

SEMINAR II

Vodik i njegovi spojevi

Zadatak 1. Napišite jednađbe sljedećih reakcija:

- a) Elektroliza vode
- b) Elektroliza vode s odvojenim katodnim i anodnim prostorom
- c) Elektroliza taline litijevog hidrida
- d) Reakcija kalcijevog hidrida s vodom
- e) Reakcija magnezija s razrijeđenom klorovodičnom kiselinom
- f) Izgaranje vodika
- g) Reakcija vodika i bakrovog oksida
- h) Reakcija aluminijskog s natrijevom lužinom

Zadatak 2. a) Polumjer protona je reda 10^{-15} m, a atoma vodika $5,3 \cdot 10^{-11}$ m. Zašto slobodni H^+ ne postoji u kondenziranoj fazi? Što zapravo označava " $H^+(aq)$ "?

b) Odredite oblik iona H_3O^+ prema VSEPR teoriji. S kojom je neutralnom molekulom istog oblika oksonijev kation izoelektronski?

c) Nacrtajte strukturne formule $H_{13}O_6^+$ kationa i $H_3O_2^-$ aniona.

d) Granične molarne provodnosti ($S \text{ cm}^2 \text{ mol}^{-1}$, $25^\circ C$) nekih iona su: H^+ 349,6; OH^- 199,1; K^+ 73,5; Na^+ 50,1. Zašto su H^+ i OH^- toliko pokretljiviji od ostalih iona?

e) Neke se hidronijeve soli ipak mogu izolirati u čvrstom stanju. Zašto je za to potreban slabo bazični anion?

Zadatak 3. a) Valni broj istezanja veze u H_2 je 4401 cm^{-1} . Izračunajte energije nulte točke za H_2 , D_2 i T_2 . Usporedite razlike energija nulte točke s razlikama eksperimentalnih energija veze ($435,9$; $443,4$ i $446,9\text{ kJ mol}^{-1}$) i objasnite zašto je veza D–D „jača” od H–H.

b) Voda je slabo plava zbog vrpce $\nu_1 + {}_3\nu_3$ na 740 nm (crveni dio spektra). Valni broj istezanja O–H iznosi 3657 cm^{-1} . Izračunajte valni broj istezanja O–D. Je li teška voda (D_2O) plava?

c) Je li teška voda sigurna za piće?

d) Izračunajte toplinu koja se oslobodi pretvorbom $1,00\text{ mol}$ „normalnog” H_2 (75 % *orto*) u čisti *para*- H_2 (prijelaz $J = 1 \rightarrow 0$). Usporedite tu toplinu s entalpijom isparavanja tekućeg vodika ($0,90\text{ kJ mol}^{-1}$) i objasnite zašto se pri ukapljivanju vodika koriste katalizatori *orto*–*para* pretvorbe.

Zadatak 4. a) Diboran se priređuje reakcijom litijevog tetrahidridoaluminata i borova trifluorida. Izračunajte masu litijevog tetrahidridoaluminata potrebnu za dobivanje 1,00 L diborana pri 25 °C i 1,00 bar.

b) Jesu li etan i diboran izostrukturani?

c) Hidrolizom diborana oslobađa se vodik i nastaje borna kiselina. Izračunajte koliko se topline oslobodi reakcijom 1,00 g diborana s vodom ako reakcijska entalpija iznosi $\Delta_r H = -466 \text{ kJ mol}^{-1}$.

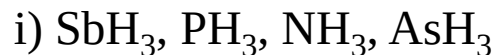
d) Diboran u reakciji s natrijevim hidridom daje natrijev tetrahidridoaluminat. Napišite jednadžbu reakcije i nacrtajte Lewisovu strukturnu formulu aniona, odredite mu geometriju te navedite dvije jedinice izoelektronske s navedenim anionom.

Zadatak 5. a) Imenujte i svrstajte navedene hidride u pripadajuću skupinu (elektron precizni hidridi, hidridi siromašni elektronima ili hidridi bogati elektronima) te im, ukoliko je moguće, nacrtajte Lewisove strukturne formule.

i) AsH_3 ii) H_2S_3 iii) NaBH_4 iv) B_2H_6 v) P_5H_5 vi) H_2O_2 vii) MgH_2 viii) BeH_2

b) Poznato je da se pri $25\text{ }^\circ\text{C}$ i 1 atm elektron-precizni i elektron-siromašni hidridi uglavnom nalaze u plinovitom, a elektron-bogati hidridi u tekućem ili čvrstom agregacijskom stanju. Predložite objašnjenje te pravilnosti.

Zadatak 6. a) Poredajte navedene hidride prema porastu bazičnosti



b) Napišite jednažbu reakcije hidroksilamina s vodom.

Zadatak 7. a) Jedinična ćelija metanskog klatrata sadrži 46 molekula vode koje su raspoređene u 2 manje i 6 velikih kavezastih struktura. Izračunajte formulu klatrata te maseni udio metana.

b) Koje se interakcije ostvaruju između molekula vode, a koje između molekule gosta i molekula vode?

c) Gustoća metanskog klatrata je $0,91 \text{ g cm}^{-3}$. Izračunaj volumen metana koji se dobije raspadom $1,00 \text{ cm}^3$ klatrata pri 20°C i 101325 Pa .

Zadatak 8. a) U ledu I_h svaka je molekula vode tetraedarski okružena s četiri susjeda ($d(O\cdots O) = 275 \text{ pm}$, $\angle O-H\cdots O \approx 180^\circ$). Koliko vodikovih veza dolazi na jednu molekulu vode?

b) Iz entalpije sublimacije leda ($51,0 \text{ kJ mol}^{-1}$) procijenite gornju granicu energije jedne vodikove veze. Svrstajte tu vezu u slabe, srednje ili jake vodikove veze.