

# XI Balti keemiaolümpiaad

25.-27. aprill 2003, Riia

## TEOREETILINE VOOR

### ÜLESANNE 1

Arvutage ühe mooli herneste poolt moodustatud kihi paksus, mis katab kogu maakera pinna tahktsentreeritud kuubilise paigutusega. Eeldage, et herne diameeter on 6 mm ja Maa pindala on  $5,10 \cdot 10^8 \text{ km}^2$ . Jätke Maa kumerus herneste paigutamisel arvesse võtmata.

Mis juhtub, kui hernerid on segatud ühe mooli lupiini seemnetega, mille diameeter on 2 mm? Märkige ainult õige vastus ja lõpetage see.

- Osakeste mõõtude suhte korral, mis on väiksem kui 0.414, tahktsentreeritud kuubilise paigutus läheb üle ..... paigutuseks ja kihi paksuseks on .....
- Lupiini seemned paigutuvad ..... tahktsentreeritud kuubilise paigutuse tühimikkesse, mis võivad mahutada osakesi diameetriga kuni ..... Kihi paksus seejuures ei muutu.
- Lupiini seemned hõivavad tahktsentreeritud kuubilise paigutuse ..... tühimikud, suurendades neid pisut, mille puhul kihi paksus suureneb kuni .....
- Lupiini seemned ei mahu tahktsentreeritud kuubilise paigutuse igasse tühimikku. Herneste peale moodustub sõltumatu kiht. Mõlema kihi kogupaksus on sel juhul ...
- Lupiini seemned mahuvad kergelt ja üksteist mitteväljastavalt mõlemasse nii ..... ja ..... tahktsentreeritud kuubilise paigutuse tühimikku. Kihi paksus ei muutu.

Sfääri pindala ja ruumala arvutamise valemid on järgmised:  $S = 4\pi r^2$ ,  $V = 4/3 \pi r^3$ .

### ÜLESANNE 2

Lämmastik moodustab vesinikuga rohkem kui 20 binaarset ühendit. Nendest on enam tuntumad ammoniaak  $\text{NH}_3$ , hüdrasiin  $\text{N}_2\text{H}_4$ , vesinikasiid (hydrazoic acid)  $\text{HN}_3$  (mittetsükliiline molekul) ja tsüklotriaseen  $\text{HN}_3$ .

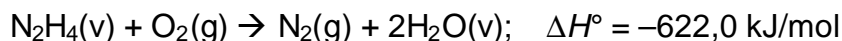
i) Joonistage kõikvõimalikud vesinikasiidi  $\text{HN}_3$  ja tsüklotriaseeni  $\text{HN}_3$  Lewis struktuurid, kus elektronid on tähistatud punktidenä. Arvutage nendes struktuurides iga aatomi formaalne laeng.

ii) Näidake millise kahe vesinikasiidi struktuuri panus on suurim resonantshübriidstruktuuris.

iii) Kasutades valentskihi elektronpaari tõukumise teooriat (ingl. k. VSEPR) ennustage ligikaudu vesinikasiidi molekulis olevate sidemetevaheliste nurkade suurust.

iv) Ennustage vesinikasiidi molekuli kahe suurima resonantsstruktuuri panusega struktuuri iga lämmastikuaatomi hübriidisatsiooni.

v) Hüdrasiini  $\text{N}_2\text{H}_4$  kasutatakse raketikütusena. Hüdrasiini oksüdatsioon on väga eksotermiline:



Standardne tekkeentalpia:  $\Delta H_f^\circ[\text{H}_2\text{O}(\text{v})] = -285,8 \text{ kJ/mol}$

vi) Arvutage  $\text{N}_2\text{H}_4(\text{v})$  moodustumise standardne tekkeentalpia.

### ÜLESANNE 3

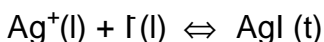
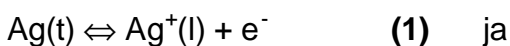
1898. aastal avastasid Pierre ja Marie Curie Bohemie Joachimstahli uraanipigimaagist uue keemilise elemendi polooniumi. Nimetatud maak sisaldab ühes tonnis 0,14 grammi  $^{226}_{88}\text{Ra}$ , mille poolestusaeg on 1580 aastat. Avastatud polooniumi isotoobil  $^{210}_{84}\text{Po}$  on poolestusaeg 138,4 päeva ja ta tekib nimetatud radiumi isotoobist ? ja ? kiirguse toimel.  $^{210}_{84}\text{Po}$  on väga ohtlik, kuna muundumisel plii stabiilseks isotoobiks  $^{206}_{82}\text{Pb}$  eraldunud ? osakesed absorbeeruvad kudedes.

- a) Arvutage, mitu ? ja ? lagunemist sisaldab üleminek  $^{226}_{88}\text{Ra} \rightarrow ^{206}_{82}\text{Pb}$
- b) Tuletage seos poolestusaegade suhte ja tasakaaluliste kontsentratsioonide suhte vahel eeldusel, et mõlema isotoobi lagunemise kiirus on ühesugune.
- c) Arvutage, mitmes tonnis maagis sisaldub täpselt 1 mg isotoopi  $^{210}_{84}\text{Po}$ .
- d) Arvutage ülemineku  $^{226}_{88}\text{Ra} \rightarrow ^{210}_{84}\text{Po}$  massidefekt (aatommassi ühikutes).
- e) Arvutage energia, mis vabaneb täpselt 1 mg  $^{210}_{84}\text{Po}$  moodustumisel.

$$\begin{aligned} m(^4\text{He}) &= 4.00273 \text{ a.m.ü.}, & m(?) &= 0.00055 \text{ a.m.ü.} \\ m(^{88}\text{Ra}) &= 226.02540 \text{ a.m.ü.}, & m(^{210}\text{Po}) &= 209.98286 \text{ a.m.ü.} \\ E &= mc^2, & c &= 3.0 \cdot 10^8 \text{ m/s.} \end{aligned}$$

### ÜLESANNE 4

Vesinikjodiidhappe lahuses püstitub hõbeelektroodil tasakaal, mida võib väljendada võrranditega:



või ka summaarse võrrandiga



Võrrandile (1) vastab Ag-elektroodi standardpotentsiaal 0,799 V ja võrrandile (2) Ag/AgI-elektroodi standardpotentsiaal -0,152 V.

- a) Koostage võrranditele (1) ja (2) vastavad elektrodipotentsiaali avaldised ning arvutage AgI lahustuvuskorrutis 25°C juures.
- b) Hõbeelektrood on HI lahuses, mille kontsentratsioon  $c$  on 1 mol/dm<sup>3</sup> ja temperatuur 25°C. Kirjutage elektroodil toimuva keemilise muundumise võrrand (3). Andke põhjendatud vastus, kas vesinik võiks hõbedal nendes tingimustes tekkida.
- c) Millega seletada reaktsiooni (3) aeglast kulgemist, mistõttu praktikas ei täheldata vesiniku eraldumist hõbedal?

## ÜLESANNE 5

100 ml mõõtkolvis lahustati destilleeritud vees 1.29 grammi kristalset seleenishapet  $H_2SeO_3$ . Lahus valati keeduklaasi, millesse asetati pH-meetriga ühendatud kombineeritud klaaselektrood.

Millised numbrid ilmuvad pH-meetri kuvarile?

Seleenishappe lahusele lisati 5.00 ml naatriunhüdrosiidi lahust (kontsentratsioon  $c = 1.00$  mol/l), segati hetkeks ja mõõdeti uuesti. Seda protseduuri korrati veel 4 korda, iga kord lisati 5.00 ml naatriumhüdrosiidi lahust ja mõõdeti pH väärtused.

**Arvutage kõigi kuue tabelis toodud juhtumi jaoks lahuse pH väärtused.** Happe  $H_2SeO_3$  pK väärtused on:  $pK_1 = 2.62$ ;  $pK_2 = 8.32$

**Tähelepanu! Ärge võtke arvesse üldruumala muutusi!**

Nr	Lisatud NaOH koguruumala, ml	Reaktsioonivõrrand	pH arvutamise valem	Arvutatud pH väärtus
1.	0			
2.	5.00			
3.	10.00			
4.	15.00			
5.	20.00			
6.	25.00			

## ÜLESANNE 6

Tropiinhape,  $C_8H_{13}O_4N$ , on atropiini, mürgise kirs *Atropa belladonna*, lagunemise saadus. Tropiinhape ei reageeri külma lahjendatud  $KMnO_4$  lahusega,  $Br_2/CCl_4$  lahusega ja benseensulfonüülkloriidiga. Ammendav metüülimine annab järgmised tulemused:

- tropiinhape +  $CH_3I$  ? A ( $C_9H_{16}O_4NI$ )
- A +  $Ag_2O$  ? B ( $C_9H_{15}O_4N$ )
- B +  $CH_3I$  ? C ( $C_{10}H_{18}O_4NI$ )
- C +  $Ag_2O$  ? D ( $C_7H_8O_4$ ) +  $(CH_3)_3N$  +  $H_2O$
- D +  $H_2/Ni$  ? heptaandihape

