlo je do kemijske promjene. 0,5 bodova Čvrsti produkt reagira s vodom

0,5 bodova i nastaje lužnata otopina. 0,5 bodova

$3 \times 0,5 = 1,5 \text{ bodova}$

Pitanje 21. Napiši jednadžbu kemijske reakcije: a) iz **KORAKA 17** (grijanje kalcijevog karbonata) i b) **KORAKA 18** (ostatak nakon grijanja + voda)

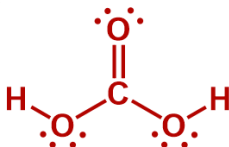
a) KORAK 17: $\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightarrow \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$

1,5 bodova

b) KORAK 18: $\text{CaO}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2(\text{s})$ ili $\text{CaO}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2(\text{aq})$

1,5 bodova

Pitanje 22. Nacrtaj Lewisovu strukturnu formulu kiseline koja nastaje otapanjem plinovitog produkta reakcije iz **KORAKA 17** u vodi.



0,5 bodova

Pitanje 23. Zagrijavanjem čvrstog produkta reakcije iz **KORAKA 17** s koksom (ugljik) pri 2200 °C uz smanjen dotok kisika nastaje tvar **A**. Napiši jednadžbu reakcije.



1,5 bodova

Pitanje 24. Za potpunu neutralizaciju smjese natrijevog i kalcijevog hidroksida mase 1,125 g potrošeno je 10,4 mL klorovodične kiseline masenog udjela 9,6 % i gustoće 1,048 g mL⁻¹. Izračunaj maseni udio natrijevog hidroksida u smjesi.

$$n(\text{HCl}) = \frac{m(\text{HCl})}{M(\text{HCl})} = \frac{m(\text{HCl})_{\text{otopine}} \times w(\text{HCl})}{M(\text{HCl})} = \frac{\rho(\text{HCl})_{\text{otopine}} \times V(\text{HCl}) \times w(\text{HCl})}{M(\text{HCl})}$$

$$n(\text{HCl}) = \frac{1,048 \text{ g mL}^{-1} \times 10,4 \text{ mL} \times 0,096}{36,46 \text{ g mol}^{-1}} = 2,870 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

$$\begin{aligned} n(\text{HCl}) &= n(\text{NaOH}) + 2n(\text{Ca(OH)}_2) = 2,870 \times 10^{-2} \text{ mol} \\ 39,99 \times n(\text{NaOH}) + 74,10 \times n(\text{Ca(OH)}_2) &= 1,125 \text{ mol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} n(\text{Ca(OH)}_2) &= 3,850 \times 10^{-3} \text{ mol} \\ n(\text{NaOH}) &= 2,100 \times 10^{-2} \text{ mol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} m(\text{NaOH}) &= 2,100 \times 10^{-2} \text{ mol} \times 39,99 \text{ g mol}^{-1} = 0,840 \text{ g} \\ w(\text{NaOH}) &= \frac{0,840}{1,125} = 75,0 \% \end{aligned}$$

Izraz za množinu kiseline – 0,5; točna množina kiseline – 0,5;
povezane množine hidroksida s množinom kiseline – 0,5
povezane mase hidroksida s masom smjese – 0,5;
točno izračunata množina kalcijevog i natrijevog hidroksida – 0,5 + 0,5
Točno izračunat maseni udio natrijevog hidroksida – 0,5
7 × 0,5 = 3,5 bodova