

SEMINAR VII

Dušikova skupina elemenata II

Zadatak 1. a) Spaljivanjem bijelog fosfora u suvišku kisika nastaje fosforov(V) oksid. Nacrtajte strukturu bijelog fosfora i fosforovog(V) oksida te napišite jednadžbu reakcije.

b) Otapanjem fosforovog(V) oksida u vodi nastaje triprotonska oksokiselina fosfora. Napišite jednadžbu reakcije i nacrtajte strukturnu formulu te kiseline.

c) Izračunajte pH otopine ako se u 100,0 mL te kiseline koncentracije 0,20 mol L⁻¹ doda 0,340 g čvrstog natrijeva hidroksida.

$$K_{a1} = 7,11 \cdot 10^{-3}; K_{a2} = 6,32 \cdot 10^{-8} ; K_{a3} = 4,50 \cdot 10^{-13}$$

Zadatak 2. a) Tvar **A** javlja se u obliku crvenkaste krutine koja se duljim stajanjem na zraku pretvara u vlažnu crvenkastu masu. Netopljiva je u vodi, u običajenim organskim otapalima te u lužinama. Izgaranjem u prisutnosti velike količine zraka daje bijeli dim **B** koji otopljen u vodi daje kiselinu **C**. Napišite jednadžbu reakcije.

b) Kiselina **C** može nastati i reakcijom tvari **A** s vrućom koncentriranom dušičnom kiselinom što je popraćeno nastajanjem crvenkastosmeđeg plina. Napišite jednadžbu reakcije.

c) Pažljivim zagrijavanjem tvari **A** u kloru nastaje blijedožućkasta tekućina **D** koja u doticaju s vodom daje klorovodičnu i fosforastu kiselinu. Nacrtajte Lewisovu strukturnu formulu tekućine **D** i fosforaste kiseline i napišite jednadžbe reakcija.

d) Izgaranjem tvari **A** u suvišku klora nastaje blijedožućkasta krutina **E** koja u doticaju s vodom daje klorovodičnu kiselinu i triklorofosfat. Ako se **E** otopi u većoj količini vode uz zagrijavanje, nastaje smjesa klorovodične kiseline i kiseline **C**. Nacrtajte Lewisovu strukturnu formulu krutine **E** i triklorofosfata i napišite jednadžbe reakcija.

e) Bijela alotropska modifikacija tvari **A** (tvar **E**) ekstremno je otrovna krutina koja se može spontano zapaliti na zraku. Kako se ona čuva u laboratoriju?

f) Ostatci tvari **E** u laboratoriju se uništavaju dodavanjem tvari **E** u otopinu modre galice. Napišite jednadžbu reakcije.

g) Ostatci tvari **E** u laboratoriju mogu se uništiti i disproporcioniranjem **E** u vrućim otopinama lužina. Reakcijom nastane kiselina u kojoj je fosfor u oksidacijskom stanju +I te fosforov analog amonijaka. Napišite jednadžbu reakcije. Je li sigurniji način uništavanja fosfora onaj pod f) ili g)?

h) Spaljivanjem fosfora s ograničenim količinama zraka nastaje krutina **F** koja otapanjem u hladnoj vodi daje kiselinu **G**. Ta kiselina može postojati u dva tautomerna oblika a njezine soli su dobri reducensi u lužnatim otopinama. Napišite jednadžbe reakcija i nacrtajte Lewisovu strukturnu formulu kiseline **G**.

i) Imaju li soli kiseline **C** izražena reduksijska svojstva?

j) Što će nastati stavite li u vodu kalcijev fosfid? Napišite jednadžbu reakcije.

- Zadatak 3.** a) Predložite način kojim biste u laboratoriju pripravili dušikov(III) klorid i fosforov(III) klorid.
- b) Predložite način kojim biste u laboratoriju pripravili fosforov(V) klorid. Postoji li dušikov(V) klorid?
- c) Fosforov(V) klorid u polarnim otapalima disocira na ione čiji sastav ovisi o koncentraciji fosforovog(V) klorida. Napišite moguće jednačbe disocijacija.
- d) Predložite način kojim biste u laboratoriju pripravili dušikov(III) jodid i fosforov(III) jodid.

Zadatak 4. Polaganim dodavanjem fosforova(V) oksida u vodu pri 0 °C može se dobiti trimetafosforna kiselina kao glavni produkt reakcije. Napišite molekulsku formulu kiseline i nacrtajte strukture cikličkog i linearnog trimetafosfatnog aniona. Kako se ciklički trimetafosfatni anion može prevesti u linearni?

Zadatak 5. a) Arsenov(III) oksid dobiva se izgaranjem arsena ili arsenovih sulfidnih ruda (npr. FeAsS) na zraku. Napišite jednadžbe reakcija.

b) Zbog termičke nestabilnosti arsenovog(V) oksida on se ne može dobiti izgaranjem arsena ili arsenovog(III) oksida pri višim temperaturama. Napišite jednadžbu reakcije termičkog raspada tog oksida.

c) Umjesto toga, arsenov(V) oksid dobiva se blagim zagrijavanjem arsenske kiseline. Napišite jednadžbu reakcije.

d) Na koji način se može pripremiti arsenska kiselina?

e) Nacrtajte Lewisove strukturne formule arsenovog(III) i arsenovog(V) oksida.

Zadatak 6. Jedan od pentahalogenida antimona jest tetramerna molekula u čvrstom stanju. Rendgenskom je strukturnom analizom ustanovljeno da kristalizira u monoklinskom sustavu s parametrima jedinične ćelije $a = 2182 \text{ pm}$, $b = 1574 \text{ pm}$, $c = 1648 \text{ pm}$, $\beta = 94^\circ$, $Z = 16$, a gustoća mu je $4,07 \text{ g cm}^{-3}$.

- a) Izračunajte molarnu masu spoja
- b) Postoje ciklička i linearna forma navedenog antimonovog pentafluorida. Nacrtajte strukturne formule oba oblika!
- c) Poznato je da SbF_5 u reakciji s HF ili HSO_3F daje superkiseline. Napišite jednadžbu kemijske reakcije pentahalogenida antimona s HF i HSO_3F .