

**Zadatak 10.** a) Cijanogen je otrovan plin koji se može pripremiti termičkim raspadom živinog(II) cijanida. Napišite jednadžbu reakcije dobivanja cijanogena te reakciju otapanja cijanogena u hladnoj kalijevoj lužini.

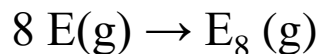
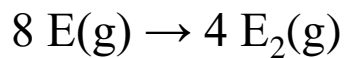
b) Napišite jednadžbu reakcije kalijevog cijanida i kalijevog permanganata u lužnatom vodenom mediju. Zašto tu reakciju nije uputno izvoditi u kiselom mediju?

# SEMINAR V

Halkogeni elementi i njihovi spojevi

**Zadatak 1** Nacrtajte MO dijagram za molekulu kisika i odredite red veze.

**Zadatak 2** Pod pretpostavkom odvijanja sljedećih reakcija:

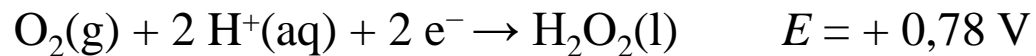
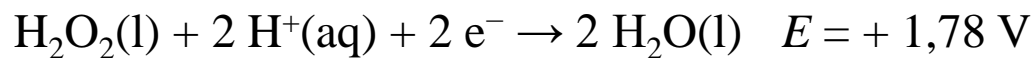


pokažite da je za slučaj  $\text{E} = \text{O}$  povoljnije nastajanje dvoatomne molekule, dok je za  $\text{E} = \text{S}$  povoljnije nastajanje prstena.

Entalpije veza (u  $\text{kJ mol}^{-1}$ ) u kojima sudjeluju atomi halkogenih elemenata.

O–O 146	O=O 498	O–H 464	O–C 359	O–F 190 <sup>‡</sup>	O–Cl 205 <sup>‡</sup>
S–S 266	S=S 427	S–H 366	S–C 272	S–F 326 <sup>‡</sup>	S–Cl 255 <sup>‡</sup>
Se–Se 192		Se–H 276		Se–F 285 <sup>‡</sup>	Se–Cl 243 <sup>‡</sup>
		Te–H 238		Te–F 335 <sup>‡</sup>	

**Zadatak 3** Koristeći vrijednosti elektrodnih potencijala sljedećih reakcija:



pokažite da je raspad vodikovog peroksida spontani proces.

**Zadatak 4** Dovršite jednadžbe sljedećih reakcija:

- Vodikov peroksid i kalijev permanganat u kiselom mediju
- Vodikov peroksid i hipokloritni anion u lužnatom mediju
- Vodikov peroksid i jodatni anion u lužnatom mediju
- Vodikov peroksid i klorov dioksid u lužnatom mediju

**Zadatak 5** Neki spoj ima kemijsku formulu  $\text{MO}_2$ . Kako biste metodama klasične analize odredili radi li se o oksidu, peroksidu ili superoksidu?

**Zadatak 6** Dokapavanjem koncentrirane klorovodične kiseline na čvrsti željezov(II) sulfid nastaje bezbojni plin **A** koji je gušći od zraka i ima miris po pokvarenim jajima. Uvođenjem plina **A** u vodu nastaje bezbojna otopina **B** koja oboji univerzalni indikatorski papirić u crveno i sadrži jednu vrstu kationa i dvije vrste aniona (**C** i **D**). Dominantni anioni u otopini **B** su anioni **C**, dok povećanjem vrijednosti pH u otopini postaju dominantni anioni **D**. Ako se u otopinu **B** doda kisela vodena otopina kalijevog permanganata dolazi do obezbojenja reakcijske smjese i nastajanja aniona **F** i **G**. Dodatkom bizmutovog(III) kationa u otopinu **B** trenutno nastaje tamnosmeđa suspenzija taloga **E** koji se postupnim uvođenjem klora u nastalu suspenziju nakon nekog vremena u potpunosti otopi (uz nastajanje iona **F** i **G**). Dodatkom vodene otopine barijeva klorida u otopinu koja sadrži ione **F** i **G** nastaje bijeli koloidni talog **H** koji se nakon filtracije i sušenja ne otapa u vrućoj koncentriranoj klorovodičnoj kiselini. Nadalje, žarenjem željezovog(II) sulfida nastaje bezbojni plin **I** neugodnog i oštrog mirisa, dobro topljiv u vodi čija otopina **J** oboji univerzalni indikatorski papirić u crveno i sadrži jednu vrstu kationa i dvije vrste aniona (**K** i **L**). Ako se u otopinu **J** doda vodena otopina kalijevog permanganata dolazi do obezbojenja reakcijske smjese i nastajanja aniona **F** i **G**. Dodatkom vodene otopine barijeva klorida u otopinu **J** nastaje bijeli koloidni talog **M** koji se nakon filtracije i sušenja otapa u vrućoj koncentriranoj klorovodičnoj kiselini. **Identificirajte vrste A–M i napišite jednadžbe reakcija!**

**Zadatak 7.** Sulfidi metala dijele se na sulfide topljive u vodi (sulfidi alkalijskih i zemnoalkalijskih metala), sulfide topljive u kiselim otopinama (pr. ZnS, FeS, MnS...) i na teško topljive sulfide (pr. HgS, Ag<sub>2</sub>S, PbS...).

a) Na primjeru cinkova sulfida objasnite zašto se taj sulfid otapa u kiselim otopinama.

b) Zašto teško topljivi sulfidi nisu topljivi u neoksidirajućim kiselinama?

c) Bakrov i živin sulfid pripadaju u skupinu teško topljivih sulfida. Poznato je da se bakrov sulfid „otapa” u vrućoj razrijeđenoj dušičnoj kiselini pri čemu nastaje dušikov(II) oksid i elementarni sumpor, dok je živin sulfid netopljiv u dušičnoj kiselini, ali se „otapa” u zlatotopki. Objasnite navedene razlike i napišite jednadžbe kemijskih reakcija.

d) Kositrov(II) sulfid također pripada skupini teško topljivih sulfida. Ako se u vodenu otopinu natrijevog sulfida doda ekvivalentna količina sumpora te se dobivena suspenzija zagrije, dobije se bezbojna bistra otopina. Dodatkom te otopine u vodenu suspenziju kositrova(II) sulfida dolazi do otapanja taloga. Napišite jednadžbe reakcija.

**Zadatak 8.** Reakcijom ozona i kalijeva hidroksida pri niskoj temperaturi nastaje paramagnetična kalijeva sol **A** topljiva u amonijaku. Ta sol kalija **A** otopljena u vodi daje plinoviti produkt i otopinu koja mijenja boju crvenom lakmusovu papiru.

a) Masa od 0,1016 g uzorka **A** otopljena je u vodi, a taloženjem s natrijevim tetrafenilboratom dobiveno je 0,4049 g taloga. Razlika do 100 % odgovara masenom udjelu kisika. Anion je izoelektronski s molekulom  $\text{ClO}_2$  (ako u obzir uzmemo samo valentne elektrone). Napišite molekulsku formulu soli **A**.

b) Napišite reakciju soli **A** s vodom.

c) Ostali alkalijski metali tvore soli istog tipa i njihova se termička stabilnost smanjuje smanjenjem veličine kationa. Napišite jednadžbu kemijske reakcije termičkog raspada soli **A** i objasnite smanjenje termičke stabilnosti sa smanjenjem veličine kationa.

e) Kakva će biti topljivost soli litija u tekućem amonijaku u odnosu prema kalijevoj soli?

**Zadatak 9.** Kation  $[\text{Se}_4]^{2+}$  pripada u točkinu grupu simetrije  $D_{4h}$  a duljina Se–Se veze u kationu iznosi 228 pm.

- Je li prsten  $[\text{Se}_4]^{2+}$  planaran s obzirom na točkinu grupu simetrije?
- Kovalentni radijus selenija iznosi 117 pm. Što možete zaključiti o prirodi veze u  $[\text{Se}_4]^{2+}$ ?
- Nacrtajte rezonantne strukturne formule  $[\text{Se}_4]^{2+}$ .

**Zadatak 10.** Nacrtajte Lewisove strukturne formule sljedećih vrsta.

- Hipodisulfitni anion  $\text{S}_2\text{O}_4^{2-}$
- Sumporasta kiselina
- Peroksosumporna kiselina i peroksodisumporna kiselina
- Tiosulfatni anion i tetrionatni anion
- Telurna kiselina. Koja oksokiselina halogena pokazuje sličnu strukturnu raznolikost?



**Zadatak 11.** Napišite jednađbe kemijskih reakcija koje biste proveli za sintezu natrijeva disulfita iz elemenata.

**Zadatak 12.** Reakcijom elementarnog telurija s klorom nastaje bijela, hlapljiva, vrlo higroskopna krutina koja kristalizira u monoklinskom sustavu s parametrima jedinične ćelije  $a = 1707,6$  pm,  $b = 1040,4$  pm,  $c = 1525,2$  pm,  $\beta = 116,8^\circ$ ,  $Z = 16$ , a gustoća je  $2,96$  g cm<sup>-3</sup>. Talina halogenida telurija vodi struju i mjerenjem vodljivosti ustanovljeno je da je riječ o elektrolitu tipa 1:1. Kation sadrđava 54,54 % telurija, a ostatak je klor. U plinovitome stanju molekule klorida telurija imaju nepravilnu tetraedarsku strukturu, što je u skladu s VSEPR teorijom.

a) Napišite molekulsku formulu ionskog oblika halogenida telurija čije je postojanje ustanovljeno u čvrstom i tekućem stanju i strukturu istog halogenida u plinovitom stanju.

b) Opisani klorid telurija reagira s pentan-2,4-dionom i nastaje spoj telurija u kojem dolazi do vezanja dvije molekule pentan-2,4-diona na telurij preko ugljikovih atoma. Napišite jednađbu reakcije te navedite kojoj skupini spojeva pripada produkt s obzirom na ostvarenu vezu između telurija i  $\beta$ -diketona.

**Zadatak 13.** Vodena otopina sadrži ione  $\text{Mn}^{2+}$  i  $\text{Cd}^{2+}$  čije su koncentracije  $1,00 \text{ mol L}^{-1}$ . U tu otopinu dodan je sumporovodik do koncentracije  $0,10 \text{ mol L}^{-1}$ , a pH otopine je bio konstantan i iznosio je 0,50.

a) Mogu li se pri danim uvjetima razdvojiti manganov i kadmijev sulfid selektivnim taloženjem?

b) Koliki mora biti pH otopine da bi taložio manganov sulfid?

c) Ako realni uzorak sadrži oba kationa i morate ih kvalitativno dokazati, biste li taloženje odgovarajućih sulfida započeli pri višim ili nižim vrijednostima pH?

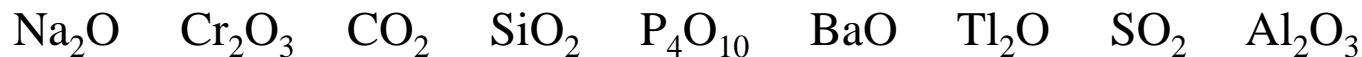
$$K_{\text{sol}}(\text{CdS}) = 1,21 \cdot 10^{-28} \text{ mol}^2 \text{ dm}^{-6}$$

$$K_{\text{sol}}(\text{MnS}) = 1,41 \cdot 10^{-15} \text{ mol}^2 \text{ dm}^{-6}$$

$$K_{\text{a1}}(\text{H}_2\text{S}) = 5,70 \cdot 10^{-8} \text{ mol dm}^{-3}$$

$$K_{\text{a2}}(\text{H}_2\text{S}) = 1,05 \cdot 10^{-14} \text{ mol dm}^{-3}$$

**Zadatak 14.** Razvrstajte sljedeće okside na kisele, bazične, neutralne i amfoterne i napišite jednađbe reakcija do kojih dolazi prilikom otapanja oksida u vodi, kiselinu i lužini (ako se otapaju).



**Zadatak 15.** Dovršite sljedeću shemu.

