

**PRAKTIKUM IZ OPĆE KEMIJE II**  
(Integrirani preddiplomski i diplomski sveučilišni studij: **Biologija i kemija**  
(Kemija i biologija); **Fizika i kemija** (Kemija i fizika))

*Dodatak*

*Zagreb, veljača 2020.*

## **I 10. Halogeni elementi**

VJEŽBA 10.1. Dobivanje klora,  $\text{Cl}_2$

VJEŽBA 10.2. Dobivanje kalijeve klorata,  $\text{KClO}_3$

VJEŽBA 10.3. Dobivanje klorovodika,  $\text{HCl}$

## **II 11. Halkogeni elementi**

VJEŽBA 11.1. Dobivanje kisika

VJEŽBA 11.5. Dobivanje sumporova dioksida,  $\text{SO}_2$

## **III 12. Elementi dušikove skupine**

VJEŽBA 12.1. Dobivanje amonijaka,  $\text{NH}_3$

VJEŽBA 12.3. Dobivanje dušikova(II) oksida,  $\text{NO}$

VJEŽBA 12.4. Dobivanje dušikova(IV) oksida,  $\text{NO}_2$

## **IV 15. Prijelazni elementi**

VJEŽBA 15.2. Dobivanje kromove stipse,  $\text{KCr}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$

VJEŽBA 15.7. Dobivanje tetraaminbakrova(II) sulfata monohidrata,  
 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$

## **V 16. Kinetika kemijskih reakcija**

VJEŽBA 16.1. Ovisnost brzine kemijske reakcije o koncentraciji reaktanata

VJEŽBA 16.2. Ovisnost brzine kemijske reakcije o temperaturi

VJEŽBA 16.3. Utjecaj katalizatora na brzinu kemijske reakcije

## **VI 17. Ravnoteža kemijskih reakcija**

VJEŽBA 17.3. Hidroliza (Protolitičke reakcije)

VJEŽBA 17.4. Produkt topljivosti

VJEŽBA 17.5. Utjecaj zajedničkog iona na ravnotežu u otopini

## **VII 18. Ionski izmjenjivači**

VJEŽBA 18.1. Deionizacija vode i regeneracija ionskog izmjenjivača

## **VIII 23. Elektroliza i galvanski članak**

VJEŽBA 23.1. Elektroliza u uređaju s topljivom anodom

VJEŽBA 23.2. Elektroliza u uređaju s netopljivom anodom

VJEŽBA 23.3. Faradayevi zakoni elektrolize

VJEŽBA 23.4. Relativna jakost oksidansa i reducensa

VJEŽBA 23.5. Priprema galvanskog članka

### **OBAVEZNA LITERATURA:**

M. Sikirica, B. Korpar-Čolig, Praktikum iz opće kemije, II. izd., Školska knjiga, Zagreb 2003.

### **DOPUNSKA LITERATURA:**

1) M. Sikirica, Stehiometrija, 19. izd., Školska knjiga, Zagreb, 2001.

2) I. Filipović, S. Lipanović, Opća i anorganska kemija I i II dio, IX. izd., Školska knjiga, Zagreb 1995.

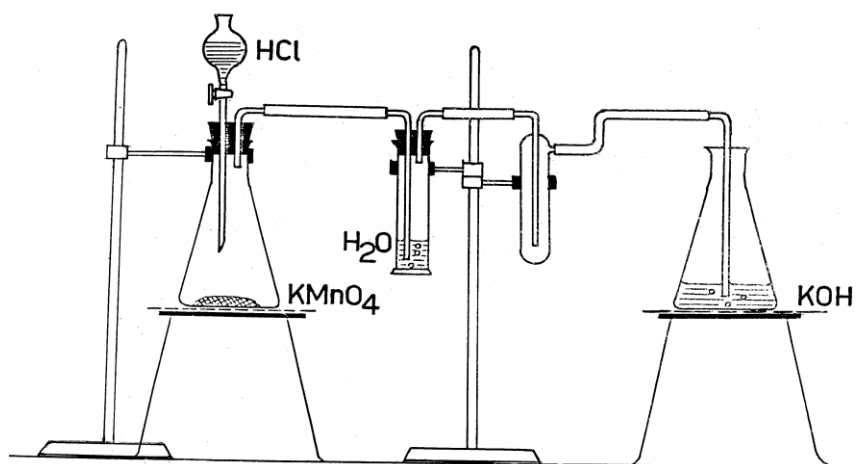
## VJEŽBE 10.1. i 10.2. Dobivanje klora i kalijevog klorata

**Napomena:** Aparatura za izvođenje vježbe razlikuje se od navedene u priručniku «Praktikum iz opće kemije». Ove dvije vježbe se izvode kombinirano s istom aparaturom.

**Pribor i kemikalije:** Erlenmeyerova tikvica od 250 mL ili tikvica za odsisavanje, Erlenmeyerova tikvica od 100 mL, lijevak za dokapavanje, jedna ispiralica, dvije stupice, staklene cjevčice, satno staklo, epruvete, gumene cjevčice, gumeni čep, vata, kalijev permanganat, kalijev hidroksid, koncentrirana klorovodična kiselina, otopina kalijeva bromida,  $c(\text{KBr}) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$ , otopina kalijeva jodida  $c(\text{KI}) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$ , crveni i plavi lakmusov papir, heksan ili kloroform.

### VJEŽBU IZVODITE U DIGESTORU, KLOR JE OTROVAN!

**Skica aparature:**



Slika 10. Aparatura za dobivanje kalijeva klorata

**Postupak:**

1. Složite aparaturu kao na slici 10. U ispiralicu stavite destiliranu vodu, u tikvicu od 250 mL (ili tikvicu za odsisavanje) stavite 10–12 g krutoga kalijevog permanganata, a u lijevak za dokapavanje stavite oko 35 mL koncentrirane klorovodične kiseline.
2. U Erlenmeyerovoj tikvici od 100 mL otopite 5 g čvrstog kalijevog hidroksida u 15 mL destilirane vode. Otopinu ohladite. Tikvicu labavo začepite čepom od vate natopljenim u otopinu kalijeva hidroksida. Na vatu nanesite par kapi tinte.
3. Iz lijevka za dokapavanje dodajte kap po kap koncentriranu klorovodičnu kiselinu. Razvijaju se žuto-zelene pare klora. Brzinu nastanka klora regulirajte praćenjem brzine protoka mjehurića plina u ispiralici. Klor ne smije prebrzo izlaziti jer ne bi uspio reagirati s otopinom kalijeva hidroksida.

4. Nakon 15 minuta uvođenja klora u tikvicu s otopinom kalijeva hidroksida, izvucite malo otopine kapalicom i stavite u epruvetu. Toj otopini dodajte nekoliko kapi otopine kalijeva jodida. Ako nastane intenzivno smeđa boja od izlučenog elementarnog joda, u otopini je nastala dovoljna količina hipokloritnih iona. Ako je otopina slabo obojena, ili samo žućkasta, potrebno je nastaviti uvoditi klor slijedećih nekoliko minuta. Ponovnim testom utvrdite kraj reakcije.

5. Tikvicu s dobivenom otopinom kalijeva hipoklorita ugrijte na oko 60 °C i istodobno nastavite s uvođenjem klora. Nakon pola sata uvođenja klora prekinite zagrijavanje, a sadržaj tikvice ohladite u čaši ili pateni sa smjesom leda i vode.

6. Hlađenjem otopine nastaju blijedo-ružičasti kristali kalijeva klorata.

7. Utvrdite promjene na vati obojenoj tintom. Rastavite aparaturu u digestoru. U ispiralici s vodom je nastala „klorna voda“, otopina klora u vodi. Iskoristite ju za slijedeće pokuse. **Sve dijelove aparature perite u digestoru!**

8. Izvedite slijedeće pokuse sa „klornom vodom“:

- U čašu ulijte nekoliko mililitara klorne vode i dodajte obojenu krpicu, plavi i crveni lakmus papir. Promatrajte promjene.
- Ulijte u jednu epruvetu nekoliko mL otopine kalijeva bromida, a u drugu nekoliko mL otopine kalijeva jodida. U obje epruvete dodajte malo „klorne vode“. Zabilježite promjene. Napišite odgovarajuće jednadže kemijskih reakcija.
- U iste epruvete s otopinama kalijeva bromida i jodida, u koje je već dodana klorna voda, dodajte po još oko 1-2 mL heksana ili kloroforma, promućkajte i pričekajte da se slojevi odijele. Opišite i obrazložite promjene.

9. Dobivene kristale kalijeva klorata odfiltrirajte preko Büchnerova lijevka uz vakuum vodene sisaljke, a zatim osušite na zraku ili u eksikatoru. Suhi produkt izvažite, izračunajte iskorištenost i s propisanim podacima predajte voditelju praktikuma.

## 16. KINETIKA KEMIJSKIH REAKCIJA

### Vježba 16.1. Ovisnost brzine kemijske reakcije o koncentraciji reaktanata

**Pribor i kemikalije:** 2 čaše od 100 mL, 2 menzure (25 mL i 50 mL), zaporni sat, otopina natrijeva tiosulfata,  $c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 0,25 \text{ mol dm}^{-3}$ , otopina sumporne kiseline,  $c(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,25 \text{ mol dm}^{-3}$ .

#### Postupak:

1. Na komadu čistog papira nacrtajte grubu, jasno vidljivu mrežu površine oko  $30 \text{ cm}^2$ . U jednu čašu od 100 mL odmjerite točno 10 mL otopine sumporne kiseline navedene koncentracije. U drugu čašu, drugom čistom menzutom odmjerite određenu količinu vode i otopine natrijeva tiosulfata, kao što je dano u tablici.

Pokus	$V(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) / \text{mL}$	$V(\text{H}_2\text{O}) / \text{mL}$	$V(\text{H}_2\text{SO}_4) / \text{mL}$	$V_{\text{ukupni}} / \text{mL}$	$t_{\text{zamućenja}} / \text{s}$
1	10	30	10	50	
2	20	20	10	50	
3	30	10	10	50	
4	40	-	10	50	

2. Otopine brzo promiješajte tako da otopinu sumporne kiseline ulijete u čašu s otopinom natrijeva tiosulfata. Odmah počnite mjeriti vrijeme koristeći se zapornim satom. Otopinu još jednom promiješajte gibanjem tekućine u čaši i postavite na papir s mrežicom. Promatrajte otopinu u čaši. U trenutku kad se mrežica više ne vidi, jer se otopina zamutila od izlučena sumpora, odčitajte vrijeme. Zapišite rezultat. Isperite čaše destiliranom vodom i ponovite pokus s drugim količinama otopina, kako je navedeno u tablici.

**Napomena:** Temperatura otopina u svim slučajevima mora biti jednaka.

3. Prikažite rezultate grafički tako da na ordinatu nanese vrijeme u sekundama koje ste izmjerili od početka reakcije pa do nestanka mreže. Na apscisu nanese koncentraciju otopine natrijeva tiosulfata.

## Vježba 16.2. Ovisnost brzine kemijske reakcije o temperaturi

**Pribor i kemikalije:** 2 čaše od 100 mL, 2 menzure od 25 mL, zaporni sat, otopina natrijeva tiosulfata,  $c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 0,25 \text{ mol dm}^{-3}$ , otopina sumporne kiseline,  $c(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,25 \text{ mol dm}^{-3}$ .

### Postupak:

Vježba se izvodi analogno vježbi opisanoj pod 16.1., s tom razlikom, što se u ovom slučaju mijenja temperatura, a koncentracija otopine ostaje nepromijenjena.

1. U jednu čašu od 100 mL odmjerite točno 10 mL otopine sumporne kiseline dane koncentracije. U drugu čašu, drugom čistom menzurom odmjerite 10 mL otopine natrijeva tiosulfata i dodajte 30 mL destilirane vode.

Pokus	$V(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)/\text{mL}$	$V(\text{H}_2\text{O})/\text{mL}$	$V(\text{H}_2\text{SO}_4) /\text{mL}$	$t / ^\circ\text{C}$	$t_{\text{zamućenja}}/\text{s}$
1	10	30	10		
2	10	30	10		
3	10	30	10		

2. Otopine brzo promiješajte tako da otopinu sumporne kiseline ulijete u čašu s otopinom natrijeva tiosulfata. Odmah počnite mjeriti vrijeme koristeći se zapornim satom. Otopinu još jednom promiješajte gibanjem tekućine u čaši i postavite na papir s mrežicom. Promatrajte otopinu u čaši. U trenutku kad se mrežica više ne vidi, jer se otopina zamutila od izlučena sumpora, odčitajte vrijeme. Zapišite rezultat. Izmjerite i zapišite temperaturu otopine. Termometar operite i obrišite krpom.
3. Pokus ponovite s jednakim količinama reaktanata ali tako da otopine prethodno ugrijete za oko  $10 ^\circ\text{C}$ . Nakon što ste odčitali vrijeme potrebno da dođe do istog zamućenja kao u prethodnim pokusima, izmjerite temperaturu reakcijske smjese. Ponovite pokus s istim količinama reaktanata, ali tako da otopine prethodno ugrijete za  $20 ^\circ\text{C}$ .
4. Rezultate pokusa prikažite grafički tako da na apscisu nanesete temperaturu u  $^\circ\text{C}$ , a na ordinatu izmjereno vrijeme u sekundama.

Izračunajte temperaturni koeficijent brzine reakcije prema jednadžbi:

$$\gamma = \frac{\tau_1}{\tau_2}$$

$\tau_1$  – vrijeme pojavljivanja zamućenja kod temperature  $t ^\circ\text{C}$  u sekundama;  $\tau_2$  – vrijeme pojavljivanja zamućenja kod temperature  $(t+10) ^\circ\text{C}$  u sekundama

## Vježba 16.3. Utjecaj katalizatora na brzinu kemijske reakcije

**Pribor i kemikalije:** drveni stalak s epruvetama, menzura od 10 mL, drvena trijeska, 2 kapalice s gumicom, otopina vodikovog peroksida,  $w(\text{H}_2\text{O}_2) = 3\%$ , manganov dioksid, sumporna kiselina,  $c(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1 \text{ mol dm}^{-3}$ , otopina kalijevog permanganata,  $c(\text{KMnO}_4) = 0,02 \text{ mol dm}^{-3}$ , kristalići kalijevog nitrata, cink u granulama, otopina željezovog(III) klorida.

### Postupak:

#### 1. Katalitički raspad vodikovog peroksida – heterogena kataliza

Stavite u epruvetu 1 mL otopine vodikovog peroksida,  $w(\text{H}_2\text{O}_2) = 3\%$ . Uvjerite se da se vodikov peroksid ne raspada. Dodajte u epruvetu na vrhu spatule manganovog dioksida. Što primjećujete? Unesite u otvor epruvete tinjajuću trijesku. Koji se plin razvija?

#### 2. Katalitičko djelovanje željezovog(III) klorida

Ulijte u epruvetu 5 mL otopine sumporne kiseline i 2 mL otopine vodikovog peroksida,  $w(\text{H}_2\text{O}_2) = 3\%$ . Promućkajte sadržaj epruvete i polovicu otopine prelijte u drugu epruvetu. U jednu epruvetu dodajte nekoliko kapi otopine željezova(III) klorida. Uspoređujte sadržaj obje epruvete. Što primjećujete?

#### 3. Katalitičko djelovanje kalijevog nitrata - homogena kataliza

Ulijte u epruvetu 0,5 mL otopine kalijevog permanganata,  $c(\text{KMnO}_4) = 0,02 \text{ mol dm}^{-3}$ , i 15 mL sumporne kiseline,  $c(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1 \text{ mol dm}^{-3}$ . Promućkajte sadržaj epruvete i dobivenu otopinu razdijelite na dva podjednaka dijela. U jednu epruvetu dodajte komadić cinka, a u drugu komadić cinka i nekoliko kristalića kalijeva nitrata. Protresite sadržaj epruvete da se kalijev nitrat što prije otopi. Promatrajte nestajanje boje kalijevog permanganata u obje epruvete. Što zaključujete? Utječe li kalijev nitrat na brzinu redukcije permanganatnih iona?