

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL  
Keemiainstituut

HARJUTUSI ANORGAANILISES KEEMIAS

2. trükk

Tallinn 1993

Koostanud H. V i l b o k, V. K a l l a s t

ISBN 9789949483136 (pdf)

TTÜ, 1993, 400, 85

Hind kr. 4.10

## Sisukord

Eessõna.....	4
1. Perioodilisuse süsteemi VII rühm.....	5
1.1. VII rühma peaarühm (F, Cl, Br, I, At).....	5
1.2. VII rühma kõrvalalarühm (Mn, Tc, Re).....	7
2. Perioodilisuse süsteemi VI rühm.....	10
2.1. VI rühma peaarühm (O, S, Se, Te, Po).....	10
2.2. VI rühma kõrvalalarühm (Cr, Mo, W).....	13
3. Perioodilisuse süsteemi V rühm.....	15
3.1. V rühma peaarühm (N, P, As, Sb, Bi).....	15
3.2. V rühma kõrvalalarühm (V, Nb, Ta).....	18
4. Perioodilisuse süsteemi IV rühm.....	19
4.1. IV rühma peaarühm (C, Si, Ge, Sn, Pb).....	19
4.2. IV rühma kõrvalalarühm (Ti, Zr, Hf, Ku).....	23
5. Perioodilisuse süsteemi III rühm.....	24
5.1. III rühma peaarühm (B, Al, Ga, In, Tl).....	24
6. Perioodilisuse süsteemi II rühm.....	26
6.1. II rühma peaarühm (Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Ra).....	26
6.2. II rühma kõrvalalarühm (Zn, Cd, Hg).....	27
7. Perioodilisuse süsteemi I rühm.....	30
7.1. I rühma peaarühm (H, Li, Na, K, Rb, Cs, Fr).....	30
7.2. I rühma kõrvalalarühm (Cu, Ag, Au).....	31
8. Perioodilisuse süsteemi VIII rühm.....	34
8.1. VIII rühma Fe-alarühm (Fe, Co, Ni).....	34
8.2. VIII rühma platinametallide alarühm.....	37
8.3. VIII rühma kõrvalalarühm (väärtsigaasid).....	38
9. Redoksreaktsioonid.....	39
9.1. Redoksreaktsioonide kulgemise võimalikkus ja suund.....	39
9.2. Redoksreaktsioonide kulgemise kvantitatiivsus.....	46
10. Vastused.....	50
11. Lisa. Redokssüsteemide normaalpotentsiaalid.....	120

## Essõna

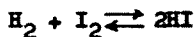
Anorgaanilise keemia õppimisel tuleb omandada teatud teadmiste miinimum keemiliste ühendite omadustest ja reaktsioonide kulgemise seaduspärasustest. Vajaliku miinimumi saavutamiseks on käesolevas metoodilises juhendis esitatud tuupkõsimusi keemia kursuse teoreetilise osa ja elementide ning ühendite praktilise kasutamise kohta. Ülesannetes on reaktsioonivõrranditena antud reaktsiooni astuvad ained, lahendamisel on vaja lõpetada antud reaktsioonivõrrandid reaktsioonis tekkivate ainetega ja tasakaalustada võrrandid. Nii teooriakõsimustele kui ka reaktsioonivõrrandite ülesannetele on metoodilises juhendis antud teadmiste kontrollimiseks ka vastused.

Redoksreaktsioonide võimalikkust ja kvantitatiivsust on käesolevas juhendis seletatud redokspotentsiaalide kaudu. Arvutuste tegemiseks on metoodilise juhendi lõpus (lisas) esitatud mõningate elektrodprotsesside normaalpotentsiaalide väärtused.

# 1. Perioodilise süsteemi VII rühm

## 1.1. VII rühma peaarühm (F, Cl, Br, I, At)

1. VII rühma peaarühma elementide aatomite välist elektronenergeetilist taset väljendab valem  $ns^2p^5$ . Miks aga element fluor omab ühendis ainult oksüdatsiooniastet  $-I$ , ülejäänud aga  $-I$  kuni  $VII$ ?
2. Miks kloor, broom ja jood esinevad ühendas peamiselt paarituurvuliste oksüdatsiooniastmetega?
3. Miks halogeenide molekulid on kaheaatomilised, on aga tuntud polüjodiidid  $I_3^-$ ,  $I_5^-$ ,  $I_9^-$ ?
4. Millised protsessid võiksid kulgeda, kui kaaliumjodiidi vesilahusesse juhtida fluor-gaasi?
5. Kas fluoriidid võivad reageerida kui redutseerijad?
6. Vesinikkloriidi saadakse tahkele naatriumkloriidile kontsentreeritud värvhappe lisamisel. Kas võib seda teha ka lämmastikhappega?
7. Miks vesinikfluoriidi vesilahuses esinevad  $HF_2^{1-}$ -ioonid, aga  $H_2F^+$ -ioone ei saa tekkida?
8. Millena käitub (sool, hape, alus) naatriumfluorid, kui teda lahustada vesinikfluoriidis?
9. Miks kontsentreeritud vesinikkloriidhape toimib redutseerijana, aga lahjendatud hape ega kloriidid nõrgalt happelistes lahustes ei toimi redutseerijatena?
10. Kolb on normaaltingimustel täidetud vesinikkloriidiga. Sama kolb täideti veega. Mitme protsendiline on tekkinud lahus? Kas tekkiva lahuse kontsentratsioon oleneb kolvi mahust?
11. Temperatuuril 298 K reaktsiooni



tasakaalukonstant on 808. Mitu protsenti vesinikjodidist on lagunenu?

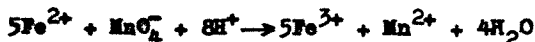
12. Mitu korda tuleb lahjendada 0,01 M HCl-i lahust, et selle pH suureneks ühe ühiku võrra?
13. Järjestada järgmiste elementide kloriidid LiCl, BeCl<sub>2</sub>, BCl<sub>3</sub>, CCl<sub>4</sub> sideme polaarsuse kasvu järgi; molekulide polaarsuse järgi.
14. Järjestada soolade a) NaClO, NaClO<sub>2</sub>, NaClO<sub>3</sub>, NaClO<sub>4</sub>;  
b) KClO, KBrO, KIO  
vesilahustes kulgev hüdrolüüs hüdrolüüsiastme suuruse järgi.
15. Millega seletada, et kloor moodustab fluoriide (ClF, ClF<sub>3</sub>, ClF<sub>5</sub>, ClF<sub>7</sub>), milles on paaritu arv fluori aatomeid?
16.  $F_2 + H_2O \longrightarrow$
17.  $HF + SiO_2 \longrightarrow$
18.  $HF + Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O \longrightarrow$
19.  $CaF_2 + H_2SO_4 + Na_2O \cdot CaO \cdot 6SiO_2(\text{klaas}) \longrightarrow$
20. Milline tahke aine saadakse a) NH<sub>4</sub>F ja b) NaF vesilahuste kuivaks aurutamisel?
21.  $KCl + KMnO_4 + H_2SO_4 \longrightarrow$
22.  $HCl + Mn_2O_3 \longrightarrow$
23. a)  $Cl_2 + NaOH \xrightarrow{\text{külmalt}}$   
b)  $Cl_2 + NaOH \xrightarrow{\text{keetmisel}}$   
c)  $NaOCl \xrightarrow{\text{keetmisel}}$
24.  $Cl_2 + Ca(OH)_2 \longrightarrow$
25.  $CaCl(OCl) + H_2SO_4 \longrightarrow$
26.  $CaCl(OCl) + CO_2 + H_2O \longrightarrow$
27.  $CaCl(OCl) \xrightarrow{\text{lahuse keetmisel}}$
28.  $NaOCl + HCl \longrightarrow$
29.  $NaOCl + H_2SO_4 \longrightarrow$

30.  $\text{Cl}_2 + \text{KBr}(\text{lillas}) \longrightarrow$
31.  $\text{Cl}_2(\text{lillas}) + \text{KBr} \longrightarrow$
32.  $\text{Cl}_2 + \text{KI}(\text{lillas}) \longrightarrow$
33.  $\text{Cl}_2(\text{lillas}) + \text{KI} \longrightarrow$
34.  $\text{Cl}_2(\text{lillas}) + \text{KI} + \text{KBr} \longrightarrow$
35.  $\text{KClO}_3 + \text{KCl} + \text{HCl} \longrightarrow$
36.  $\text{KClO}_3 + \text{KCl} + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow$
37.  $\text{Br}_2 + \text{NaOH} \xrightarrow{\text{kuum.}}$
38.  $\text{KBrO}_3 + \text{KBr} + \text{HCl} \longrightarrow$
39.  $\text{KI} + \text{KIO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow$
40.  $\text{KClO}_3 + \text{KI}(\text{lillas}) + \text{HCl} \longrightarrow$
41.  $\text{KClO}_3(\text{lillas}) + \text{KI} + \text{HCl} \longrightarrow$
42.  $\text{KBrO}_3(\text{lillas}) + \text{KI} + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow$
43.  $\text{KBr} + \text{KIO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow$
44.  $\text{KBrO}_3 + \text{KIO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow$
45.  $\text{KI} + \text{CuSO}_4 \longrightarrow$
46.  $\text{KI} + \text{CuSO}_4 + \text{NaHSO}_3 \longrightarrow$
47.  $\text{KI} + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{konts.}) \longrightarrow$
48.  $\text{KBr} + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{konts.}) \longrightarrow$
49.  $\text{I}_2 + \text{P} \longrightarrow$
50.  $\text{PI}_5 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow$
51.  $\text{I}_2 + \text{H}_2\text{S} \longrightarrow$

## 1.2. VII rühma kõrvalalarühm (Mn, Fe, Re)

52. Miks mangaan(II)oksiidil ja klooroksiidil ( $\text{Cl}_2\text{O}$ ) pole ei füüsikalistes ega keemilistes omadustes samasust, aga mangaan(VII)oksiidi ja kloor(VII)oksiidi nii füüsikalistes kui keemilistes omadustes on üsna suur sarnasus?

53. Miks pole mangaanil ühendeid klooriga, kus ta esineb oksüdatsiooniastmega IV, VII, hapnikuga aga annab vastavaid okside ( $MnO_2$ ,  $Mn_2O_7$ )?
54. Väljendada võrrandites reaktsioone, kus  $MnO_2$  on kas oksüdeerija või redutseerija.
55. Millised reaktsioonid kulgevad leelise lahuse lisamisel mangaan(II)sulfaadi lahusele? Kas on erinevust, kui see toimub inertgaasi- või õhualosfääris?
56. Kui rohelist värvi mangaaniühendi lahusesse juhtida:  
 a) kloorgaasi, siis lahus värvub violetseks;  
 b) kui lahus hapestada, siis värvub lahus samuti violetseks ja tekib veel pruuni sadet.  
 Väljendada toimuv võrrandites.
57. Milline on 0,1 M kaaliummanganaadi(VII) normaalsus kasutamisel happelises, neutraalses või nõrgalt leelises, tugevalt leelises keskkonnas?
58. Sulfiidioonidega reageerimisel suvalisest mahust lahusest kulus happelises keskkonnas võrdsed mahud nii kaaliummanganaadi(VII) kui ka kaaliumkromaadi(VI) lahuseid. Kas muutub viimati nimetatud lahuste mahtude suhe, kui reaktsioon toimub leelises keskkonnas?
59. Arvutada reaktsioonile



tasakaalukonstant ja selle kaudu iseloomustada antud reaktsiooni pööratavust.

60. Milline esitatud reaktsioon või reaktsioonid kulgevads





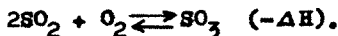
62.  $\text{MnO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow$
63.  $\text{MnO}_2 + \text{KCl} + \text{HCl} \longrightarrow$
64.  $\text{MnO}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow$
65.  $\text{Mn}_3\text{O}_4 + \text{KClO}_3 + \text{KOH} \xrightarrow{\text{sulat.}}$
66.  $\text{Mn}_2\text{O}_3 + \text{K}_2\text{CO}_3 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{sulat.}}$
67.  $\text{MnO}_2 + \text{KI} + \text{HCl} \longrightarrow$
68.  $\text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow$
69.  $\text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow$
70.  $\text{KMnO}_4 \xrightarrow{\text{kuum.}}$
71.  $\text{KMnO}_4 + \text{K}_2\text{CO}_3 \xleftarrow{\text{kuum.}}$
72.  $\text{KMnO}_4 + \text{KBr} + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow$
73.  $\text{KMnO}_4 + \text{NaF} + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow$
74.  $\text{MnSO}_4 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \longrightarrow$
75.  $\text{MnSO}_4 + \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 \longrightarrow$
76.  $\text{KMnO}_4 + \text{MnSO}_4 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow$
77.  $\text{KMnO}_4 + \text{KIO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow$
78.  $\text{KMnO}_4 + \text{Na}_2\text{S} + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow$
79.  $\text{KMnO}_4 + \text{Na}_2\text{S} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow[\text{nõrgalt leelisene}]{\text{nõrgalt happeline}}$
80.  $\text{KMnO}_4 + \text{Na}_2\text{S} + \text{NaOH} (\text{konta}) \longrightarrow$
81.  $\text{Re} + \text{F}_2 \longrightarrow$
82.  $\text{Re} + \text{Cl}_2 \longrightarrow$
83.  $\text{Re} + \text{HNO}_3 \longrightarrow$

## 2. Perioodilisuse süsteemi VI rühm

### 2.1. VI rühma peaarühm (O, S, Se, Te, Po)

84. Millised võiksid olla VI rühma elementide oksüdatsioonistatused nende ühendes, lähtudes nende aatomite elektronkonfiguratsioonist välises energiatasemes?
85. Kas hapniku oksüdatsioonistatuste võib olla ühendes suurem kui kaks?
86. Milline on hapniku oksüdatsioonistatuste ühendites:  
a)  $H_2O_2$ ; b)  $Na_2O_2$ ?
87. Miks väävel esineb kas lahtise ahelaga või suletud ahelaga põlmeerina, aga hapnikule pole see iseloomulik?
88. Miks vesi on tavalisel temperatuuril vedelik,  $H_2S$ ,  $H_2Se$ ,  $H_2Te$  aga gaasid? Järjestada nende molekulid polaarsuse tõusu järjestusse.
89. Miks vesi on hoopis parem lahusti anorgaanilistele ühenditele võrreldes veeldatud  $H_2S$ -ga?
90. Kas saab sulfiididest lämmastikhappega või aadikhappega toimides toota divesiniksulfiidi?
91. Kas saab divesiniksulfiidi kuivatamiseks kasutada  
a) kontsentreeritud  $H_2SO_4$ ; b) tahket  $NaOH$ -d?
92. Millised ühendid tekivad, kui naatriumhüdrosiidi lahusesse juhtida divesiniksulfiidi?
93. Kas sulfiidioon  $Na_2S$ -st või telluriidioon  $Na_2Te$ -st oksüdeerub kergemini? Miks?
94. Läbi naatriumsulfiidi lahuse juhti süsinikdioksiidi ja eraldunud gaasid juhti pliiatsetaadi lahusesse. Millised ühendid tekivad kummaski lahuses?
95. Kas on vahet reaktsioonides: a) kui  $Na_2S$  lahust valada soolhappesse; b) soolhapet lisada  $Na_2S$  lahusele?
96. Järjestada  $H_2SO_3$ ,  $H_2SeO_3$ ,  $H_2TeO_3$  redutseerijatena, miks on see nii?

97. Kas saab  $H_2$  kuivatamiseks kasutada: a) kontsentreeritud  $H_2SO_4$ , b) tahket  $NaOH$ , c) naatronlupja?
98. Millist võimalust: a) rõhu tõstmine, b) temperatuuri tõstmine, c) katalüsaatori juuresolek, d) hapniku kontsentratsiooni tõstmine, saab kasutada  $SO_3$  kontsentratsiooni suurendamiseks süsteemis:



99. Kumb sool antud soolade paarist hüdrolüüsib enams
- $Na_2S$ ,  $Na_2SO_3$
  - $Na_2SO_3$ ,  $Na_2SeO_3$
  - $Na_2SO_3$ ,  $NaHSO_3$
100. Millised protsessid kulgevad, kui kuumutada õhu juuresolekul järgmisi aineid: a)  $FeSO_4$ , b)  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ ;  
c)  $(NH_4)_2Fe(SO_4)_2$ .
101.  $Al_2O_3$ ,  $Cr_2O_3$ ,  $Fe_2O_3$  praktiliselt ei reageeri kontsentreeritud  $H_2SO_4$ -ga, reageerivad aga sulatamisel  $K_2S_2O_7$ -ga. Millega seda seletada?
102. Anda seletus, miks  $H_2SO_5$  on ühe asendatava vesinikiooni-ga (ühealuseline) hape,  $H_2S_2O_8$  aga kahealuseline?
103.  $Na_2S$  lahusesse juhiti värveldioksiidi. Millised ühendid tekivad, väljendada võrranditena.
104. Miks värvelhappe tootmisel kontaktmeetodil  $SO_3$  ei juhitata vette, vaid kontsentreeritud  $H_2SO_4$ -sse? Kuidas nimetatakse viimasel juhul tekkinud produkti?
105. Milline koostiselement värvelhappe koostisest toimib oksüdeerijana reaktsioonides:
- kontsentreeritud värvelhappega; b) lahjendatud värvelhappega?
106.  $S + NaOH + H_2O \longrightarrow$

107.  $\text{Se} + \text{Ba}(\text{OH})_2 \longrightarrow$
108.  $\text{PbS} + \text{H}_2\text{O}_2 \longrightarrow$
109.  $\text{As}_2\text{S}_3 + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{NaOH} \longrightarrow$
110.  $\text{As}_2\text{S}_3 + \text{NaOH} \longrightarrow$
111.  $\text{H}_2\text{S} + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow$
112.  $\text{Na}_2\text{S} + \text{KMnO}_4 + \text{NaOH} \longrightarrow$
113.  $\text{Na}_2\text{S} + \text{H}_2\text{SO}_4$  (lahj.)  $\longrightarrow$
114.  $\text{Na}_2\text{S} + \text{H}_2\text{SO}_4$  (konts.)  $\longrightarrow$
115.  $\text{Na}_2\text{S} + \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{HCl} \longrightarrow$
116.  $\text{Na}_2\text{S}_5 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow$
117.  $\text{Na}_2\text{S}_5 + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow$
118.  $\text{SO}_2 + \text{SeO}_2 \longrightarrow$
119.  $\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4$  (konts.)  $\longrightarrow$
120.  $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow$
121.  $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8 + \text{K}_2\text{S} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow$
122.  $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8 + \text{K}_2\text{S}_3 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow$
123.  $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8 + \text{K}_2\text{S}_3 \xrightarrow{\text{sulat.}}$
124.  $\text{S} + \text{Na}_2\text{CO}_3 \xrightarrow{\text{sulat.}}$
125.  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \frac{\text{Cl}_2}{\text{Br}_2} \longrightarrow$
126.  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{I}_2 \longrightarrow$
127.  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + \text{OCl}^- + \text{OH}^- \longrightarrow$
128.  $\text{SOCl}_2 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow$
129.  $\text{S} + \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{Sn} \longrightarrow$
130.  $\text{S} + \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{Sb} \longrightarrow$
131.  $\text{S} + \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{Sn, Sb, Pb, Bi}$  (sulam)  $\xrightarrow{\text{sulat.}}$
132.  $\text{H}_2\text{SO}_4 \cdot \text{SO}_3 + \text{NaCl} \longrightarrow$

2.2. VI rühma kõrvalalarühm (Cr, Mo, W)

133. Väljendada võrrandites krooni reageerimist lahjendatud ja kontsentreeritud väävelhappega; molübdeeni reageerimist lämmastikhappega.
134. Väljendada võrrandites krooni reageerimist sulatamisel segudega: a)  $\text{KNO}_3 + \text{KOH}$ ; b)  $\text{NaNO}_3 + \text{Na}_2\text{CO}_3$ ; c)  $\text{KClO}_3 + \text{KOH}$ .
135. Millised omadused, kas redutseerivad või oksüdeerivad on lahustel, kui nad sisaldavad järgmisi ioone:  
 $\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6^{2+}$ ;  $\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6^{3+}$ ;  $\text{Cr}(\text{OH})_6^{3-}$ ;  $\text{CrO}_4^{2-}$ ;  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ?
136. Kirjutada võimalikud koordinaatsioonilised valemid, lähtudes ühendist  $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ . Milline on ühendi valem, kui lahusest, mis sisaldab 20 g nimetatud soola, kulus kloriidioonide sadestamiseks 75 ml 2n hõbenitraati.
137. Kui kaaliumdikromaadi lahusele lisada hõbenitraadi lahust, milline ühend sadestub? Miks?
138. Milline ühend sadestub, kui kaaliumkromaadi lahusele või kaaliumdikromaadi lahusele lisati baariumkloriidi lahust? Miks?
139. Väljendada võrrandites võimalikud reaktsioonid, mis kulgevad soolhappe, väävelhappe (lahjendatud või kontsentreeritud) lisamisel kaaliumkromaadi lahusele või tahkele soolale.
140.  $\text{Cr} + \text{H}_2\text{SO}_4$  (lahj.)  $\longrightarrow$
141.  $\text{CrSO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{O}_2 \longrightarrow$
142.  $\text{CrSO}_4 + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow$
143.  $\text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{Na}_2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{sulat.}}$
144.  $\text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{KClO}_3 + \text{K}_2\text{CO}_3 \xrightarrow{\text{sulat.}}$
145.  $\text{Cr}^{3+} + \text{S}_2\text{O}_8^{2-} + \text{H}^+ \xrightarrow{\text{Ag}^+ \text{ (kat.)}}$
146.  $\text{Fe}(\text{CrO}_2)_2 + \text{Na}_2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{sulat.}}$

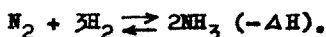
147.  $\text{K}_2\text{CrO}_4 + \text{NaBr} + \text{HCl} \longrightarrow$
148.  $\text{CrO}_4^{2-} + \text{I}^- + \text{H}^+ \longrightarrow$
149.  $\text{Cr}^{3+} + \text{OCl}^- + \text{OH}^- \longrightarrow$
150.  $\text{Cr}^{3+} + \text{Br}_2 + \text{OH}^- \longrightarrow$
151.  $\text{Cr}^{3+} + \text{OH}^- \longrightarrow$
152.  $\text{Cr}(\text{OH})_6^{3-} + \text{Cl}_2 + \text{OH}^- \longrightarrow$
153.  $\text{CrO}_4^{2-} + \text{S}^{2-} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow$
154.  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}_2\text{S} + \text{H}^+ \longrightarrow$
155.  $\text{Cr}^{3+} + \text{MnO}_4^- + \text{OH}^- \longrightarrow$
156.  $\text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \xrightarrow{\text{sulat.}}$
157.  $\text{NaCrO}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow$
158.  $\text{CrO}_2\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow$
159.  $\text{CrO}_2\text{Cl}_2 + \text{Na}_2\text{S} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow$
160.  $\text{MoS}_2 + \text{HFO}_3 \longrightarrow$
161.  $\text{MoS}_3 + \text{Na}_2\text{S} \longrightarrow$
162.  $\text{Cr}^{3+} + \text{MnO}_4^- + \text{H}^+ \xrightarrow{\text{Ag}^+ (\text{kat.})}$
163.  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow$
164.  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}^+ \longrightarrow$
165.  $\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_{12} + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow$

### 3. Perioodilisuse süsteemi V rühm

#### 3.1. V rühma pesaalarühm (N, P, As, Sb, Bi)

166. Lähtudes aatomite struktuurist anda seletus, milliste valentsolekutega ja oksüdatsiooniastmetega V rühma p-elementid võivad esineda ühendites.

167. Millised tingimused, kas kõrge või madal rõhk, kõrge või madal temperatuur, on soodsad ammoniaagi sünteesiks



168. Miks  $CH_3COONH_4$  lahustatuna vedelas  $NH_3$ -s käitub kui hape?

169. Milliseid ettevaatusabinõusid tuleb rakendada töötamisel  $NH_3$ -ga?

170. Lahuse, mille  $pH=10$  valmistamisel lähtuti 0,1 M ammoniaakveest ja  $NH_4Cl$ -st. Palju  $NH_4Cl$  tuleb lisada ühele liitrile 0,1 M ammoniaakveele? ( $NH_4Cl$  lisamisel mahu suurenemist mitte arvestada.)

171. Milliseid aineid (kontsentreeritud  $H_2SO_4$ ,  $CaCl_2$ ,  $P_2O_5$ , naatronlubi) saab kasutada  $NH_3$ -gaasi kuivatamiseks?

172. Millised ained tekivad, kui ammoniaagi vesilahusesse juhtida järgmisi gaase:  $CO_2$ ,  $NO_2$ ,  $NO$ ,  $SO_2$ ?

173. Millisel juhul sadestub rasklahustuv hüdroksiid, kui ammoniaakvett lisada väikeses liias järgmistele lahustele:  $AlCl_3$ ,  $ZnCl_2$ ,  $BeCl_2$ ,  $Ni(NO_3)_2$ ,  $AgNO_3$ ,  $Fe_2(SO_4)_3$ ?

174. Laboratooriumites moodustub  $HCl$ ,  $HNO_3$  pudelite suudmetele korgi ümber valge kirme,  $H_2SO_4$ -pudelil mitte. Miks?

175. Milline on molekuli  $NO_2$  struktuur, on ta polaarne või mittepolaarne või on ta paramagneetiline?

176. Millised reaktsioonid kulgevad juhtides  $NO_2$  värvelahusesse  $FeSO_4$  lahusesse?

177. Näidata reaktsioonivõrranditega  $As_2O_3$  ja  $Sb_2O_3$  foteeraust.
178. Millised fosfori hapetest:  $H_3PO_2$ ,  $H_3PO_3$ ,  $H_3PO_4$ ,  $(HPO_3)_n$ ,  $H_4P_2O_7$ ,  $H_4P_2O_8$  omavad redutseerivaid omad
179. Miks on vajalik naatriumatsetaadi lisamine, et sad tuks  $AlPO_4$ , kui lisada  $Na_2HPO_4$  mingile alumiiniums la lahusele?
180. Väljendada hüdroolüüsiprotsesseid võrranditena järgm le ühenditele:  $AsCl_3$ ,  $Na_3AsO_3$ ,  $BiCl_3$ ,  $SbCl_5$ .
181. Millised ühendid tekivad, kui lisada:
- antimon(III)kloriidi lahusele naatriumkarbonaad lahust,
  - antimon(III)kloriidi lahusele naatriumsulfiidi hüst?
182. Milline koostiselement lämmastikhappest toimib oks rijana reaktsioonides lämmastikhaptega?
183. Tsingi või alumiiniumi reageerimisel lahjendatud l mastikhaptega redutseerub lämmastik lämmastikhappe maksimaalselt. Milline ühend tekib ja milline on s reaktsioonis lämmastikhappe ekvivalentmass?
184.  $NH_3 + Ca \longrightarrow$
185.  $NH_3 + Na \longrightarrow$
186.  $Ca(NH_2)_2 + H_2O \longrightarrow$
187.  $NH_3 + CaCl_2 \longrightarrow$
188.  $NH_3 + Ca \begin{matrix} \nearrow OCl \\ \searrow Cl \end{matrix} \longrightarrow$
189.  $PH_3 + KMnO_4 + H_2SO_4 \longrightarrow$
190.  $3Ca + N_2 \longrightarrow$
191.  $Ca_3N_2 + H_2O \longrightarrow$
192.  $As_2S_3 + HNO_3 \longrightarrow$



193.  $\text{As} + \text{HNO}_3 \longrightarrow$
194.  $\text{AsH}_3 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow$
195.  $\text{AsH}_3 + \text{Br}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow$
196.  $\text{Zn} + \text{HNO}_3$  (konts. 1:10)  $\longrightarrow$
197.  $\text{Zn} + \text{HNO}_3$  (konts. 1:1)  $\longrightarrow$
198.  $\text{Zn} + \text{HNO}_3$  (konts.)  $\longrightarrow$
199.  $\text{NO}_3^- + \text{Al} + \text{OH}^- \longrightarrow$
200.  $\text{NO}_2^- + \text{Zn} + \text{OH}^- \longrightarrow$
201.  $\text{NO}_2^- + \text{I}^- + \text{H}^+ \longrightarrow$
202.  $\text{NO}_2^- + \text{MnO}_4^- + \text{H}^+ \longrightarrow$
203.  $\text{HNO}_3 + \text{Cu}_2\text{S} \longrightarrow$
204.  $\text{NaNO}_3 + \text{Mn}_3\text{O}_4 + \text{NaOH} \xrightarrow{\text{sulat.}}$
205.  $\text{As}_2\text{S}_3 + \text{Na}_2\text{S} \longrightarrow$
206.  $\text{As}_2\text{S}_3 + \text{Na}_2\text{S} \longrightarrow$
207.  $\text{As}_2\text{S}_3 + \text{NaOH} \longrightarrow$
208.  $\text{As}_2\text{O}_3 + \text{Na}_2\text{S} \longrightarrow$
209.  $\text{As}_2\text{O}_3 + \text{Na}_2\text{S}_x \longrightarrow$
210.  $\text{Sb} + \text{HNO}_3 \longrightarrow$
211.  $\text{Sb} + \text{HCl} \longrightarrow$
212.  $\text{Sb} + \text{H}_2\text{SO}_4$  (konts.)  $\longrightarrow$
213.  $\text{Ag}_3\text{AsO}_4 + \text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4$  (lahj.)  $\longrightarrow$
214.  $\text{Sb}_2\text{S}_3 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \longrightarrow$
215.  $\text{Sb} + \text{S} + \text{Na}_2\text{CO}_3 \xrightarrow{\text{sulat.}}$
216.  $\text{NaBiO}_3 + \text{NaI} + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow$
217.  $\text{NaBiO}_3 + \text{HCl}$  (konts.)  $\longrightarrow$
218.  $\text{NaBiO}_3 + \text{HCl}$  (lahj.)  $\longrightarrow$
219.  $\text{NaBiO}_3 + \text{HNO}_3 \longrightarrow$

220.  $\text{BiO}_3^{1-} + \text{Cr}^{3+} + \text{H}^+ \longrightarrow$   
 221.  $\text{Bi} + \text{HCl} \longrightarrow$   
 222.  $\text{Bi} + \text{HNO}_3 \longrightarrow$   
 223.  $\text{Bi} + \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ (konts.)} \longrightarrow$

3.2. V rühma kõrvalalalarühm (V, Nb, Ta)

224. Millega seletada vanaadiumi, niobi ja tantaali suurt keemilist inertsust hapete suhtes?  
 225. Millega seletada V, Nb, Ta reageerimist sulatamisel leelistega oksüdeerijate juuresolekul?  
 226. Kus tehnikas kasutatakse neid metalle peamiselt?  
 227.  $\text{V} + \text{Na}_2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{sulat.}}$   
 228.  $\text{V}_2\text{O}_5 + \text{KOH} \longrightarrow$   
 229.  $\text{V} + \text{HNO}_3 \longrightarrow$   
 230.  $\text{Ta} + \text{HNO}_3 + \text{HF} \longrightarrow$   
 231.  $\text{Nb} + \text{HNO}_3 + \text{HF} \longrightarrow$   
 232.  $\text{K}_2\text{TaF}_7 + \text{Na} \longrightarrow$

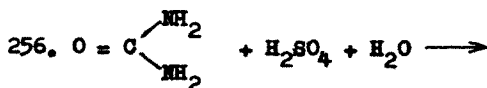
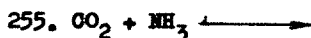
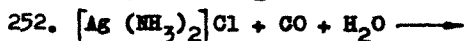
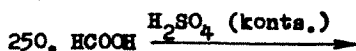
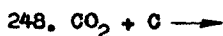
#### 4. Perioodilisuse süsteemi IV rühm

##### 4.1. IV rühma peaarühm (C, Si, Ge, Sn, Pb)

233. Väljendada võrrandites süsiniku ja räni reageerimisi kontsentreeritud  $\text{HNO}_3$ , kontsentreeritud  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , KOH lahusega.
234. Kuidas reageerivad leelistega lahustes kloor, vaavel, fosfor, räni. Mis on neis ühist, mis erinevat?
235. Millega seletada, et räni reageerib hästi leelistega lahustes, ei reageeri aga kontsentreeritud  $\text{HNO}_3$ -ga,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ -ga?
236. Miks plii, olgugi et ta on pingereas vesinikust eespool, praktiliselt ei reageeri lahjendatud HCl-ga,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ -ga, küll aga kontsentreeritud HCl-ga,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ -ga?
237. Millised ühendid tekivad tina reageerimisel kontsentreeritud hapetega (HCl,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{HNO}_3$ )? Miks on erinevusi vastavates produktides?
238. Valgepleki (tinatatud plekk) jäätmetelt tina eemaldamiseks töödeldakse jäätmeid kloori lahusega süsiniktetrakloriidis. Saadud lahust töödeldakse veega, tekkinud sade eemaldatakse, kuivatatakse ja kuumutatakse vesiniku või süsinikoksiidi voolus. Väljendada võrrandites ülalkirjeldatu.
239. Arvutada pH vesilahusel, mis on küllastatud  $\text{CO}_2$ -ga (170 ml  $\text{CO}_2$  100 ml lahuses).
240. Kas on vahet kulgevates reaktsioonides, kui  
a) hapet valada soodalahusele,  
b) soodalahust valada happele?
241. Millise reaktsiooniga ( $\text{pH} > 7$ ; või  $\text{pH} < 7$ ) on ammooniumkarbonaadi lahus? ( $K_{\text{NH}_4\text{OH}} = 1,8 \cdot 10^{-5}$ ,  $K_1 \text{H}_2\text{CO}_3 = 4,5 \cdot 10^{-7}$ ,  $K_2 \text{HCO}_3^- = 4,8 \cdot 10^{-11}$ .)

242. Kas võivad eksisteerida samaaegselt lahuses järgmised ioonid:  $\text{Sn}^{2+}$  ja  $\text{Fe}^{2+}$ ;  $\text{Sn}^{2+}$  ja  $\text{Fe}^{3+}$ ;  $\text{Pb}^{2+}$  ja  $\text{Pb}(\text{OH})_4^{2-}$ ;  $\text{Sn}(\text{OH})_4^{2-}$  ja  $\text{Pb}(\text{OH})_6^{2-}$ ?
243. Kumb sooladest, kas  $\text{SnCl}_4$  või  $\text{SnCl}_2$  hüdrolüüsub enam? Miks?
244. Miks tuleb  $\text{SnCl}_2$  ja  $\text{SnCl}_4$  lahuste valmistamisel neid ühendeid lisada soolhapet sisaldavaesse vette? Kumba soola puhul peab happe kontsentratsioon olema suurem?
245. Väljendada reaktsioonivõrrandites protsess, kui  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{SnCl}_2$  lahustele lisada  $\text{Na}_2\text{S}$  või  $\text{Na}_2\text{S}_x$ .
246. Väljendada võrrandites, kuidas  $\text{PbS}$ ,  $\text{SnS}$ ,  $\text{SnS}_2$  reageerivad  $\text{HCl}$ -ga,  $\text{HNO}_3$ -ga.
247. Miks tsüaniidide lahuseid, samuti tahkeid tsüaniide ( $\text{KCN}$ ,  $\text{NaCN}$ ) tuleb säilitada suletuna? ( $K_{\text{HCN}} \hat{=} 5 \cdot 10^{-10}$ ;  $K_{\text{I}} \text{H}_2\text{CO}_3 = 4 \cdot 10^{-7}$ .)

Millise aine lahusega on tegemist, kui kaaliumtsüaniidi lahust säilitada kauemat aega lahtiselt õhus?



257.  $\text{Na}_2\text{C}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow$
258.  $\text{AgNO}_3 + \text{C}_2\text{H}_2 \longrightarrow$
259.  $\text{Al} + \text{C}_2\text{H}_2 \longrightarrow$
260.  $\text{Fe}_3\text{C} + \text{HCl} \longrightarrow$
261.  $\text{CO}_2 + \text{NaOH} \longrightarrow$
262.  $\text{NaHCO}_3 \xrightarrow{\text{kuum.}}$
263.  $\text{CO}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow$
264.  $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{HCl}$  (sooda lahusele happe lisamis)  $\longrightarrow$
265.  $\text{HCl} + \text{Na}_2\text{CO}_3$  (happele sooda lahuse lisamis)  $\longrightarrow$
266.  $\text{CO}_2 + \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow$
267.  $\text{NaCl} + \text{NH}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow$
268.  $\text{C} + \text{S} \longrightarrow$
269.  $\text{CS}_2 + \text{K}_2\text{S} \longrightarrow$
270.  $\text{K}_2\text{CS}_3 + \text{HCl} \longrightarrow$
271.  $\text{Si} + \text{NaOH} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow$
272.  $\text{SiO}_2 + \text{HF} \longrightarrow$
273.  $\text{SiF}_4 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \longrightarrow$
274.  $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 + \text{HF} + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow$
275.  $\text{Mg}_2\text{Si} + \text{HCl} \longrightarrow$
276.  $\text{Ca}_2\text{Si} + 4\text{H}_2\text{O} \longrightarrow$
277.  $\text{SiCl}_4 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow$
278.  $\text{SiF}_4 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow$
279.  $\text{Ge} + \text{NaOH} + \text{H}_2\text{O}_2 \longrightarrow$
280.  $\text{Ge} + \text{H}_2\text{SO}_4$  (konts.)  $\longrightarrow$
281.  $\text{Ge} + \text{HNO}_3 \longrightarrow$
282.  $\text{Ge} + \text{HNO}_3 + \text{HCl} \longrightarrow$
283.  $\text{GeO} + \text{NaOH} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow$
284.  $\text{GeO}_2 + \text{NaOH} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow$

285.  $\text{GeS}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow$
286.  $\text{Sn} + \text{HCl} \xrightarrow{\text{külmalt}}$
287.  $\text{Sn} + \text{HNO}_3 \text{ (lahj.)} \xrightarrow{\text{külmalt}}$
288.  $\text{Sn} + \text{HCl} \text{ (konts.)} \xrightarrow{\text{õhuga kokkupuutes}}$
289.  $\text{Sn} + \text{NaOH} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow$
290.  $\text{Sn} + \text{HNO}_3 \text{ (konts.)} \longrightarrow$
291.  $\text{Sn} + \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ (konts.)} \longrightarrow$
292.  $\text{Sn} + \text{HNO}_3 + \text{HCl} \longrightarrow$
293.  $\text{SnCl}_2 + \text{FeCl}_3 \longrightarrow$
294.  $\text{SnCl}_4^{2-} + \text{Fe}^{3+} + \text{Cl}^- \longrightarrow$
295.  $\text{SnCl}_2 + 4\text{NaOH} \longrightarrow$
296.  $\text{SnS} + \text{Na}_2\text{S} \longrightarrow$
297.  $\text{SnS} + \text{Na}_2\text{S}_2 \longrightarrow$
298.  $\text{Na}_2\text{SnS}_3 + \text{HCl} \longrightarrow$
299.  $\text{Sn} + \text{S} + \text{Na}_2\text{CO}_3 \xrightarrow{\text{sulat.}}$
300.  $\text{SnCl}_2 + \text{NaOH} + \text{Cl}_2 \longrightarrow$
301.  $\text{Pb} + \text{HNO}_3 \longrightarrow$
302.  $\text{Pb} + \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ (konts.)} \longrightarrow$
303.  $\text{Pb} + \text{NaOH} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow$
304.  $\text{PbO} + \text{NaOH} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow$
305.  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{NaOH} \longrightarrow$
306.  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{NaOH} + \text{H}_2\text{O}_2 \longrightarrow$
307.  $\text{PbO}_2 + \text{HCl} \longrightarrow$
308.  $\text{PbO}_2 + \text{HCl} + \text{KCl} \longrightarrow$
309. a)  $\text{Pb}_3\text{O}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ (lahj.)} \longrightarrow$   
 b)  $\text{Pb}_3\text{O}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ (konts.)} \longrightarrow$

310.  $\text{PbO}_2 + \text{CaO} \xrightarrow{\text{sulat.}}$   
 311.  $\text{PbO}_2 + \text{SiO}_2 \xrightarrow{\text{sulat.}}$   
 312.  $\text{PbS} + \text{H}_2\text{O}_2 \longrightarrow$   
 313.  $\text{PbO}_2 + \text{KI} + \text{HCl} \longrightarrow$   
 314. a)  $\text{Pb}_3\text{O}_4 + \text{HNO}_3 \text{ (lahj.)} \longrightarrow$   
 b)  $\text{Pb}_3\text{O}_4 + \text{HNO}_3 \text{ (konts.)} \longrightarrow$   
 315.  $\text{Pb}_3\text{O}_4 + \text{KI} + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow$   
 316.  $\text{Pb}_3\text{O}_4 + \text{NaOH} \xrightarrow{\text{sulat.}}$   
 317.  $\text{PbO} + \text{NaOH} \xrightarrow{\text{sulat.}}$   
 318.  $\text{Pb}_2\text{O}_3 + \text{NaOH} \xrightarrow{\text{sulat.}}$   
 319.  $\text{PbO}_2 + \text{NaOH} \xrightarrow{\text{sulat.}}$

#### 4.2. IV rühma kõrvalalalarühm (Ti, Zr, Hf, Ku)

320. Millistest füüsikalistest ja keemilistest omadustest tingituna leiavad titaan ja tsirkoonium tehnikas kasutamist?
321. Kumb sooladest, kas  $\text{TiCl}_4$  või  $\text{ZrCl}_4$  hüdroolüüsib vesilahuses enam?
322.  $\text{TiO}_2$  ja  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$  segu (vastavas vahekorras) kasutatakse valge värvusega emaili-glasuuri tootmiseks. Väljendada toimuv reaktsioon segu kuumutamisel.
323.  $\text{TiO}_2 + \text{K}_2\text{S}_2\text{O}_7 \xrightarrow{\text{sulat.}}$   
 324.  $\text{TiO}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \xrightarrow{\text{sulat.}}$   
 325.  $\text{Ti} + \text{H}^+ (\text{HCl lahj., H}_2\text{SO}_4) \longrightarrow$   
 326.  $\text{Zr} + \text{HNO}_3 + \text{HF} \longrightarrow$   
 327.  $\text{Hf} + \text{HF} \longrightarrow$   
 328.  $\text{TiO}_2 + \text{C} + \text{Cl}_2 \longrightarrow$   
 329.  $\text{ZrO}_2 + \text{HF} \longrightarrow$

## 5. Perioodilisuse süsteemi III rühm

### 5.1. III rühma pealarühm (B, Al, Ga, In, Tl)

330. Miks boor ja alumiinium esinevad ühendas oksüdatsiooniastmega kolm, olgugi, et nende aatomite välises energiatasemes on üks paaristamata p-elektron?
331. Kas ja miks boor esineb kompleksmoodustajana?
332. Aluminotermiliselt võib saada metalle, rauda, kroomi, titaani, molübdeeni jt. Kas võib metallotermiliselt toota puhtast alumiiniumi?
333. Alumiinium praktiliselt ei reageeri veega. Miks reaktsioon toimub aga keetmisel  $\text{NH}_4\text{Cl}$  lahuses;  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  lahuses?
334. Väljendada reaktsioonides protsessi, mis kulgevad ammoniaakvee; naatriumhüdrosiidi lahuse lisamisel alumiiniumsulfaadi lahusele. Miks need on erinevad?
335. Kas saab toota vesivaba alumiiniumkloriidi  $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ -st kuivatamisel-kuumutamisel? Kui ei saa, siis kuidas saab?
336. Miks alumiiniumsulfaadi lahusele naatriumsulfiidi, naatriumkarbonaadi lisamisel sadestub alumiiniumhüdrosiid, aga mitte sulfiid, karbonaat?
337. Miks toimib alumiiniumsulfaat koagulandina vee puhastamisel kolloididest?
338. Alumiiniumsulfaati kasutatakse tekstiilitööstuses värvimisprotsessides. Millea seisneb tema otstarve, toimimine?
339. Kas  $\text{BCl}_3$ ,  $\text{AlCl}_3$  molekulides on sidemed polaarsed või mittepolaarsed? Kas molekul tervikuna on polaarne või mittepolaarne?
340.  $\text{B} + \text{KOH} \longrightarrow$
341.  $\text{B} + \text{HNO}_3$  (konts.)  $\longrightarrow$

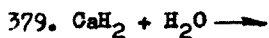


342.  $B_2O_3 + KOH \xrightarrow{\text{sulat.}}$
343.  $Na_2B_4O_7 + HCl \longrightarrow$
344.  $H_3BO_3 + ZrO_2 \xrightarrow{\text{sulat.}}$
345.  $Na_2B_4O_7 + TiO_2 \xrightarrow{\text{sulat.}}$
346.  $Na_2B_4O_7 + CH_3OH + H_2SO_4 \longrightarrow$
347.  $BCl_3 + H_2O \longrightarrow$
348.  $Al + H_2SO_4 \text{ (lahj.)} \longrightarrow$
349.  $Al + NaOH + H_2O \longrightarrow$
350.  $Na_3 [Al(OH)_6] + CO_2 \longrightarrow$
351.  $LiAlH_4 + H_2O \longrightarrow$
352.  $Al^{3+} + F^- \longrightarrow$
353.  $Al^{3+} + OH^- \longrightarrow$
354.  $AlCl_3 + \begin{array}{c} COOH \\ | \\ CHOH \\ | \\ CHOH \\ | \\ COOH \end{array} + NH_4OH \longrightarrow$
355.  $Al_2O_3 + Na_2CO_3 \xrightarrow{\text{sulat.}}$
356.  $Al_2O_3 + K_2S_2O_7 \xrightarrow{\text{sulat.}}$
357.  $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O + Na_2CO_3 \xrightarrow{\text{sulat.}}$
358.  $Ga + NaOH + H_2O \longrightarrow$
359.  $In(OH)_3 + KOH \longrightarrow$
360.  $TlCl + Cl_2 \longrightarrow$
361.  $Al + MnO_4^- + H^+ \longrightarrow$
362.  $Al + Cr_2O_7^{2-} + H^+ \longrightarrow$
363.  $Al + NO_3^- + OH^- \longrightarrow$
364. Mis on  $AlCl_3$  vesilahuse kokkusaarutamisel jaak?  $\longrightarrow$

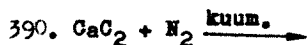
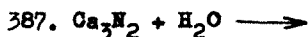
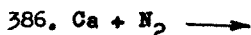
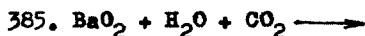
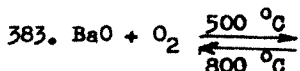
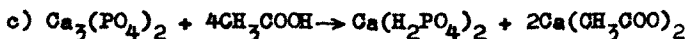
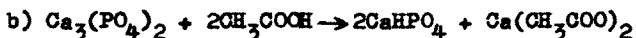
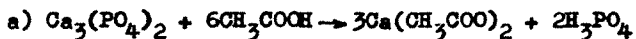
## 6. Perioodilisuse süsteemi II rühm

### 6.1. II rühma peaarühm (Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Ra)

365. Milles seisneb berülliumi ja tema ühendite omaduste erinevus ülejaanud II rühma s-elementidega?
366. Miks berülliumiioonid on tüüpilised kompleksimoodustajad, ülejaanud II rühma elementide ioonid aga pole? Tuua näiteid berülliumi kompleksühendite kohta.
367. Miks magneesiumkloriidi lahusele  $\text{NH}_3$ -vee lisamisel tekib sade, aga  $\text{NH}_4\text{Cl}$ -i sisaldava  $\text{NH}_3$ -vee lisamisel sadet ei teki?
368. Kas tekib sadet, kui lisada 0,001 M magneesiumsulfaadi lahusele ekvivalentne maht 0,001 M  $\text{NH}_3$ -vett?
- $$(L_{\text{Mg}(\text{OH})_2} = 6,0 \cdot 10^{-10}) \quad K_{\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}} = 1,8 \cdot 10^{-5}$$
369. Kuidas lahutada segus olevaid komponente, kui segudeks on a)  $\text{Be}(\text{OH})_2$  ja  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ , b)  $\text{BeCO}_3$  ja  $\text{BaCO}_3$ ?
370. Millise soola vesilahus võrdse kontsentratsiooni korral on happelisem, kas  $\text{BeCl}_2$  või  $\text{BaCl}_2$ ? Miks?
371. Millised ühendid tekivad, kui  $\text{BeCl}_2$ ,  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{BaCl}_2$  lahustele lisada  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ?
372. Miks määduva kareduse kõrvaldamiseks Mg-soolast kulub  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  rohkem, kui sama suure määduva kareduse puhul Ca-soolast?
373.  $\text{BeCl}_2 + \text{NaCO}_3 \longrightarrow$
374.  $\text{BeCl}_2 + (\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 \longrightarrow$
375.  $\text{BeSO}_4 + \text{NaOH} \longrightarrow$
376.  $\text{MgCl}_2 + \text{NaOH} \longrightarrow$
377.  $\text{MgCl}_2 + \text{NH}_4\text{OH} + \text{NH}_4\text{Cl} \longrightarrow$
378.  $\text{Ca} + \text{H}_2 \longrightarrow$



382. Kas kulgevad reaktsioonid:



## 6.2. II rühma kõrvalalalarühm (Zn, Cd, Hg)

392. Millega seletada tsingi, kaadmiumi ja elavhõbeda e. iatse, teise ja kolmanda ionisatsioonipotentsiaali vääruse muutusi sama elemendi puhul ja omavahelisel võrdlemisel?

$I_1, I_2, I_3$  tsingile 9,39; 17,96 ja 39,7 eV

$I_1, I_2, I_3$  kaadmiumile 8,99; 16,90 ja 37,47 eV

$I_1, I_2, I_3$  elavhõbedale 10,43; 18,75 ja 32,43 eV.

393. Elavhõbeda sattumisel põrandakatte pragudesse ei ole teda võimalik mehaaniliselt eraldada. Millist või milliseid keemilisi meetodeid saab kasutada ja kasutatakse sel juhul elavhõbeda kõrvaldamiseks?
394. Kuidas reageerivad tsink ja kaadmium leelistega, ammoniaagiga, ammooniumkloriidiga vesilahustes?
395. Kuidas puhastada elavhõbedat, kui ta sisaldab tsinki, kaadmiumi, pliid?
396. Milles seisneb erinevus, kui leeliselahust lisada tsingisoola lahusele või vastupidi?
397. Lahusele, mis sisaldab  $Zn^{2+}$ ,  $Cd^{2+}$  ja  $Hg^{2+}$ -ioone lisati liias naatriumsulfiidi lahust. Mis on sademes, mis lahuses?
398. Lahusele, mis sisaldab  $Zn^{2+}$ ,  $Cd^{2+}$  ja  $Hg^{2+}$ -ioone, lisati liias naatriumhüdrosiidi lahust. Mis on lahuses, mis on sademes?
399.  $Zn + NaOH + H_2O \longrightarrow$
400.  $Zn^{2+} + OH^- \longrightarrow$
401.  $Zn + NH_3 \cdot H_2O \longrightarrow$
402.  $ZnS + HNO_3 \longrightarrow$
403.  $ZnS + H_2SO_4$  (lahj.)  $\longrightarrow$
404.  $Zn^{2+} + NH_3 \cdot H_2O \longrightarrow$
405.  $Zn(OH)_2 + NH_4Cl \longrightarrow$
406.  $ZnO + CaO \xrightarrow{\text{sulat.}}$
407.  $ZnO + HCl$  (lahj.)  $\longrightarrow$
408.  $ZnO + HCl$  (konts.)  $\longrightarrow$
409.  $Zn + K_2Cr_2O_7 + H_2SO_4 \longrightarrow$
410.  $Zn + HCl + Na_3AsO_3 \longrightarrow$
411.  $Cd + NH_3 \cdot H_2O \longrightarrow$
412.  $Cd + NaOH + H_2O \longrightarrow$

413.  $\left[ \text{Cd}(\text{NH}_3)_4 \right]^{2+} + \text{OH}^- (\text{NaOH}) \xrightarrow{\text{keetmisel}}$
414.  $\text{CdS} + \text{Cu}^{2+} \longrightarrow$
415.  $\text{Cd}^{2+} + \text{HgS} \longrightarrow$
416.  $\text{Cd} + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow$
417. a)  $\text{Hg} + \text{HNO}_3 (\text{liias}) \longrightarrow$   
 b)  $\text{Hg} (\text{liias}) + \text{HNO}_3 \longrightarrow$
418.  $\text{HgCl}_2 + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \longrightarrow$
419.  $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2 + \text{KI} \longrightarrow$
420.  $\text{HgCl}_2 + \text{SnCl}_2 \longrightarrow$
421.  $\text{HgS} + \text{NaNO}_3 + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow$
422.  $\text{HgS} + \text{Na}_2\text{S} \longrightarrow$
423.  $\text{Hg}_2\text{Cl}_2 + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \longrightarrow$

## 7. Perioodilisuse süsteemi I rühm

### 7.1. I rühma peaarühm (H, Li, Na, K, Rb, Cs, Fr)

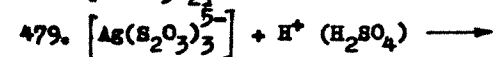
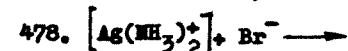
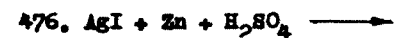
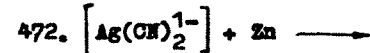
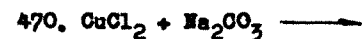
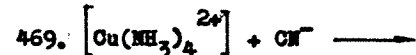
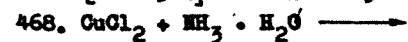
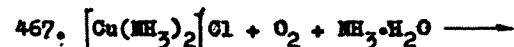
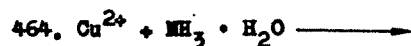
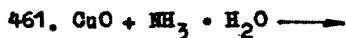
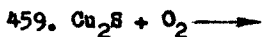
424. Väljendada võrranditena reaktsioonid, mis kulgevad Li, K säilitamisel õhus tavalisel temperatuuril.
425. Miks leelismetalle ei saa kasutada nendest vähemaktiivsemate metallide väljatõrjumiseks nende soolade vesilahustest?
426. Kas loistamiseks  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ -ga,  $\text{NaOH}$ -ga,  $\text{Na}_2\text{O}$ -ga võib kasutada portselantiigleid, korundtiigleid?
427. 4,6 g naatriumist ja mingist teisest leelismetallist koosneva sulami reageerimisel veega eraldus 2,34 l  $\text{H}_2$  (normaaltingimustel). Milline on sulamis teine metall?
428.  $\text{Li} + \text{O}_2 \longrightarrow$
429.  $\text{Na} + \text{O}_2 \longrightarrow$
430.  $\text{K, Rb, Cs} + \text{O}_2 \longrightarrow$
431.  $\text{Li}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow$
432.  $\text{Na}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow$
433.  $\text{Na}_2\text{O}_2 + \text{CO} \longrightarrow$
434.  $\text{Na}_2\text{O}_2 + \text{CO}_2 \longrightarrow$
435.  $\text{Na}_2\text{O}_2 + \text{Na} \xrightarrow{\text{kuum.}}$
436.  $\text{NaOH} + \text{Na} \xrightarrow{\text{kuum.}}$
437.  $\text{K}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow$
438.  $\text{K}_2\text{O} + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow$
439.  $\text{KOH} + \text{O}_3 \longrightarrow$
440.  $\text{KO}_3 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow$
441.  $\text{NaCl} + \text{CO}_2 + \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow$
442.  $\text{NaHCO}_3 \xrightarrow{\text{kuum.}}$
443.  $\text{NaOH} + \text{CO}_2 \longrightarrow$

444.  $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow$   
 445.  $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{FeCl}_3 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow$   
 446.  $\text{KCl} + \text{NaClO}_4 \longrightarrow$   
 447.  $\text{Li} + \text{N}_2 \xrightarrow{\text{kuum.}}$   
 448.  $\text{Li}_3\text{N} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow$   
 449.  $\text{Na} + \text{NH}_3 \xrightarrow{\text{kuum.}}$   
 450.  $\text{NaNH}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow$

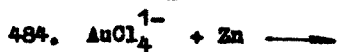
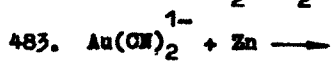
## 7.2. I rühma kõrvalalarühm (Cu, Ag, Au)

451. Miks esimese rühma s-elementid omavad ühendeid oksüdatsiooniastmega ainult üks, sama rühma d-elementid aga ka ühest kõrgemaid oksüdatsiooniastmeid?
452. Kuidas kulgevad reaktsioonid kulla reageerimisel  
 a) kuningveega, b) seleenhappega?
453. Miks hõbesemed kattuvad säilitamisel õhus musta kihiga? Kuidas neid keemiliselt puhastada? Väljendada võrrandites kulgevaid reaktsioone.
454. Miks vask reageerib (ta on pingereas vesinikust tagapool) kontsentreeritud soolhappega õhu juuresolekul, gaasilise vesinikkloriidiga aga õhu juuresolekuta?
455. Millised ühendid tekivad, kui toimida vask(II)sulfaadi lahusele a) kaaliumtsüaniidi-, b) kaaliumtiotsüaniidi-, c) ammoniaakveega?
456. Kompleksioonide  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+]$  ja  $[\text{Ag}(\text{CN})_2^-]$  ebapüsisuskonstandid on  $8,3 \cdot 10^{-4}$  ja  $8 \cdot 10^{-22}$ . Näidake arvutustega, miks hõbejodiid  $\text{L} = 8,5 \cdot 10^{-17}$  reageerib kaaliumtsüaniidiga vesilahusest, aga ammoniaakveega ei reageeri, kui viimaste kontsentratsioonid on 0,1 M.
457. Miks lahusele, mis on saadud hõbekloriidi reageerimiselt ammoniaakveega, happe ( $\text{HCl}$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) lisamisel tekib sade? Anda reaktsioonid ja põhjendus.

458. Vasakesemed kattuvad niiskes õhus roheka kelmega. Väljendada nähtus võrrandina.





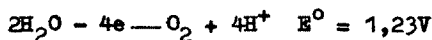
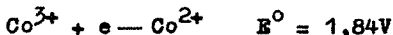


## 8. Perioodilisuse süsteemi VIII rühm

### 8.1. VIII rühma Fe-alarühm (Fe, Co, Ni)

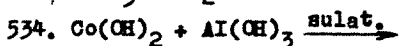
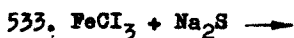
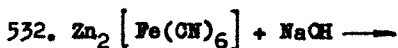
485. Miks raud(II)ioonid lahuses oksüdeeruvad raud(III)ioonideks kokkupuutel õhuhapnikuga, nikkel ja koobalt(II)ioonid aga ei oksüdeeru?
486. Kui raud(II)-, koobalt(II)-, nikkel(II)soolade lahustele lisada leeliselahust, kas toimuvad analoogsed protsessid? Kui on erinevusi, siis miks?
487. Väljendage võrrandites raud(III)-, koobalt(III)-, nikkel(III)hüdrokxiidi reageerimist lahjendatud sool- ja vaavelhappega, kontsentreeritud soolhappega.
488. Kirjutada ioon- ja molekulaarvõrrandid  $\text{FeSO}_4$ ,  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  hüdrolyüsi kohta.
489. Väljendada võrrandites, mis toimub raud(II)sulfaadi lahuste säilitamisel kontaktis õhuga.
490. Kuidas valmistada vesivaba raud(III)kloriidi?
491. Kas lahuses võivad esineda samaaegselt:  
a)  $\text{Fe}^{2+}$  ja  $\text{Sn}^{2+}$ ; b)  $\text{Fe}^{3+}$  ja  $\text{Sn}^{2+}$ ; c)  $\text{Fe}^{2+}$  ja  $\text{MnO}_4^{1-}$ ;  
d)  $\text{Fe}^{3+}$  ja  $\text{MnO}_4^-$ ; e)  $\text{Fe}^{2+}$  ja  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ .
- Millisel juhul võivad ja millisel ei või, miks?
492. Väljendada võrrandina reaktsioon, mis kulgeb  $\text{H}_2\text{S}$ -gaasi raud(III)kloriidi lahusesse juhtimisel.
493. Väljendada võrranditena kulgevaid reaktsioone, kui raud(III)kloriidi lahusele lisada naatriumsulfiidi lahust.
494. Millised ühendid tekivad: a) koobalt(II)oksiidi ja alumiiniumoksiidi segu sulatamisel, b) koobalt(II)oksiidi ja kaltsimoksiidi segu sulatamisel? Põhjendada erinevust.
495. Miks koobalt(III)oksiidi reageerimisel hapetega tekib koobalt(II)sool (sulfaat, nitraat) ja eraldub hapnik;

kontsentreeritud soolhappega reageerimisel eraldub kloor, lahjendatud soolhappega reageerimisel hapnik.



496. Raud(III)kloriidi esimese astme hüdrolüüsi konstant on  $10^{-3}$ . Arvutada hüdrolüüsi aste esimese astme järgi 0,1 M lahuses.
497. Milline ühend sadestub, kui raud(III)kloriidi lahusele lisada naatriumkarbonaadi lahust? Anda põhjendus.
498. Miks kontsentreeritud soolhappe lisamisel koobalt(II)-soolade vesilahustele värvus muutub (roosast siniseks), veega lahjendamisel muutub uuesti roosaks?
499. Kuidas saada vesivaba raud(III)kloriidi? Miks ei saa teda vesilahusest vee väljaaurutamisel?
500. Mis ja miks juhtub, kui raud(III)kloriidi lahusele lisada kaaliumjodiidi lahust?
501. Kas võivad samaaegselt olla lahuses järärmised ioonid:  
 a)  $\text{Fe}^{3+}$  ja  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ; b)  $\text{Fe}^{2+}$  ja  $\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}$ ; c)  $\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}$  ja  $\text{Cd}^{2+}$ ; d)  $\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-}$  ja  $\text{OH}^-$ .  
 Vastused põhjendada.
502. Mis ja miks reaktsioon toimub vee ja ühendi vahel, mis tekib raud(III)oksiidi sulatamisel naatriumperoksiidiga?
503. Kui lahustele, mis sisaldavad  $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_2$  ja  $\text{K}_2[\text{Ni}(\text{CN})_4]$  lisada leelist ja keeta, siis esimesel juhul tekib sade, teisel mitte. Miks?
504. Kas toimub ja kui, siis miks toimub reaktsioon, kui  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$  lahusele lisada KCN-i lahust?

505.  $\text{Fe} + \text{H}_2\text{SO}_4$  (lahj.)  $\longrightarrow$
506.  $\text{Fe} + \text{H}_2\text{SO}_4$  (konts.)  $\xrightarrow{\text{keetm.}}$
507.  $\text{Co, Ni} + \text{H}_2\text{SO}_4$  (konts.)  $\longrightarrow$
508.  $\text{FeSO}_4 + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow$
509.  $\text{Fe}(\text{OH})_3 + \text{HCl} \longrightarrow$
510.  $\text{Co}(\text{OH})_3 + \text{HCl} \longrightarrow$
511.  $\text{Ni}(\text{OH})_3 + \text{HNO}_3 \longrightarrow$
512.  $\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{KNO}_3 + \text{KOH}$  sulat  $\longrightarrow$
513.  $\text{K}_2\text{FeO}_4 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow$
514.  $\text{K}_2\text{FeO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow$
515.  $\text{CoSO}_4 + \text{KOH} + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow$
516.  $\text{CoSO}_4 + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}_2 \longrightarrow$
517.  $\text{NiSO}_4 + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}_2 \longrightarrow$
518.  $\text{FeCl}_2 + \text{KCN}$  (liias)  $\longrightarrow$
519.  $\text{FeCl}_3 + \text{KCN}$  (liias)  $\longrightarrow$
520.  $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow$
521.  $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow$
522.  $\text{K}_3 [\text{Fe}(\text{CN})_6] + \text{KI} \longrightarrow$
523.  $\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-} + \text{Fe}^{2+} \longrightarrow$
524.  $\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-} + \text{Fe}^{3+} \longrightarrow$
525.  $\text{FeSO}_4 + \text{KNO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow$
526.  $\text{K}_4 [\text{Fe}(\text{CN})_6] + \text{CaSO}_4 \longrightarrow$
527.  $\text{CoCl}_2 + \text{KNO}_2 + \text{HCl} \longrightarrow$
528.  $\text{NiSO}_4 + \text{KCN} \longrightarrow$
529.  $\text{NiCl}_2 + \text{KOH} + \text{H}_2\text{O}_2 \longrightarrow$
530.  $\text{NiCl}_2 + \text{KOH} \longrightarrow$
531.  $\text{Fe}_4 [\text{Fe}(\text{CN})_6]_3 + \text{NaOH} \longrightarrow$



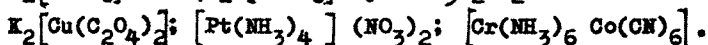
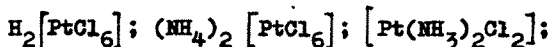
### 8.2. VIII rühma platinametallide alarühm

Kerged platinametallid (Ru, Rh, Pd)

Rasked platinametallid (Os, Ir, Pt)

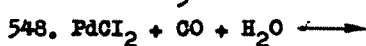
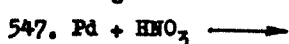
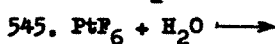
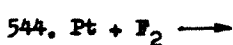
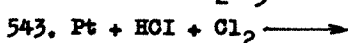
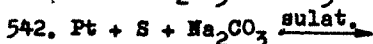
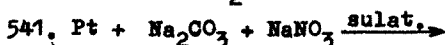
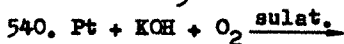
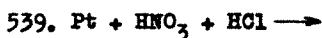
535. Miks leelistega (NaOH, Na<sub>2</sub>O, KOH) ja ka peroksiididega sulatamisi ei tohi teha platinast nõudes?

536. Millised allesitatud ühenditest on elektrolüüdid:



537. Kas platinast kataseadmetes (kausid, tiiglid jt.) võib reaktsioone läbi viia kuningvee keskkonnas?

538. Kas platinast laboratoorsete tööde vahendeid (tiigleid, kausse, elektroode) tohib töödelda naatriumnitraati ja naatriumkloriidi sisaldavas vaavelhappelises lahuses?



549.  $\text{Ru} + \text{KNO}_3 + \text{KOH} \xrightarrow{\text{sulat.}}$   
 550.  $\text{Os} + \text{NaNO}_3 + \text{NaOH} \xrightarrow{\text{sulat.}}$   
 551.  $\text{K}_2\text{RuO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow$   
 552.  $\text{K}_2\text{RuO}_4 + \text{Cl}_2 \longrightarrow$   
 553.  $\text{RuO}_4 + \text{KOH} \xrightarrow{\text{sulat.}}$

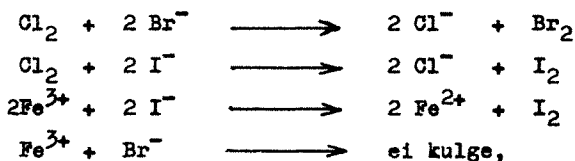
### 8.3. VIII rühma kõrvalalarühm (vääriskaasid)

554. Miks vääriskaaside molekulid on üheaatomilised?  
 555. Kas kõik vääriskaasid võiksid anda ühendeid teiste elementidega?  
 556. Miks krüptoon, ksenoon ja radoon võivad anda ühendeid, milles nad esinevad paarisarvuliste oksüdatsiooniastmetega?  
 557. Miks vääriskaaside ühenditena on saadud peamiselt ühendeid fluoriga ja hapnikuga?  
 558. Miks ksenoonifluoriidid ( $\text{XeF}_2$ ,  $\text{XeF}_4$ ,  $\text{XeF}_6$ ,  $\text{XeF}_8$ ) on kõik tugevateks oksüdeerijateks?  
 559.  $\text{Xe} + \text{F}_2 \longrightarrow$   
 560.  $\text{XeF}_2 + \text{SbF}_5 \longrightarrow$   
 561.  $\text{XeF}_4 \xrightarrow{\text{disproportsioneerub}}$   
 562.  $\text{XeF}_4 + \text{KI} \longrightarrow$   
 563.  $\text{XeF}_6 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow$   
 564.  $\text{XeO}_3 + \text{Ba}(\text{OH})_2 \longrightarrow$   
 565.  $\text{BaXeO}_4 + \text{KI} + \text{HCl} \longrightarrow$   
 566.  $\text{XeO}_3 + \text{NaOH} + \text{O}_3 \longrightarrow$

## 9. Redoksreaktsioonid

### 9.1. Redoksreaktsioonide kulgemise võimalikkus ja suund

Redoksreaktsioonides üks reaktsioonist osavõtja liidab endaga elektrone, toimib oksüdeerijana. Samal ajal peab reaktsioonist osavõttev teine komponent elektrone loovutama, toimides redutseerijana. Lähtudes redoksreaktsioonidest:



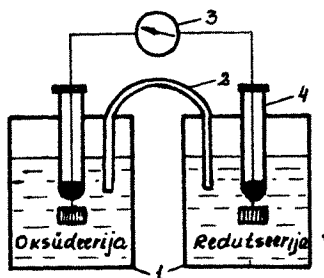
järeldub, et kloor oksüdeerib bromiid- ja jodiidioone, raud-(III)ioonid aga ei oksüdeeri bromiidioone, vaid ainult jodiidioone. Esitatud näidetest järeldub, et oksüdeerijad ja redutseerijad omavad erinevat keemilist aktiivsust. Mingei oksüdeerija või redutseerija keemilise aktiivsuse ehk redoksvõime määramiseks uuritakse vastavate reaktsioonide kulgemist galvaanielemendis

Galvaanielemendi ühes poolelemendis on oksüdeerija ja teises redutseerija. Poolelemendid on omavahel ühendatud küllastatud kaaliumkloriidi lahusega täidetud U-kujulise sillaga, mida mööda ioonid saavad difundeeruda ühest poolelemendist teise. Elektroodidena kasutatakse mõlemas poolelemendis platinat. Nende ülesandeks on elektronide transport.

Näiteks reaktsioon



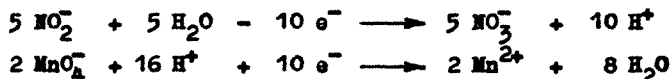
üksnes permanganaat- ja nitritiooni sisaldavas lahuses, vaid ka vastava galvaanielemendi mõlema platinalelektroodi pinnal. Nitritioon kui redutseerija annab lahusesse asetatud platinalelektroodile 2 elektroni, mis lähevad välisjuhtme



Joonis 1. Galvaanielement: 1 - poolelemendid, 2 - elektro-  
luutiline sild, 3 - voltmeeter, 4 - elektroodid

kaudu oksüdeerijat sisaldavas poolelemendis olevale plaati-  
naelektroodile, kus permanganaatioon oksüdeerijana nad enda-  
ga liidab.

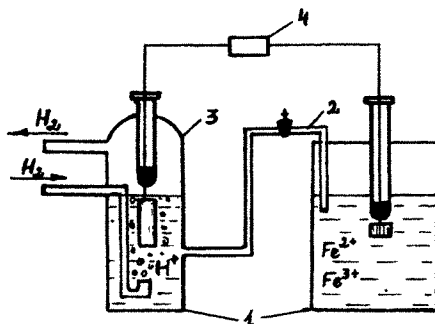
Elektroodidel toimuvaid protsesse väljendavad võrran-  
did:



Poolelemendid sisaldavad mitte ainult esialgset oksü-  
deerijat ja redutseerijat, vaid ka nendest moodustunud ai-  
neid. Kasitletud galvaanielemendis sisaldab oksüdeerija poo-  
lelement mitte üksnes  $\text{MnO}_4^-$ -ioone, vaid ka tekkinud  $\text{Mn}^{2+}$ -ioo-  
ne. Redutseerija poolelement sisaldab peale  $\text{NO}_2^-$ -ioonide veel  
oksüdatsioonil tekkinud  $\text{NO}_3^-$ -ioone. Poolelementides moodustu-  
vad seega redokspaarid  $\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}$  ja  $\text{NO}_2^-/\text{NO}_3^-$ . Galvaanielemen-  
di töötamisel eksperimentaalselt mõõdetav elektromotoorjõud  
välisahelas (emf.), mis on antud galvaanielementi moodusta-  
vate poolelementide potentsiaalide vahe, näitabki seda, kui  
tugev on elektronide võime minna redutseerija aatomitelt  
(ioonidelt) üle oksüdeerija aatomitele (ioonidele), st.  
kui tugev on süsteemi redoksvõime.



Erinevate oksüdeerijate ja redutseerijate redoksvõime iseloomustamiseks on vaja igat poolelementi (ehk redokspaari) võrrelda ühe kindla võrdluselektroodiga, milleks on normaalvesinikelektrood. Normaalesinikelektroodi potentsiaal loetakse tinglikult nulliks.

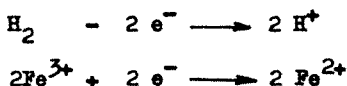


Joonis 2. Paari  $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$  normaalpotentsiaali määramise skeem: 1 - poolelemendid, 2 - elektrolüütiline sild, 3 - vesinikelektrood, 4 - potentsiomeeter

Kombineerime normaalvesinikelektroodiga galvaanielemendiks joonisel 2 näidatud viisil mõne redokspaari, näiteks  $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$ . Saadava galvaanielemendi emf. mõõdetakse potentsiomeetriga. Kui poolelemendis  $a_{\text{Fe}^{3+}} = a_{\text{Fe}^{2+}}$ , siis galvaanielemendi emf. väärtus on  $+0,77$  V ning seda suurt nimetatakse antud redokspaari normaalpotentsiaaliks ja tähistatakse  $E^{\circ} \text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$ .

Potentsiaali märk näitab, et antud redokspaar töötab galvaanielemendis positiivse poolusena, normaalvesinikelektrood aga on negatiivseks pooluseks. Negatiivselt pooluselt siirduvad vooluahelasse elektronid, positiivne poolus aga võtab neid vastu.

Üksikelektroodidel kulgevad järgmised protsessid:



Kloorelektroodi normaalpotentsiaali väärtus  $E^\circ = +1,36 \text{ V}$  on tunduvalt suurem kui  $E^\circ_{\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}} = +0,77 \text{ V}$ . Sellest järeldub, et  $\text{Cl}_2$  on tunduvalt tugevam oksüdeerija kui  $\text{Fe}^{3+}$ -ioonid. Normaalpotentsiaalide väärtused ei iseloomusta mitte üksnes üksikelektroodis oksüdeerijana toimiva komponendi oksüdeerivat toimet, vaid ka oksüdeerijast tekkinud redutseerunud vormi reduktsioonivõimet. Nii on kloriidioonid raud-(II)ioonidega võrreldes tunduvalt nõrgema redutseeriva toimega (vastupidine oksüdatsioonivõimega).

Kui üksikelektroodis oksüdeerija aktiivsus ei võrdu redutseerija aktiivsusega, väljendab redokspotentsiaali sõltuvat Nernsti valem:

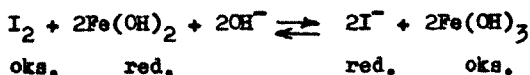
$$E = E^\circ + \frac{RT}{nF} \ln \frac{a_{\text{oks}}}{a_{\text{red}}}$$

- kus  $E$  - antud üksikelektroodi (redokspaari) redokspotentsiaal (voltides);  
 $a_{\text{oks}}$  - oksüdeerunud ionide (aatomite) aktiivsus;  
 $a_{\text{red}}$  - redutseerunud ionide (aatomite) aktiivsus;  
 $R$  - gaasikonstant ( $8,313 \frac{\text{J}}{\text{K}\cdot\text{mol}}$ );  
 $F$  - Faraday arv ( $96\,500$  kulonit);  
 $n$  - oksüdeerumisel või redutseerumisel ionide või aatomite poolt liidetud või loovutatud elektronide arv;  
 $E^\circ$  - antud redokspaari normaalpotentsiaal.

Temperatuuril  $25^\circ\text{C}$ , kümnendlogaritme ja aktiivsuste asemel kontsentratsioone kasutades kehtib Nernsti võrrand kujul:



või sama ioonvõrrandina?



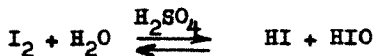
$$E^\circ_{\text{Fe}(\text{OH})_3/\text{Fe}(\text{OH})_2} = -0,56 \text{ V};$$

$$E^\circ_{\text{IO}^-/\text{I}^-} = +0,49 \text{ V}.$$

Et siin  $E^\circ_{\text{Fe}(\text{OH})_3/\text{Fe}(\text{OH})_2} \ll E^\circ_{\text{IO}^-/\text{I}^-}$ , siis reaktsioon kulgeb vasakult paremale, s.o. jood oksüdeerib raud(II)-hüdrosiidi leelises keskkonnas raud(III)hüdrosiidiks.

### Näide 3.

Kas jood dispropertsioneerub happelises keskkonnas?



$$E^\circ_{\text{I}_2/2\text{I}^-} = +0,54 \text{ V} \quad \text{I}_2 \text{ oksüdeerija};$$

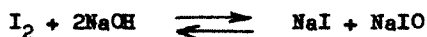
$$E^\circ_{2\text{HIO}/\text{I}_2} = +1,45 \text{ V} \quad \text{I}_2 \text{ redutseerija};$$

$$E^\circ_{\text{oks.}} \ll E^\circ_{\text{red.}}$$

Järelikult  $\text{I}_2$  dispropertsioneerumine happelises keskkonnas on tugevalt nihutatud vasakule, st., et jood veega happelises keskkonnas praktiliselt ei reageeri.

### Näide 4.

Kas jood dispropertsioneerub leelises keskkonnas?



$$E^\circ_{\text{I}_2/2\text{I}^-} = +0,54 \text{ V} \quad \text{I}_2 \text{ oksüdeerija};$$

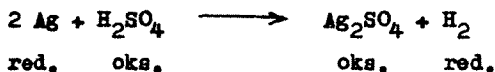
$$E^\circ_{2\text{IO}^-/\text{I}_2} = +0,45 \text{ V} \quad \text{I}_2 \text{ redutseerija}.$$

$$E^{\circ}_{\text{oks.}} > E^{\circ}_{\text{red.}}$$

Leelises keskkonnas toimub joodi disproportsioneerumine.

Näide 5.

Kas toimub reaktsioon, mida väljendab võrrand



$$E^{\circ}_{\text{Ag}/\text{Ag}^+} = +0,799 \text{ V};$$

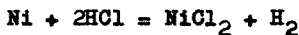
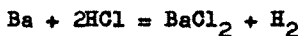
$$E^{\circ}_{\text{H}_2/2\text{H}^+} = 0,000 \text{ V}.$$

$$E^{\circ}_{\text{oks.}} < E^{\circ}_{\text{red.}}$$

Järelikult metalliline hõbe ei reageeri lahjendatud vaavelhappega.

Näide 6.

Maarata, kumb metallidest, kas baarium või nikkel reageerib kiiremini soolhappega.



$$E^{\circ}_{\text{Ba}/\text{Ba}^{2+}} = -2,90 \text{ V}.$$

$$E^{\circ}_{\text{Ni}/\text{Ni}^{2+}} = -0,25 \text{ V};$$

$$E^{\circ}_{\text{H}_2/2\text{H}^+} = 0,000 \text{ V}.$$

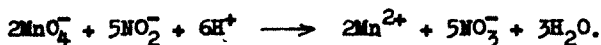
Et siin  $E^{\circ}_{\text{H}_2/2\text{H}^+} > E^{\circ}_{\text{Ni}/\text{Ni}^{2+}}$  ja  $E^{\circ}_{\text{H}_2/2\text{H}^+} \gg E^{\circ}_{\text{Ba}/\text{Ba}^{2+}}$ , siis kiiremini reageerib baarium.

## 9.2. Redoksreaktsioonide kulgemise kvantitatiivsus

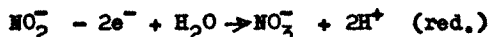
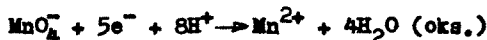
Redoksreaktsioonid, nagu kõik teised pöörduvad keemilised reaktsioonid, kulgevad mingi tasakaaluolükuni. Tasakaaluolekut iseloomustatakse tasakaalukonstandiga  $K$ . Mida suurem on tasakaalukonstandi arvuline väärtus, seda täielikumalt antud reaktsioon kulgeb ja vastupidi, mida väiksem on tasakaalukonstant, seda täielikumalt kulgeb antud reaktsiooni pöördreaktsioon.

Redoksreaktsioonides tasakaalukonstandi, seega ka reaktsiooni kulgemise kvantitatiivsuse leidmiseks lähtutakse antud süsteemis esinevate poolelementide redokspotentsiaalidest.

Näitena arvutame tasakaalukonstandi redoksreaktsioonile:



Lahtutame antud reaktsiooni üksikreaktsioonideks, s.o. poolelementides kulgevateks reaktsioonideks:



millede redokspotentsiaalid avalduvad:

$$E_{\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}} = E^{\circ}_{\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}} + \frac{0,059}{5} \log \frac{a_{\text{MnO}_4^-} \cdot a_{\text{H}^+}^8}{a_{\text{Mn}^{2+}}}$$

$$E_{\text{NO}_3^-/\text{NO}_2^-} = E^{\circ}_{\text{NO}_3^-/\text{NO}_2^-} + \frac{0,059}{2} \log \frac{a_{\text{NO}_3^-} \cdot a_{\text{H}^+}^2}{a_{\text{NO}_2^-}}$$

Reaktsiooni käigus  $\text{MnO}_4^-$ -ioonide kontsentratsioon väheneb ning  $\text{Mn}^{2+}$ -ioonide kontsentratsioon suureneb, mille tulemusena permanganaatpoolelemendi potentsiaal  $E_{\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}}$  väheneb.

Nitraatpöolelemendis  $\text{NO}_2^-$ -ioonide kontsentratsioon vä-  
heneb, mille tagajärel tema potentsiaal suureneb. Tasakaalu-  
olukorras pöoleleméntide potentsiaalid on muutunud võrdseks.

$$E_{\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}} = E_{\text{NO}_3^-/\text{NO}_2^-};$$

$$1,51 + \frac{0,059}{5} \log \frac{a_{\text{MnO}_4^-} \cdot a_{\text{H}^+}^8}{a_{\text{Mn}^{2+}}} = 0,94 +$$

$$+ \frac{0,059}{2} \log \frac{a_{\text{NO}_3^-} \cdot a_{\text{H}^+}^2}{a_{\text{NO}_2^-}}$$

$$1,51 - 0,94 = - \frac{0,059}{5} \log \frac{a_{\text{MnO}_4^-} \cdot a_{\text{H}^+}^8}{a_{\text{Mn}^{2+}}} +$$

$$+ \frac{0,059}{2} \log \frac{a_{\text{NO}_3^-} \cdot a_{\text{H}^+}^2}{a_{\text{NO}_2^-}} = \frac{0,059}{10} 5 \log \frac{a_{\text{NO}_3^-} \cdot a_{\text{H}^+}^2}{a_{\text{NO}_2^-}} -$$

$$- \frac{0,059}{10} 2 \log \frac{a_{\text{MnO}_4^-} \cdot a_{\text{H}^+}^8}{a_{\text{Mn}^{2+}}} = \frac{0,059}{10} \log \frac{a_{\text{NO}_3^-}^5 \cdot a_{\text{H}^+}^{10}}{a_{\text{NO}_2^-}^5} -$$

$$- \frac{0,059}{10} \log \frac{a_{\text{MnO}_4^-}^2 \cdot a_{\text{H}^+}^{16}}{a_{\text{Mn}^{2+}}^2} =$$

$$= \frac{0,059}{10} \log \frac{a_{\text{NO}_3^-}^5 \cdot a_{\text{H}^+}^{10} \cdot a_{\text{Mn}^{2+}}^2}{a_{\text{NO}_2^-}^5 \cdot a_{\text{MnO}_4^-}^2 \cdot a_{\text{H}^+}^{16}} =$$

$$= \frac{0,059}{10} \log \frac{a^5_{\text{NO}_3^-} \cdot a^2_{\text{Mn}^{2+}}}{a^5_{\text{NO}_2^-} \cdot a^2_{\text{MnO}_4^-} \cdot a^6_{\text{H}^+}}$$

Kuna

$$K = \frac{a^5_{\text{NO}_3^-} \cdot a^2_{\text{Mn}^{2+}}}{a^5_{\text{NO}_2^-} \cdot a^2_{\text{MnO}_4^-} \cdot a^6_{\text{H}^+}},$$

siis

$$1,51 - 0,94 = \frac{0,059}{10} \log K,$$

$$\log K = \frac{(1,51 - 0,94) \cdot 10}{0,059} = 96,6,$$

ning tasakaalukonstandi arvuline väärtus

$$K = 10^{96,6}.$$

Et antud reaktsioonist võtavad osa ka vesinikioonid, siis peab nitritioonide oksüdeerumise täielikkus olenema ka keskkonna happelisusest. Et tasakaalukonstandi arvuline väärtus antud temperatuuril on aga konstantne suurus, siis järeldub, et mida suurem on keskkonna happelisus, seda täielikumalt peab kulgema nitritioonide oksüdatsioon.

Tasakaaluolekus

$$a_{\text{NO}_2^-}^5 = \frac{5}{2} a_{\text{MnO}_4^-} \quad \text{ja} \quad a_{\text{NO}_3^-}^5 = \frac{5}{2} a_{\text{Mn}^{2+}}$$

või

$$a_{\text{MnO}_4^-} = \frac{2}{5} a_{\text{NO}_2^-} \quad \text{ja} \quad a_{\text{Mn}^{2+}} = \frac{2}{5} a_{\text{NO}_3^-}$$



Tehes tasakaalukonstandi avaldises vastavad asendused ja võttes vesinikioonide aktiivsuseks  $1 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$ , saame tasakaaluolekus nitraat- ja nitritioonide aktiivsuse suhte

$$10^{96,6} = \frac{\frac{2}{5} a^2 \text{NO}_3^- \cdot a^5 \text{NO}_3^-}{a^5 \text{NO}_2^- \cdot \frac{2}{5} a^2 \text{NO}_2^- \cdot 1^6},$$

$$10^{96,6} = \frac{a^7 \text{NO}_3^-}{a^7 \text{NO}_2^- \cdot 1^6},$$

$$\frac{a \text{NO}_3^-}{a \text{NO}_2^-} = \sqrt[7]{10^{96,6}} = 10^{14}.$$

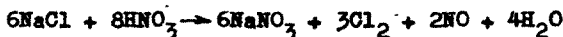
Tasakaaluolekus ka mangaan(II)ioonide aktiivsuse suhe permanganaatioonide aktiivsusse on  $10^{14}$ .

Kui lähtuda happelisusest  $0,1 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$ , siis vastavad suhted on  $10^{13}$ . Toodud arvutusnäitest järeldub, et antud reaktsioon kulgeb praktiliselt lõpuni.

## Vastused

1. Fluor on teise perioodi element, mille aatomistruktuuris on võimalikud ainult s- ja p-orbitaalid - seega vabu orbitaale fluori aatomis ergastamiseks ei ole. Et fluori elektronegatiivsus on võrreldes kõikide teiste elementidega kõige suurem, siis fluor esineb ühendis ainult oksüdatsiooniastmega -I. Ülejaanud halogeenidel on aga vakantseid orbitaale, seega ergastamisvõimalusi ja maksimaalse ergastumise puhul on paaristamatuid elektrone seitse, seega oksüdatsiooniaste VII.
2. Normaalkeskkonnas on nende aatomites üks paaristumatu elektron p-orbitaalil, seega oksüdatsiooniaste I või -I olenevalt sellest, kas ühend on moodustunud nendest suurema või väiksema elektronegatiivsusega elemendist. Et ergastumisel ühest elektronpaarist tekib kaks paaristumatut elektroni ja üks paaristumatu juba oli normaalkeskkonnas - sellega seletubki paaritu arvuliste oksüdatsiooniastmete esinemine enamikus ühendis.
3. Et I<sub>2</sub> molekulis on mittejaotunud elektronpaar ja jodiidioon (I<sup>-</sup>) vakantne orbitaal, siis tekib I<sub>2</sub><sup>1-</sup>-ioon koordinatiivse sideme moodustumise tõttu. Edasi I<sub>3</sub><sup>1-</sup>-ioon on vakantse, mis toimivad aktseptoritena reageerimisel I<sub>2</sub> molekuliga kui doonoriga andes I<sub>5</sub><sup>1-</sup>-ioone jne.
4. Toimuvad paralleelselt mitmed protsessid:
  - 1)  $2KI + F_2 \rightarrow 2KF + I_2$
  - 2)  $I_2 + 5F_2 + 6H_2O \rightarrow 2HIO_3 + 10HF$
  - 3)  $F_2 + H_2O \rightarrow 2HF + O(O_2, O_3)$ .
5. Tavalistes keemilistes protsessides ei või, kuna on kõige suurem elektronegatiivsus. Kõll aga sulatatud soolade elektrolüüsil, kus fluoriidioonid anoodil oksüdeeruvad ja eraldub vaba fluor.

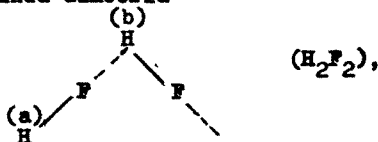
6. Ei või, sest toimub reaktsioon:



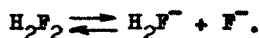
ehk ioonvõrrandina:



7. Vesinikfluoriidi vesilahuses on tõeliselt vesiniksideme kaudu tekkinud dimeerid



kus vesiniku aatomid a kui b on fluori aatomitega kovalentse polaarse sidemega seotud, vesinikaatom b lisaks aga veel vesiniksideme kaudu. Seega toimub nõrgemini seotud vesinikaatomi eraldumine dissotsiatsioonil:



8. Alusena, sest naatriumfluoriidi dissotsiatsioon suurendab lahusti dissotsiatsioonil tekkivat aniooni kontsentratsiooni.

9. Oleneb redokspotentsiaalide väärtustest. Kui oksüdeerija redokspotentsiaal antud happesuse juures ei ületa  $E^0 \text{2Cl}^- - 2e \rightarrow \text{Cl}_2$  redokspotentsiaali, siis kloriidioonid redutseerijana ei toimi, kui ületab, siis toimivad.

10. 0,0446 M, ei olene mahust.

11. Lähtume, et algul oli 1 mool, või ka üks maht vesinikjodiidi ja sellest antud tingimustel oli lagunenud X mooli (mahtu), siis saame:

$$\frac{(1-x)^2}{\frac{x}{2} \cdot \frac{x}{2}} = 808,$$

mille lahend annab  $x = 0,0659$  ehk 100-st mahust lähtumisel 6,59 mahtu, s.o. 6,59 %.

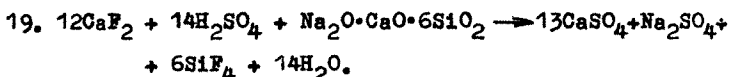
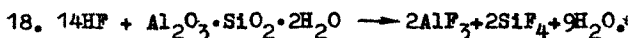
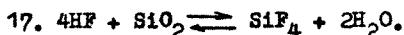
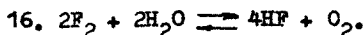
12. Kümme korda.

13. Kõige suurema polaarsusega on side LiCl-molekulis, kõige väiksem CCl<sub>4</sub>-molekulis. LiCl-molekul on polaarne, ülejäänud molekulid mittepolaarsed molekulid sümmeetrilise ehituse tõttu.

14. Et hapetel HClO ja HClO<sub>2</sub> dissotsiatsioonikonstandid on vastavalt  $1 \cdot 10^{-7}$  ja  $5 \cdot 10^{-3}$ , siis NaClO hüdrolüüsib enam kui NaClO<sub>2</sub>. Et happed HClO<sub>3</sub> ja HClO<sub>4</sub> on tugevateks hapeteks, siis soolad NaClO<sub>3</sub> ja NaClO<sub>4</sub> praktiliselt ei allu hüdrolüüsile.

Et hapete KClO; KBrO ja KIO dissotsiatsioonikonstandid on vastavalt:  $1 \cdot 10^{-7}$ ;  $2,5 \cdot 10^{-9}$  ja  $2 \cdot 10^{-11}$ , siis kõige suurem on hüdrolüüsi aste KIO lahuses.

15. Normaalolekus on kloori aatomites üks paaristumata elektron, ergastuse korral vastavalt kolm, viis ja seitse. Seega paaritu arv paaristumata elektrone ja ka seotud fluori aatomeid.



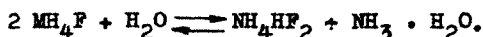
20. a. NH<sub>4</sub>HF<sub>2</sub>. Ammooniumfluoriid hüdrolüüsib



Hüdrolüüsiprotsessis tekivad vesinikfluoriidi molekulid seovad vesiniksideme kaudu lahuses olevaid fluoriidioneid:

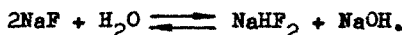


Toimuvaid reaktsioone väljendavaks üldvõrrandiks on:

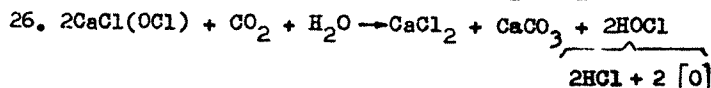
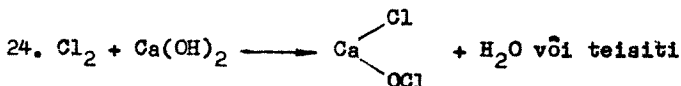
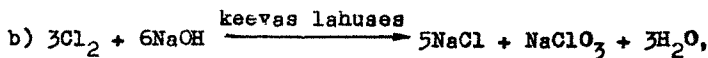
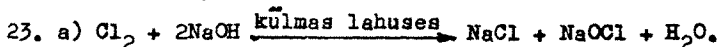
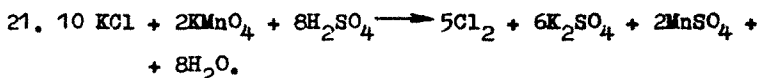


Et aurustumisel  $\text{NH}_3$  lendub koos veeauruga, siis hüdro-  
luüsi tasakaal nihkub paremale ja aurustusjäagiks on  $\text{NH}_4\text{HF}_2$ .

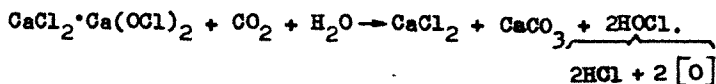
b. NaF. Naatriumfluoriidi puhul on vastav üldvõrrand:



Naatriumfluoriidi vesilahuse aurustumisel lendub ainult  
vesi auruna, tasakaal nihkub vasakule ning aurustusjäa-  
giks on NaF.

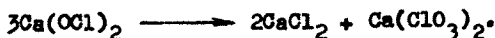


või teisiti

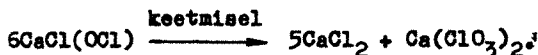


- Süsihape ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ) kui tugevam hape tõrjub alakloorishappe ( $\text{HOCl}$ ) tema soolast välja ning viimane laguneb vesinikkloriidiks ja atomaarseks hapnikuks.

27. Reageerib kaltsiumhüpoklorit, toimub disproportsioneerimisreaktsioon:



Et kolmele moolile kaltsiumhüpokloritile kloorlubjas vastab ka kolm mooli kaltsiumkloriidi, siis üldvõrrand on:



28. Reaktsiooni kulgemine oleneb happesusest:

a) tugevalt hapestamisel

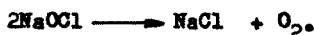


b) nõrgalt hapestamisel

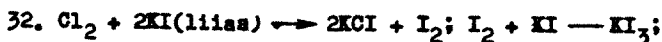
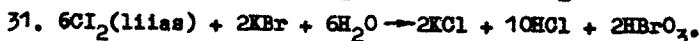
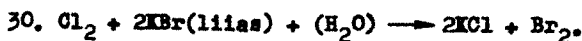
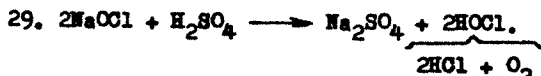


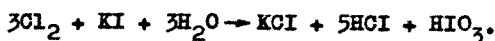
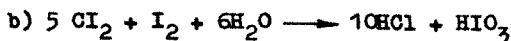
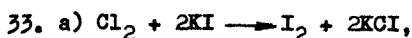
Tekiv alakloorishape laguneb vesinikkloriidiks ja monohapnikuks. Vesinikkloriid astub uuesti reaktsiooni naatriumhüpokloritiga, monohapnikust tekib dihapnik.

Üldreaktsiooni võrrand on:

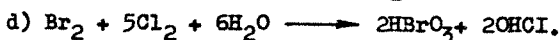
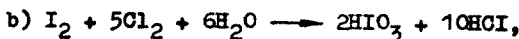


Nagu võrrandist näha, ei esine selles vesinikkloriidi, kuna ta taastub. Soolihappe lisamiseta reaktsiooni ei toimu, kuna naatriumhüpoklorit on püsiv.

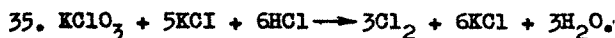
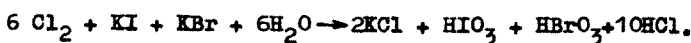




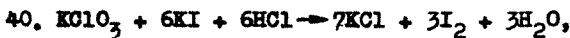
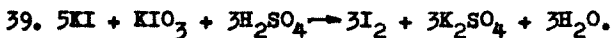
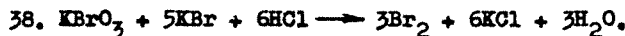
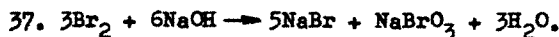
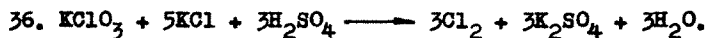
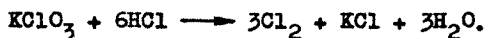
34. Järk-järgult kulgevaid reaktsioone väljendavad võrrandid:



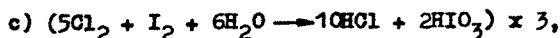
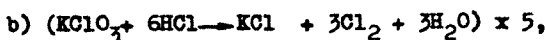
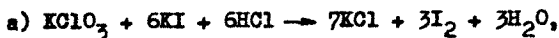
Summaarset reaktsiooni väljendav võrrand  $\text{Cl}_2$ -liia juhtimisel kaaliumjodiidi ja kaaliumbromiidi sisaldavas lahusesse on:



Kaaliumkloriid reaktsioonis elimineerub



41. Kulgevaid protsessse väljendavad võrrandid:

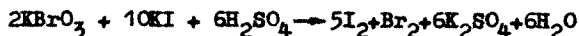
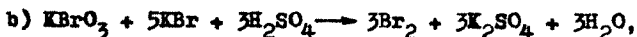
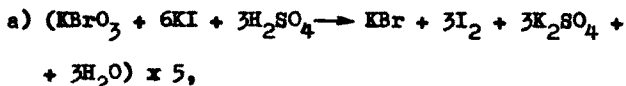


42.  $\text{KBrO}_3 + \text{KI} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$  oleneb, kas on  $\text{KI}$  või  $\text{KBrO}_3$  liias.

I. Kui  $\text{KI}$  liias



II. Kui  $\text{KBrO}_3$  liias



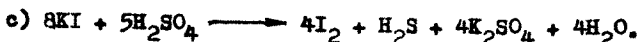
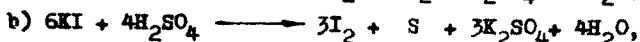
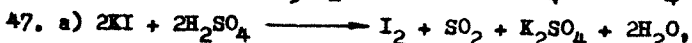
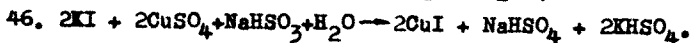
43.  $10 \text{KBr} + 2\text{KIO}_3 + 6\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 5\text{Br}_2 + \text{I}_2 + 6\text{K}_2\text{SO}_4 + 6\text{H}_2\text{O},$

reaktsioon ei olene  $\text{KBr}$  või  $\text{KIO}_3$  liiast.

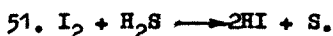
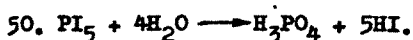
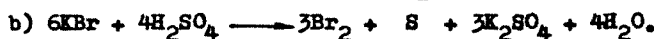
Liias olev aine jääb reageerimata.

44.  $\text{KBrO}_3 + \text{KIO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$  reaktsiooni ei toimu, kuna

$\text{KBrO}_3$  ja  $\text{KIO}_3$  on mõlemad oksüdeerijad.



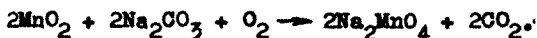
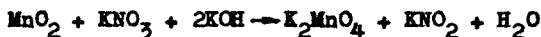




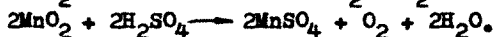
52. Seletub antud ühendites kloori ja mangaani aatomite erineva või sarnase elektronstruktuuriga välises energiataaseses.  $\text{Cl}_2\text{O}$ -s on kloori aatomi väline elektronstruktuur  $3s^2 3p^4$ .  $\text{MnO}$ -s on mangaani aatomi väline elektronstruktuur  $3s^2 3p^6 3d^5$ . Seega oluliselt erinevad ja ka ühendite omadused erinevad.  $\text{Cl}_2\text{O}_7$ -s kloori aatomi väline elektronstruktuur:  $2s^2 2p^6$ .  $\text{Mn}_2\text{O}_7$ -s mangaani aatomi väline elektronstruktuur:  $3s^2 3p^6$ . Seega sarnased ja üsna sarnased on ka vastavate ühendite omadused.

53. Kloori aatomite arv võrreldes hapniku aatomitega, mis molekulis ühe mangaani aatomi kohta, on poole suurem, seega ka kloori aatomite tõukumine ja molekulide moodustumine on tõepärasem kui hapniku molekulide moodustumine.

54. Kui redutseerija:



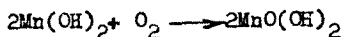
Kui oksüdeerija:



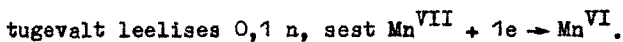
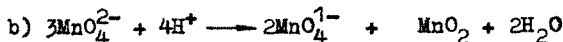
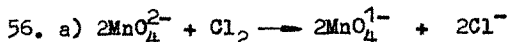
55. Inertgaasi atmosfääris:



Õhustmosfaaris:



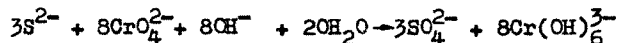
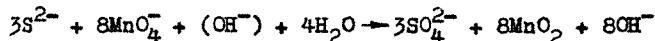
pruunikas-must.



58. Happelises keskkonnas:



leelises keskkonnas:



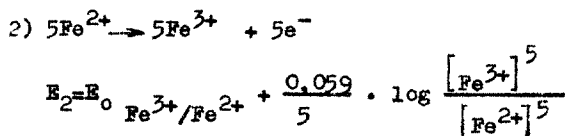
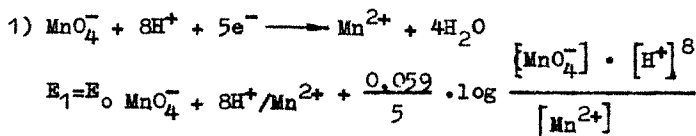
Jah muutuvad, kroomi puhul on muutus sama ( $\text{Cr}^{\text{VI}} + 3e \rightarrow \text{Cr}^{\text{III}}$ ), kuid mangaani puhul erineb (happelises keskkonnas  $\text{Mn}^{\text{VII}} + 5e \rightarrow \text{Mn}^{2+}$ ; leelises keskkonnas  $\text{Mn}^{\text{VII}} + 3e \rightarrow \text{Mn}^{\text{IV}}$ ). Seega leelises keskkonnas on vastavad mahuud 1,67:1.

59. Reaktsiooni tasakaalukonstant:



$$K = \frac{[\text{Fe}^{3+}]^5 \cdot [\text{Mn}^{2+}]}{[\text{Fe}^{2+}]^5 \cdot [\text{MnO}_4^-] \cdot [\text{H}^+]^8}$$

Lahutades reaktsiooni üksikprotsessideks



Reaktsiooni tasakaaluseisundis on üksikprotsesside potentsiaalid võrdsed:

$$E_0 \text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ / \text{Mn}^{2+} + \frac{0,059}{5} \cdot \log \frac{[\text{MnO}_4^-] \cdot [\text{H}^+]^8}{[\text{Mn}^{2+}]} =$$

$$E_0 \text{Fe}^{3+} / \text{Fe}^{2+} + \frac{0,059}{5} \cdot \log \frac{[\text{Fe}^{3+}]^5}{[\text{Fe}^{2+}]^5}$$

$$E_0 \text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ / \text{Mn}^{2+} - E_0 \text{Fe}^{3+} / \text{Fe}^{2+} =$$

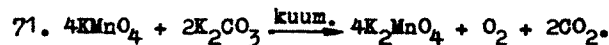
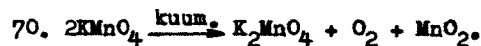
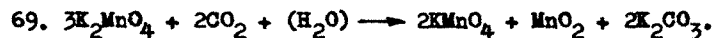
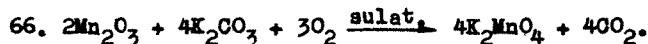
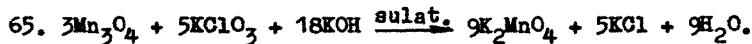
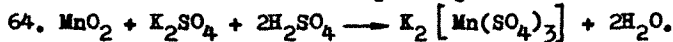
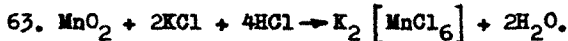
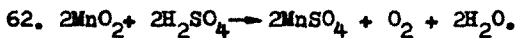
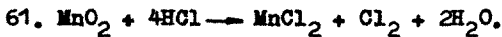
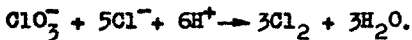
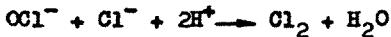
$$= \frac{0,059}{5} \cdot \log \frac{[\text{Fe}^{3+}]^5}{[\text{Fe}^{2+}]^5} - \frac{0,059}{5} \cdot \log \frac{[\text{MnO}_4^-] \cdot [\text{H}^+]^8}{[\text{Mn}^{2+}]}$$

$$1,52 - 0,77 = \frac{0,059}{5} \log \frac{[\text{Fe}^{3+}]^5 \cdot \text{Mn}^{2+}}{[\text{Fe}^{2+}]^5 \cdot [\text{MnO}_4^-] \cdot [\text{H}^+]^8}$$

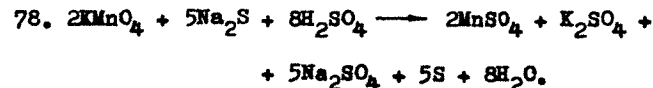
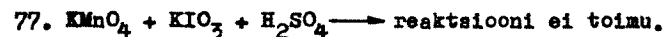
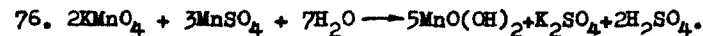
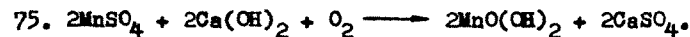
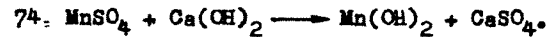
$$\frac{0,75 \cdot 5}{0,059} = \log K \quad K = 10^{66}$$

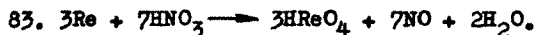
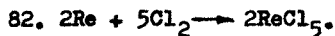
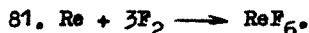
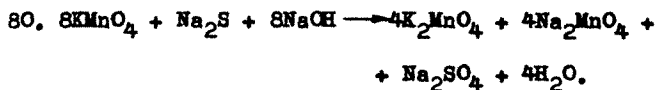
Et tasakaalukonstandi arvuline väärtus on suur -  $10^{66}$ , siis järeldub, et tasakaal praktiliselt nihkub lõpuni, seega  $\text{Fe}^{2+}$  oksüdeerub peaaegu täielikult  $\text{Fe}^{3+}$ -ks.

60. Kulgeb reaktsioon a. Reaktsioonid b ja c kulgeda ei saa, sest  $\text{OCl}^-$  ning  $\text{Cl}^-$  ja  $\text{ClO}_2^-$  ning  $\text{Cl}^-$  samaaegselt happelises keskkonnas esineda ei saa:



73. Taolist reaktsiooni nagu jodiidi ja bromiidiiga ei toimu, kuna  $\text{F}_2$  on tugevam oksüdeerija kui  $\text{KMnO}_4$ . Reaktsioon toimub ainult  $\text{NaF}$  ja  $\text{H}_2\text{SO}_4$  vahel, kuna tekib nõrk hape  $\text{HF}$ .





84. VI rühma elementide aatomite välises energiatasemes on  $ns^2p^4$  elektroni, hapniku aatomis vakantseid orbitaale pole, seega ergastumine pole võimalik, teiste elementide aatomid saavad ergastuda ja nende oksüdatsiooniastmed ühendeis on vastavalt -II; II, IV ja VI, hapnikul ainult -II ja II.

85. Vaata vastust 84.

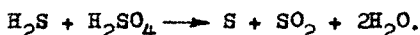
86. Ühendites  $\text{H}_2\text{O}_2$  ja  $\text{Na}_2\text{O}_2$  on koostisiooniks  $\text{O}_2^{2-}$ , seega  $\text{O}_2^{2-}$  oksüdatsiooniaste on -II. Ühele hapnikuaatomile arvatatuna on hapniku oksüdatsiooniaste neis ühendeis -I.

87. Hapnikuaatomite, milleles vakantseid aatomiorbitaale ei ole, reageerimisel molekulideks kattuvad paaristumatute elektronidega aatomiorbitaalid ja hapnikumolekulides vakantseid orbitaale ei ole. Väävliatomites on aga 3d aatomiorbitaalid vakantsed, mistõttu väävlimolekuli ( $\text{S}_2$ ) moodustumisel jäävad sinna vakantsid, millede kaudu tekib  $\text{S}_2$  molekulide vahel doonoraktseptorside ja moodustuvad olenevalt tingimustest kas kinnise või lah-tise ahelaga polümeerid.

88. Hapniku, väävli, seleeni, telluuri elektronegatiivsused vähenevad eelantud järjestuses, seega  $\text{H}_2\text{O}$  polaarsus on suurem kui  $\text{H}_2\text{S}$ -l,  $\text{H}_2\text{S}$ -l suurem kui  $\text{H}_2\text{Se}$ -l ja suurem kui  $\text{H}_2\text{Te}$ -l.  $\text{H}_2\text{O}$  kui kõige suurema polaarsusega molekulid assotsieeruvad vesiniksidemete kaudu molekulide kogumiks  $(\text{H}_2\text{O})_n$  - seetõttu on vesi toatemperatuuril vedelik. Üle-

jäänud molekulides on  $H_2S$ ,  $H_2Se$ ,  $H_2Te$  polaarsus väiksem, vesiniksidemed vastavalt nõrgemad ja assotsiaate praktiliselt ei moodustu ning nad on gaasid.

89. Seaduspärasus on, et polaarsed ühendid lahustuvad polaarsetes ühendites. Et vesi on suurema polaarsusega lahusti kui  $H_2S$  - siis on ta ka parem lahusti anorgaanilistele ühenditele, millised on oma iseloomult polaarsetes ühendites.
90. a. Lämmastikhappega toimides ei saa, sest ta on sulfiidiooni kui redutseerija vastu oksüdeerija.  
 b. Äädikhappe toimel vees lahustuvatele sulfiididele toimides saab toota, sest äädikhape on tugevam hape ( $K=1,75 \cdot 10^{-5}$ ) kui divesiniksulfiidhape ( $K_1=1,0 \cdot 10^{-7}$ ). Vees rasklahustuvatele sulfiididele äädikhappe toimel ei eraldu  $H_2S$ .
91. a. Ei saa, sest  $H_2S$  kui redutseerija reageerib kontsentreeritud väävelhappega kui oksüdeerijaga.



- b. Ei saa, sest  $H_2S$  kui hape reageerib alusega.

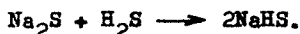


Reaktsioon läheb seda soodsamalt, mida rohkem on kuivatatavas gaasis veeauru, mille toimel tekib juba naatriumhüdroksiidi vesilahus.

92. Et divesiniksulfiid on kahe asendatava vesinikiooniga hape, siis tekivad vesiniksool ja neutraalne sool. Reaktsiooni algeriiodil, kus süsteemis on  $NaOH$  liig, tekib:



milline  $H_2S$ -ga edasi reageerides annab:

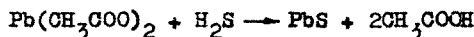
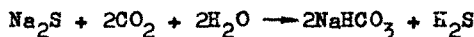


93. Telluriidioon on sulfiidioonist tugevam redutseerija, sest tema iooni raadius on suurem ja seetõttu annab

elektrone kergemini ära kui sulfiidioon. Tuumalaengu kasvu mõju on väiksem iooni raadiuse mõjust.

94. Et  $K_1(\text{H}_2\text{S}) = 1,0 \cdot 10^{-7}$  ja  $K_1(\text{H}_2\text{CO}_3) = 4,5 \cdot 10^{-7}$ , siis

$\text{CO}_2$  juhtimisel  $\text{Na}_2\text{S}$ -lahusesse tekkiv süsihappe tõrjub tugevama happena  $\text{H}_2\text{S}$ -i kui nõrgema happe tema soolast välja ja toimuvad reaktsioonid:



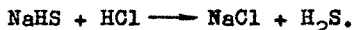
95. Jah on.  $\text{Na}_2\text{S}$  lahuse valamisel soolhappesse, s.t. soolhapet on süsteemis liiaga:



Vastupidi  $\text{Na}_2\text{S}$  lahusesse soolhappe valamisel on süsteemis  $\text{Na}_2\text{S}$  liias ja toimub:



ja edasi, kui juba soolhapet on lisatud liiaga võrreldes viimasena antud võrrandiga, toimub:



96.  $\text{H}_2\text{SO}_3 > \text{H}_2\text{SeO}_3 > \text{H}_2\text{TeO}_3$ , vastavalt elektronegatiivsuste vähenemisele, metalliliste omaduste suurenemisele.

97. a. Saab kasutada.

b. ja c. ei saa kasutada, sest  $\text{SO}_2$  kui vaavlishappe anhüdriid reageerib leelistega.

98. Saab kasutada võimalusi a, c ja d.

99. a.  $\text{Na}_2\text{S}$  hüdrolüüsib enam, sest  $\text{H}_2\text{S}$  on nõrgem hape kui



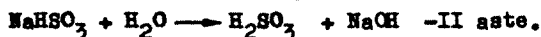
$$K_1(\text{H}_2\text{S}) = 1,0 \cdot 10^{-7} \text{ ja } K_1(\text{H}_2\text{SO}_3) = 1,7 \cdot 10^{-2}$$

$$K_2 = 1,3 \cdot 10^{-13} \quad K_2 = 6,2 \cdot 10^{-8}.$$

b.  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  hüdroolüüsub enam, sest

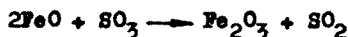
$$K_1(\text{H}_2\text{SO}_3) = 1,7 \cdot 10^{-2} \quad K_I(\text{H}_2\text{SeO}_3) = 2,4 \cdot 10^{-3}$$

c.  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  hüdroolüüsub enam, sest  $\text{NaHSO}_3$  on juba  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  hüdroolüüsi esimese astme produkt.

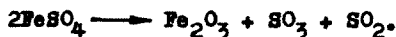


100. a.  $\text{FeSO}_4 \longrightarrow \text{FeO} + \text{SO}_3$ .

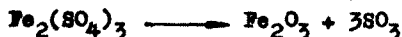
Et primaarses reaktsioonis tekkiv  $\text{FeO}$  on redutseerija ja  $\text{SO}_3$  oksüdeerija, siis nende vahel toimub edasine reaktsioon:



ja brutoreaktsioonis saame:



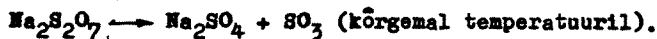
Toimuvad ka paralleelsed reaktsioonid olenevalt temperatuurist:



b.  $2\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{SO}_3 + \text{SO}_2 + 14\text{H}_2\text{O}$

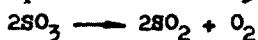
c.  $2(\text{NH}_4)_2 \left[ \text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \right] \longrightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 + 4\text{NH}_3 + 3\text{SO}_3 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ .

d.  $2\text{NaHSO}_4 \longrightarrow \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{O}$  (madalamal temperatuuril  $\sim 250^\circ\text{C}$ )



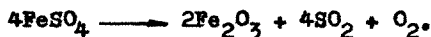
e.  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 10\text{H}_2\text{O}$ .

Kui reaktsioonides a, b, c, d on temperatuur kõrgem kui  $600^\circ\text{C}$ , siis süsteemis olev  $\text{SO}_3$  laguneb:

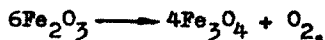




ja lähtumisel  $\text{FeSO}_4$ -st kujuneks brutoreaktsiooniks:

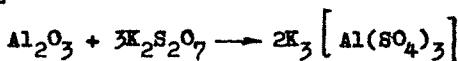


Kui reaktsioonides a, b, c, on temperatuur üle  $900^\circ\text{C}$ , siis tekib  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  vastavalt reaktsioonile:

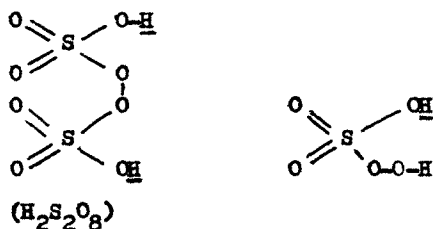


101. Siin on kaks põhjust:

- võimalik kõrgem temperatuur ( $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_7$  - termilise lagunemise temperatuur võrreldes  $\text{H}_2\text{SO}_4$  keemistemperatuuriga);
- tekivad kompleksühendid - sulfaatokompleksid, näiteks



102. Vastus järeldeb nende hapete struktuurivalemitest:

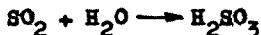


kus happevesinikud on allakriipsutatud.

103. Naatriumsulfiidi lahuses hüdrolüüsi protsesside tulemusena:



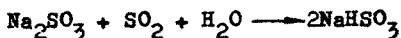
$\text{SO}_2$  juhtimisel lahusesse reaktsioonis veega tekib:



väevlishape, mis neutraliseerib hüdrolüüsi tasakaalust naatriumbüdroksiidi



ja edasisel  $\text{SO}_2$  juhtimisel lahusesse tekib:



ja lahusesse tekkinud  $\text{H}_2\text{S}$  kui redutseerija reageerib  $\text{H}_2\text{SO}_3$ -ga kui oksüdeerija:



Lahuses on seega  $\text{NaHSO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_3$  ja sademes väävel.

104. Põhjusti on mitu.

1. Reaktsioon  $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$  toimub aeglaselt.

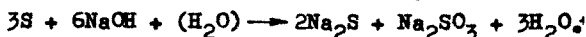
2. Reaktsioon  $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$  on eksotermiline, lisaks veel tekkinud happe hüdratsiooni reaktsioon, mis on eksotermiline - seega on tehnilises tootmises raskusi jahutussüsteemiga.

3.  $\text{SO}_3$  lahustumisel konts.  $\text{H}_2\text{SO}_4$ -s saadud lahust, suitsevat väävelhapet ehk oleumi lahjendavad tarbijad kohapeal neile vajaliku kontsentratsioonini. Seega on transport odavam.

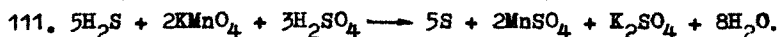
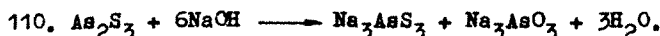
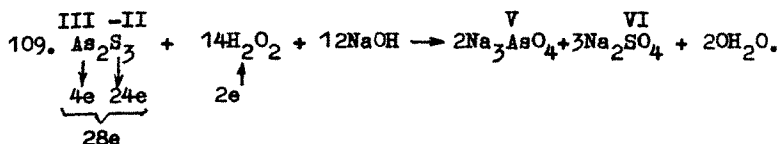
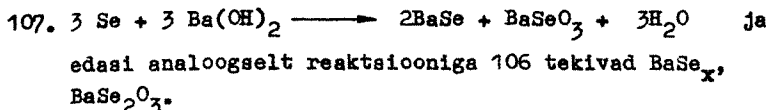
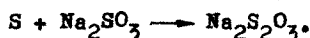
4. Paljudes keemiatööstustes vajatakse oleumi.

105. Kontsentreeritud väävelhappe korral toimib oksüdeerijana väävel, milline on väävelhappes oksüdatsiooniasemega VI. Olenevalt redutseerijast (selle redokspotentsiaalid) redutseerub väävel oksüdatsiooniasemeteni neli (tekib  $\text{SO}_2$ ); null (tekib vaba väävel) või miinus kaks (tekib  $\text{H}_2\text{S}$ ). Lahjendatud väävelhappe puhul toimivad oksüdeerijana vesinikioonid, reaktsioonides eraldub vesinik.

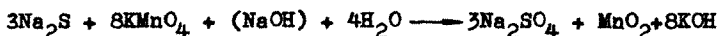
106.  $\text{S} + \text{NaOH} + (\text{H}_2\text{O}) \rightarrow$  reaktsioonid olenevad võetud ainete vahekorradest.



Kui väävlit on võetud eelantud võrrandis oleva vahekorraga liias, toimuvad edasi reaktsioonid  $\text{Na}_2\text{S}$ -ga ja  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ -ga:

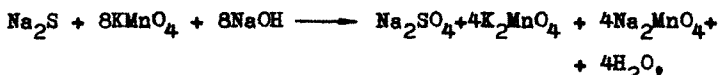


a) nõrgalt leelises keskkonnas:

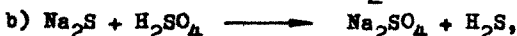
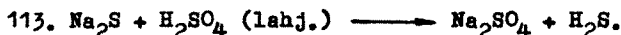


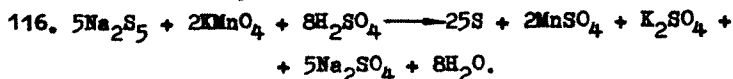
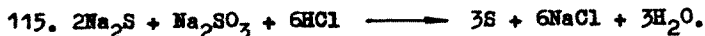
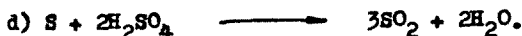
nagu võrrandist järeldub, ei võta keskkonna leelistamiseks lisatud NaOH reaktsioonist osa. Reaktsiooni käigus leelisuus suureneb tekkiva KOH tõttu;

b) tugevalt leelises keskkonnas:



keskkonna leelistamiseks lisatud NaOH võtab reaktsioonist osa.

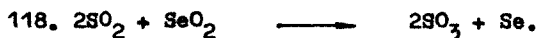




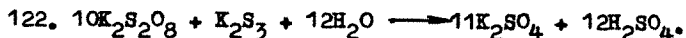
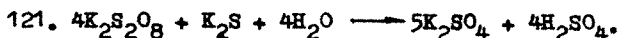
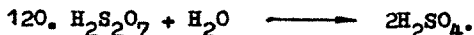
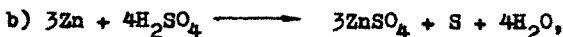
Selles reaktsioonis naatriumpentasulfiid happega reageerimisel annab vesiniksulfiidi ja väävli:



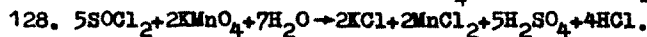
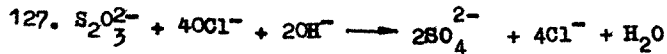
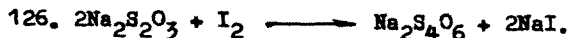
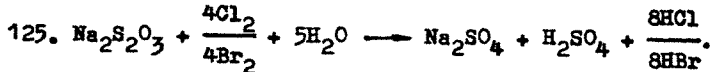
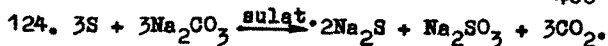
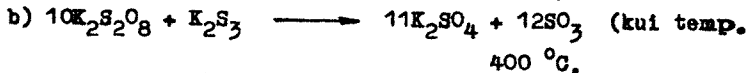
Vesiniksulfiid reageerib permanganaadiga kui redutseerija.



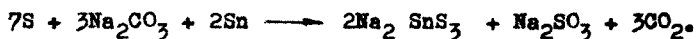
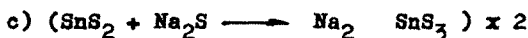
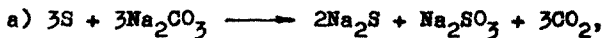
119. Zn + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (konts.)  $\longrightarrow$  siin kulgevad paralleelselt reaktsioonid:



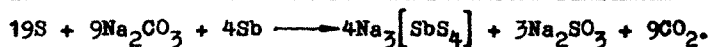
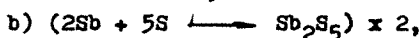
123. Siin reaktsioonid olenevad temperatuurist:



129. Kulgevaid reaktsioone väljendavad järgmised võrrandid:



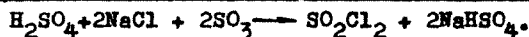
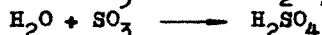
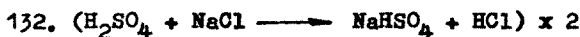
130.  $S + Na_2CO_3 + Sb$  sulat.



131.  $S + Na_2CO_3 + Sn, Sb, Pb, Bi$  (sulam) sulat.

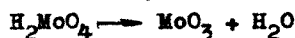
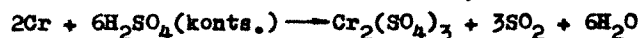
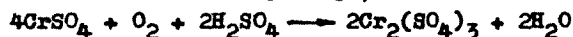
Sn ja Sb reageerivad, nagu võrrandites 129 ja 130, Pb ja Bi reageerimisel väävliga tekivad sulfiidid  $PbS$  ja  $Bi_2S_3$ , mis aluseliste sulfiididena ei reageeri

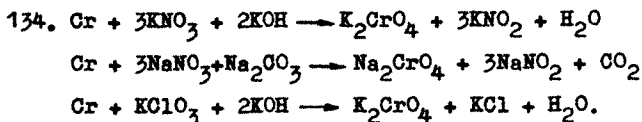
$Na_2S$ -ga (tiosooli andes) ja jäävad sulfiididena sulatisse.



133.  $Cr + H_2SO_4$  lahj.  $CrSO_4 + H_2$ .

Kui kontaktis õhuhapnikuga, siis





135.  $\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6^{2+}$  - ainult redutseerivaid, kuna kroomil on madalaim oksüdatsiooniaste (II).

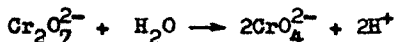
$\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6^{3+}$  ja  $\text{Cr}(\text{OH})_6^{3-}$ , milledes kroom omab oksüdatsiooniastet III, võivad esineda nii redutseerijana, kui ka oksüdeerijana. Tüüpilisem on, kus nad reageerivad redutseerijatena, oksüdeeruvad.  $\text{CrO}_4^{2-}$  ja  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  - nendes kroom omab oksüdatsiooniastet VI. Saavad reageerida ainult oksüdeerijatena.

136. 1)  $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{Cl}_3$ ; 2)  $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_5\text{Cl}]\text{Cl}_2$ ;  
3)  $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_4\text{Cl}_2]\text{Cl}$ ; 4)  $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_3\text{Cl}_3]$ . Antud soola molaarmass, olenemata tema koordinatsiooniastest  $M(\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) = 266,5$

$\frac{20}{266,5} = 0,075$  mooli;  $0,075 \cdot 2 = 0,150$  mooli  $\text{AgNO}_3$  ja ka mooli  $\text{Cl}^-$  välises sfääris.

Valem seega:  $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_5\text{Cl}]\text{Cl}_2$ .

137.  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 4\text{AgNO}_3 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{Ag}_2\text{CrO}_4 + 2\text{KNO}_3 + 2\text{HNO}_3$   
Sadestub  $\frac{1}{2}\text{Ag}_2\text{CrO}_4$ , sest  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  lahuses on  $\text{CrO}_4^{2-}$  ioone vastavalt võrrandile:



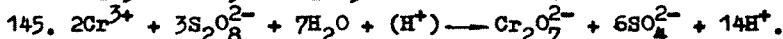
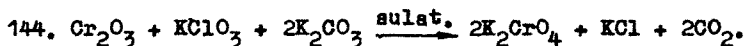
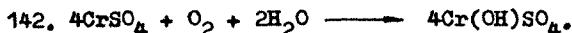
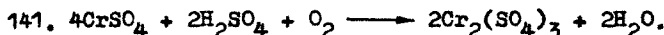
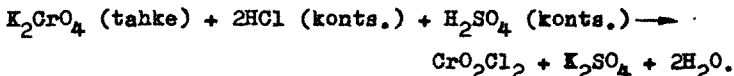
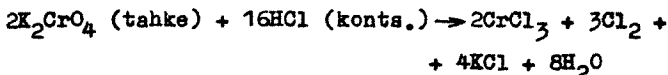
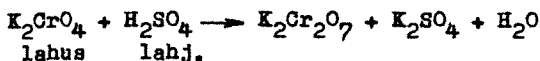
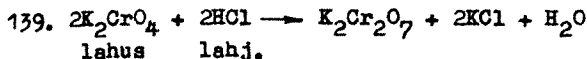
ja  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$  on rasklahustuv ühend,  $\text{Ag}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  on suhteliselt hästi lahustuvaks ühendiks. Sadestumine pole täielik tekkiva happe tõttu.

138.  $\text{K}_2\text{CrO}_4 + \text{BaCl}_2 \longrightarrow \text{BaCrO}_4 + 2\text{KCl}$

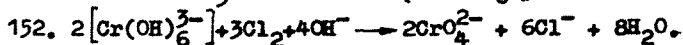
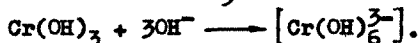
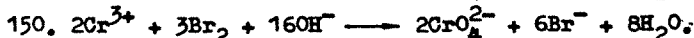
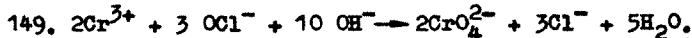
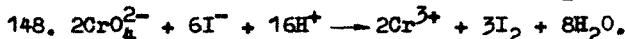
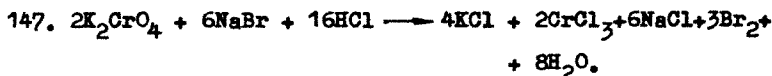


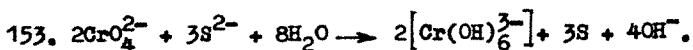
Mõlemal juhul sadestub rasklahustuva ühendina  $\text{BaCrO}_4$ .

teisel juhul pole sadestumine täielik tekkiva HCl tõttu.

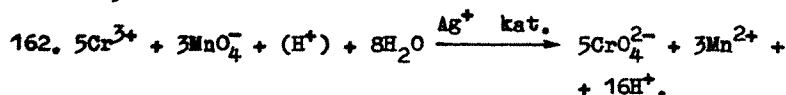
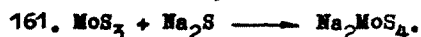
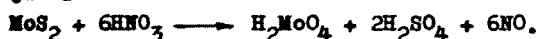
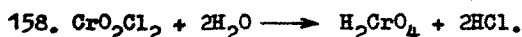
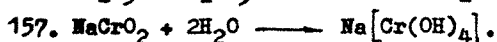
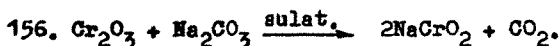
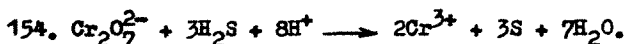
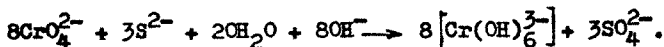


Siin reaktsioonis vasakul poolel esinevad vesinikioonid näitavad reaktsiooni kulgemiseks vajalikku keskonda, reaktsiooni käigus happesus suureneb.

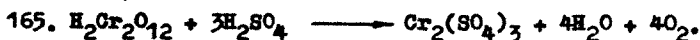
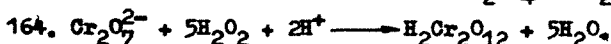
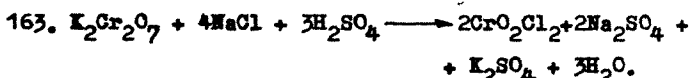




Et vees lahustuvate sulfiidide vesilahused on hüdro-  
lüüsi tõttu leelise reaktsiooniga ja eeltoodud reaktsioonis tekib leelist, siis kulgeb paralleelselt ka reaktsioon:



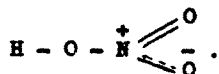
Vesinikioonid võrrandi vasakul poolel näitavad, et reaktsioon kulgeb happelises keskkonnas. Reaktsiooni kulgemisel keskkonna happelisus suureneb.



166. Välise energiataseme struktuur on  $ns^2np^3$ . Lämmastiku-  
aatomis vakantsid orbitaale ei ole, ergastumist ei  
saa toimuda ja seega omab lämmastik kolme paaristumata  
ehk valentselektroni; ühendeis seega oksüdatsiooniastme-  
ga III ja -III. Et lämmastik moodustab ühendeid, kus ta



on oksüdatsiooniastmega V, seletub sellega, et üks elektron s-orbitaalilt läheb teise lämmastikuga reageeriva elemendi aatomistruktuuri ja selles ühendis esineb lämmastik positiivselt laetuna aatamina, näiteks lämmastikhappes.



Teiste alarühma elementide aatomites on vakantsaid orbitaale, ns<sup>2</sup> orbitaalilt elektroni ergastumisvõimalusi, seega ühendid oksüdatsiooniastmetega V kuni -III.

167. Soodsad on kõrge rõhk ja madal temperatuur. Tehnilises protsessis ei saa teist soodustavat tegurit kasutada, kuna madalal temperatuuril on reaktsioonikiirus väike.

168.  $2\text{NH}_3 \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{NH}_2^-$  vedela ammoniaagi dissotsiatsioon

$\text{CH}_3\text{COONH}_4$  - dissotsiatsioon:



suurendab katiooni kontsentratsiooni, mistõttu käitub kui hape.

169. 1.  $\text{NH}_3$  - kui silmanähtav.

2.  $\text{NH}_3$  segunemisel õhuga (maht vahekorras 4:3) tekib plahvatav segu.

170. Et on tegemist puhverlahusega, nõrk alus segus oma soolaga, siis lähtudes valemist

$$[\text{H}^+] = \frac{K_v \cdot C_a}{C_a \cdot K}$$

$C_a$  - soola kontsentratsioon

$C_a$  - aluse kontsentratsioon

$K$  - aluse dissotsiatsiooni konstant

$$C_a = \frac{C_a \cdot K \cdot \text{H}^+}{K_v}$$

$$C_a = \frac{10^{-1} \cdot 1,8 \cdot 10^{-5} \cdot 10^{-10}}{10^{-14}} = 1,8 \cdot 10^{-2} \text{ mooli/l}$$

$$1,8 \cdot 10^{-2} \cdot 53,5 = 0,96 \text{ g.}$$

171. Saab kasutada NaOH, naatronlupja.  
(CaCl<sub>2</sub>-ga moodustab kompleksi CaCl<sub>2</sub>·8NH<sub>3</sub>).
172. a)  $2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \longrightarrow (\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$   
 b)  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{NH}_4\text{HCO}_3$   
 c)  $2\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{HNO}_3 + \text{HNO}_2$   
 $2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{HNO}_3 + \text{HNO}_2 \longrightarrow \text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{NH}_4\text{NO}_2$   
 d)  $2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2 \longrightarrow (\text{NH}_4)_2\text{SO}_3$   
 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{NH}_4\text{HSO}_3$ . NO ei reageeri.
173. Tekib Al(OH)<sub>3</sub>, Be(OH)<sub>2</sub>, Fe(OH)<sub>3</sub>; ülejäanud sooladele toimides tekivad kompleksid vastavalt:  
 $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_6] \text{Cl}_2$ ,  $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6] (\text{NO}_3)_2$ ,  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2] \text{NO}_3$ .
174. HCl ja HNO<sub>3</sub> on lenduvad nende vesilahustest, mis laboratooriumides NH<sub>3</sub>·H<sub>2</sub>O pudelist lenduva NH<sub>3</sub>-ga reageerivad; suudmel tekivad NH<sub>4</sub>Cl ja NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>.
175. Molekul on mittelineaarne, seega polaarne. MO-meetodil on elektronide struktuur (6<sup>s</sup>)<sup>4</sup> (7<sup>s</sup>)<sup>2</sup> (6<sup>p</sup>)<sup>1</sup> paramagneetiline, kuna sisaldab paarisumatut elektroni.
176.  $\text{NO}_2 + 2\text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{NO} + \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{H}_2\text{O}$ .  
 Kui FeSO<sub>4</sub> on liias, siis edasi  
 $\text{NO} + \text{FeSO}_4 \longrightarrow [\text{Fe}(\text{NO})] \text{SO}_4$  (vesilahuses)  $[\text{Fe}(\text{NO})(\text{H}_2\text{O})_5] \text{SO}_4$ .
177.  $\text{As}_2\text{O}_3 + 6\text{NaOH} \rightleftharpoons 2\text{Na}_3\text{AsO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$   
 $\text{Sb}_2\text{O}_3 + 6\text{NaOH} \longrightarrow 2\text{Na}_3\text{SbO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$   
 $\text{As}_2\text{O}_3 + 6\text{HCl} \longrightarrow 2\text{AsCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$   
 $\text{Sb}_2\text{O}_3 + 6\text{HCl} \longrightarrow 2\text{SbCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ .
178. H<sub>3</sub>PO<sub>2</sub>, H<sub>3</sub>PO<sub>3</sub>.
179. AlPO<sub>4</sub> - on tugevate hapetega reageeriv, kuna reaktsiooni tasakaal:  $\text{PO}_4^{3-} + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{HPO}_4^{2-}$   
 on nihutatud tugevalt paremale.

Et siduda reaktsioonis:



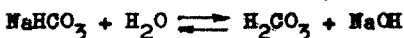
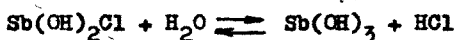
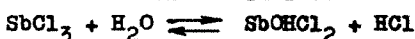
tekkivat tugevat hapet HCl on vaja lisada  $\text{CH}_3\text{COONa}$ :



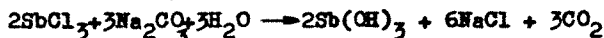
Kui alumiiniumi soolaks on nõrga happe sool, näiteks  $\text{Al}(\text{CH}_3\text{COO})_3$ , siis pole vaja lisada.

180.  $\text{AsCl}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{AsOCHCl}_2 + \text{HCl}$  I aste  
 $\text{AsOCHCl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{As}(\text{OH})_2\text{Cl} + \text{HCl}$  II aste  
 $\text{As}(\text{OH})_2\text{Cl} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{As}(\text{OH})_3 + \text{HCl}$  III aste  
 $\text{Na}_3\text{AsO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Na}_2\text{HASO}_3 + \text{NaOH}$  I aste  
 $\text{Na}_2\text{HASO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NaH}_2\text{AsO}_3 + \text{NaOH}$  II aste  
 $\text{NaH}_2\text{AsO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{AsO}_3 + \text{NaOH}$  III aste  
 Analoogselt  $\text{AsCl}_3$ -ga  $\text{BiCl}_3$  (kolm astet);  $\text{SbCl}_5$  (viis astet).

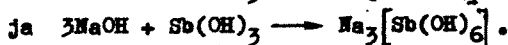
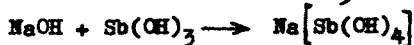
181. Lähtudes hüdroolüüsi võrranditest



Reageerivad hüdroolüüsil tekkinud hape ja alus, millised produktid tekivad, oleneb segatavates lahustes olevate ainete moolvahekordadest, näiteks:

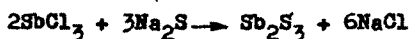


Kui  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  on lisatud liiaga, siis viimase hüdroolüüsil tekkinud NaOH reageerib  $\text{Sb}(\text{OH})_3$ -ga kui happega

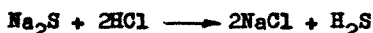


b. Et vältida hüdroolüüsiprotsessidel tekkivaid sade-

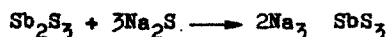
meid, tuleb antimonkloriidi lahuse valmistamisel liisada soolhapet. Happelisele antimon(III)kloriidi lahusele naatriumsulfiidi lisades tekib soolhappes lahustumatu oranži värvusega antimon(III)sulfiidi sade.



Hüdrolüüsi vältimiseks lisatud soolhape reageerib naatriumsulfiidiga:

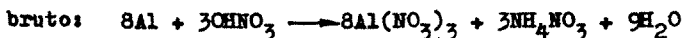
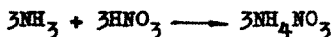


ja naatriumsulfiidi liia lisamisel, kui keskkond on muutunud leeliseks, oranž sade kaob:



182. Oksüdeerijana toimib lämmastik, milline on lämmastikhappes maksimaalse oksüdatsiooniastmega (V). Milleni ta redutseerub, oleneb redutseerija redokspotentsiaalidest. Võimalikud ühendid on  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NO}$ ,  $\text{N}_2$  ja  $\text{NH}_3$ , millest lämmastik omab oksüdatsiooniastmeid IV, II, 0 ja -III.

183. Reaktsioonid toimuvad vastavalt võrranditele:



tekib seega ammooniumnitraat.

Reaktsioonist osavõtnud lämmastikhapet määratakse siin reaktsioonis tekkinud ammooniumnitraadi kaudu. Lahus leelistatakse, keedetakse ja eraldunud  $\text{NH}_3$  juhitakse vaaselhappesse. Et üks mool  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  annab ühe mooli  $\text{NH}_3$  ja ka ühe ekvivalendi  $\text{NH}_3$ , siis ühe mooli  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  tekkimisest võtab osa kümme mooli  $\text{HNO}_3$ . Siit ekvivalentmass on võrdne kümnekordse molaarmassiga.



185.  $2\text{NH}_3 + 2\text{Na} \longrightarrow 2\text{NaNH}_2 + \text{H}_2.$
186.  $\text{Ca}(\text{NH}_2)_2 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2 + 2\text{NH}_3.$
187.  $8\text{NH}_3 + \text{CaCl}_2 \longrightarrow [\text{Ca}(\text{NH}_3)_8]\text{Cl}_2.$
188.  $2\text{NH}_3 + \text{Ca} \begin{array}{l} \text{OCl} \\ \text{Cl} \end{array} \longrightarrow \text{N}_2\text{H}_4 + \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O}.$
189.  $5\text{PH}_3 + 8\text{KMnO}_4 + 7\text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow 5\text{MnHPO}_4 + 3\text{MnSO}_4 + 4\text{K}_2\text{SO}_4 + 12\text{H}_2\text{O}.$
190.  $3\text{Ca} + \text{N}_2 \longrightarrow \text{Ca}_3\text{N}_2.$
191.  $\text{Ca}_3\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 3\text{Ca}(\text{OH})_2 + 2\text{NH}_3.$
192.  $3\text{As}_2\text{S}_3 + 28\text{HNO}_3 + 4\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 6\text{H}_3\text{AsO}_4 + 9\text{H}_2\text{SO}_4 + 28\text{HNO}.$
193.  $\text{As} + 5\text{HNO}_3 \longrightarrow \text{H}_3\text{AsO}_4 + 5\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}.$   
ja ka:  
 $3\text{As} + 5\text{HNO}_3 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 3\text{H}_3\text{AsO}_4 + 5\text{NO}.$
194.  $5\text{AsH}_3 + 8\text{KMnO}_4 + 7\text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow 5\text{MnHASO}_4 + 3\text{MnSO}_4 + 4\text{K}_2\text{SO}_4 + 12\text{H}_2\text{O}.$
195.  $\text{AsH}_3 + 4\text{Br}_2 + 4\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{H}_3\text{AsO}_4 + 8\text{HBr}.$
196.  $4\text{Zn} + 10\text{HNO}_3 (1:10) \longrightarrow 4\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 + \text{NH}_4\text{NO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}.$
197.  $3\text{Zn} + 8\text{HNO}_3 (1:1) \longrightarrow 3\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO} + 4\text{H}_2\text{O}.$
198.  $\text{Zn} + 4\text{HNO}_3 (\text{kons.}) \longrightarrow \text{Zn}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}.$
199.  $3\text{NO}_3^- + 8\text{Al} + 21\text{OH}^- + 18\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 3\text{NH}_3 + 8[\text{Al}(\text{OH})_6]^{3-}.$
200.  $\text{NO}_2^- + 3\text{Zn} + 5\text{OH}^- + 5\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{NH}_3 + 3[\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}.$
201.  $2\text{NO}_2^- + 2\text{I}^- + 4\text{H}^+ \longrightarrow 2\text{NO} + \text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O}.$
202.  $5\text{NO}_2^- + 2\text{MnO}_4^- + 6\text{H}^+ \longrightarrow 5\text{NO}_3^- + 2\text{Mn}^{2+} + 3\text{H}_2\text{O}.$
203.  $16\text{HNO}_3 + 3\text{Cu}_2\text{S} \longrightarrow 6\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 3\text{S} + 4\text{NO} + 8\text{H}_2\text{O}.$
204.  $5\text{NaNO}_3 + \text{Mn}_2\text{O}_4 + 6\text{NaOH} \longrightarrow 5\text{NaNO}_2 + 3\text{Na}_2\text{MnO}_4 + 3\text{H}_2\text{O}.$
205.  $\text{As}_2\text{S}_3 + \text{Na}_2\text{S} + 2\text{Na}_2\text{S}_2 (\text{Na}_2\text{S}_x) \longrightarrow 2\text{Na}_3\text{AsS}_4.$
206.  $\text{As}_2\text{S}_3 + 3\text{Na}_2\text{S} \longrightarrow 2\text{Na}_3\text{AsS}_3.$
207.  $\text{As}_2\text{S}_3 + 6\text{NaOH} \longrightarrow \text{a) Na}_3\text{AsS}_3 + \text{Na}_3\text{AsO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}.$

- b)  $\text{Na}_3\text{AsOS}_2 + \text{Na}_3\text{AsO}_2\text{S} + 3\text{H}_2\text{O}$ .
208.  $\text{As}_2\text{O}_3 + 3\text{Na}_2\text{S} \longrightarrow$  a)  $\text{Na}_3\text{AsO}_3 + \text{Na}_3\text{AsS}_3$   
 → b)  $\text{Na}_3\text{AsO}_2\text{S} + \text{Na}_3\text{AsOS}_2$ .
209.  $\text{As}_2\text{O}_3 + \text{Na}_2\text{S} + 2\text{Na}_2\text{S}_2 \longrightarrow$  a)  $\text{Na}_3\text{AsS}_4 + \text{Na}_3\text{AsO}_3\text{S}$ ,  
 → b)  $\text{Na}_3\text{AsOS}_3 + \text{Na}_3\text{AsO}_2\text{S}_2$ .
210.  $3\text{Sb} + 5\text{HNO}_3 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 3\text{H}_3\text{SbO}_4 + 5\text{NO}$ .
211.  $\text{Sb} + \text{HCl} \longrightarrow$  ei reageeri.
212.  $2\text{Sb} + 6\text{H}_2\text{SO}_4$  (konts.)  $\longrightarrow \text{Sb}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{SO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$ .
213.  $2\text{Ag}_3\text{AsO}_4 + 11\text{Zn} + 11\text{H}_2\text{SO}_4$  (lahj.)  $\longrightarrow 2\text{AsH}_3 + 6\text{Ag} +$   
 $+ 11\text{ZnSO}_4 + 8\text{H}_2\text{O}$ .
214.  $\text{Sb}_2\text{S}_3 + 3\text{Na}_2\text{CO}_3 \longrightarrow$  a)  $\text{Na}_3\text{SbS}_3 + \text{Na}_3\text{SbO}_3 + 3\text{CO}_2$ ,  
 → b)  $\text{Na}_3\text{SbOS}_2 + \text{Na}_3\text{SbO}_2\text{S} + 3\text{CO}_2$ .
215.  $4\text{Sb} + 19\text{S} + 9\text{Na}_2\text{CO}_3 \xrightarrow{\text{sulat.}} 4\text{Na}_3\text{SbS}_4 + 3\text{Na}_2\text{SO}_3 +$   
 $+ 9\text{CO}_2$ .
- (Vaata reaktsiooni 130!).
216.  $2\text{NaBiO}_3 + 4\text{NaI} + 6\text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{Bi}_2(\text{SO}_4)_3 + 2\text{I}_2 +$   
 $+ 3\text{Na}_2\text{SO}_4 + 6\text{H}_2\text{O}$ .
217.  $\text{NaBiO}_3 + 6\text{HCl}$  (konts.)  $\longrightarrow \text{BiCl}_3 + \text{NaCl} + \text{Cl}_2 +$   
 $+ 3\text{H}_2\text{O}$ .
218.  $2\text{NaBiO}_3 + 8\text{HCl}$  (lahj.)  $\longrightarrow 2\text{BiCl}_3 + 2\text{NaCl} + \text{O}_2 +$   
 $+ 4\text{H}_2\text{O}$ .
219.  $2\text{NaBiO}_3 + 8\text{HNO}_3 \longrightarrow 2\text{Bi}(\text{NO}_3)_3 + 2\text{NaNO}_3 + \text{O}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$ .
220.  $3\text{BiO}_3^{1-} + 2\text{Cr}^{3+} + 2\text{H}^+ \longrightarrow 3\text{Bi}^{3+} + 2\text{CrO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ .
221.  $\text{Bi} + \text{HCl} \longrightarrow$  ei reageeri.
222.  $\text{Bi} + 6\text{HNO}_3 \longrightarrow \text{Bi}(\text{NO}_3)_3 + 3\text{NO}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$ .
223.  $2\text{Bi} + 6\text{H}_2\text{SO}_4$  (konts.)  $\longrightarrow \text{Bi}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{SO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$ .
224. Suur keemiline inertsus hapete suhtes on tingitud metallide pinnale tekkivast väga õhukesest oksiidsest

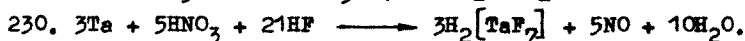
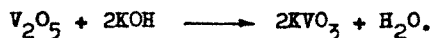
kaitsekelmest. Vanaadium reageerib ainult HF-ga ja hapetega, mis on tugevateks oksüdeerijateks (konts.  $\text{HNO}_3$ , konts.  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ). Niob ja tantaal reageerivad HF-ga ainult  $\text{HNO}_3$  kui oksüdeerija juuresolekul.

225. Sulatamisel reageerib leelistega eelkõige oksiidne kaitsekelme ja edasi elemendid, moodustades sooli, mis vastavad hapetele  $\text{H}_3\text{EiO}_4$  või  $\text{H}_5\text{EiO}_5$ .

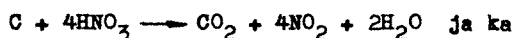
226. Legeeritud terastena on vanaadium-, niob- ja tantaalterased suure korrosioonikindlusega, kulumiskindlad ja suure elastsusega.



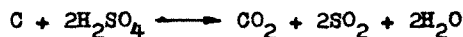
või ka:



233. Reaktsioonid toimuvad soojendamisel, külmalt praktiliselt ei toimu.

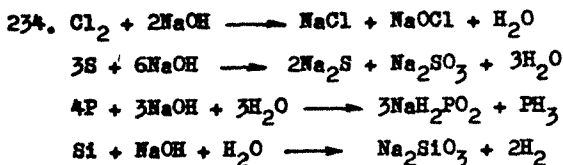


$3\text{C} + 4\text{HNO}_3 \longrightarrow 3\text{CO}_2 + 4\text{NO} + 2\text{H}_2\text{O}$  olenevad temperatuurist, seega kineetilistest teguritest, mil määral üks või teine reaktsioon toimub.



Räni reageerides oksüdeerijate hapetega ( $\text{HNO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) tekib räni pinnal rasklahustuv  $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  ja reaktsioon (näiteks  $\text{Si} + 4\text{HNO}_3 \longrightarrow \text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O} + 4\text{NO}_2$ ) lakkab ning

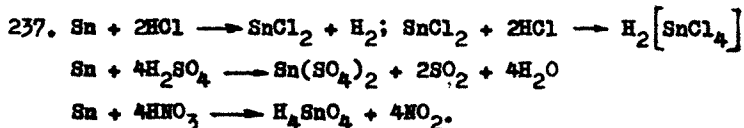
väljendatakse, et Si hapetega ( $\text{HNO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) ei reageeri.



kloori, väävli ja fosfori puhul toimuvad disproportsioneerimisreaktsioonid (element ise oksüdeerub ja ka redutseerub). Ráni puhul ráni oksüdeerub ja vesinik redutseerub, seega kõik nad on redoksprotsessid. Ühine on veel see, et ühe komponendina tekivad hapnikhapete soolad. Teise komponendina tekivad NaCl (kus HCl on tugev hape),  $\text{Na}_2\text{S}$  (ka  $\text{H}_2\text{S}$  hape),  $\text{PH}_3$ , mis pole enam happe omadustega ega ka aluseliste omadustega.

235. Vaata vastust 233.

236. Lahjendatud hapetega reageerimisel tekivad metalli pinnale rasklahustuvad  $\text{PbCl}_2$  ja  $\text{PbSO}_4$ , mis väldivad kontakti metalli ja happe vahel ning reaktsioon lakkab. Kontsentreeritud hapetega reageerimisel tekivad hästilahustuvad kompleksühendid  $\text{H}_2[\text{PbCl}_4]$  ja  $\text{H}_2[\text{Pb}(\text{SO}_4)_2]$  ning kontakt metalli ja happe vahel säilib.



Tina esineb ühendsis oksüdatsiooniastmetega II ja IV, kuna HCl on mitteoksüdeeriv hape ja reageerimisel tekib vesinik, mis toimib kui redutseerija, seega vesiniku eraldumise puhul pole võimalik  $\text{Sn}^{\text{IV}}$  ühendite teke.  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ja  $\text{HNO}_3$  on oksüdeerijad, nende kui oksüdeerijate juuresolekul ei saa  $\text{Sn}^{\text{II}}$  esineda süsteemis kui redutseerija, seega nende hapetega reageerimisel tekivad  $\text{Sn}^{\text{IV}}$ -ühendid.

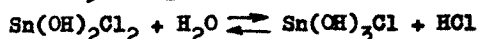
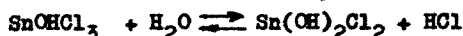
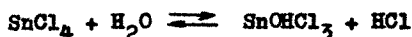


Miks  $\text{HNO}_3$ -ga reageerimisel ei teki  $\text{Sn}(\text{NO}_3)_4$  tuleb sellest, et tina-IV-ioonid kui kompleksmoodustajad seovad kontsentreeritud  $\text{HNO}_3$ -ga süsteemist nitraatioonidest eelistatult vee molekulile  $\text{Sn}(\text{H}_2\text{O})_6^{4+}$ , mille hüdrolüüsil tekib rasklahustuv tinahape.

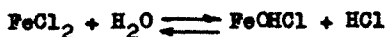
238.  $\text{Sn} + \text{Cl}_2 \longrightarrow \text{SnCl}_4$  ja osaliselt ka  
 $\text{Fe} + \text{Cl}_2 \longrightarrow \text{FeCl}_2$  (puütakse võimalikult vältida kontaktiaja reguleerimisega).  
 $\text{SnCl}_2$  ja  $\text{FeCl}_3$  kui võimalikke tekkida ei saa, sest neid ei saa samaaegselt süsteemis esineda:



Saadud süsiniktetrakloriidi lahuse töötlemisel veega toimuvad hüdrolüüsiprotsessid:

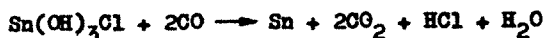
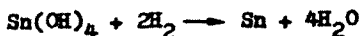


Raud(II)kloriid jääb lahusesse, kuna tema hüdrolüüsiprotsess:

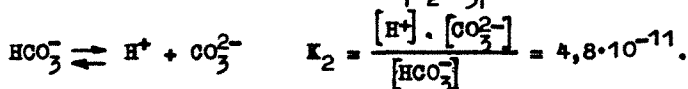
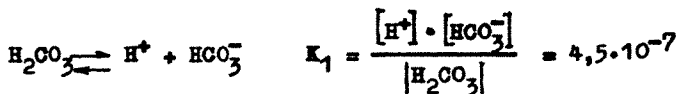


tõrjutakse praktiliselt tina(IV)kloriidi hüdrolüüsil tekkiva happega (HCl) täielikult tagasi.

Tekkinud sademe:  $\text{Sn}(\text{OH})_4$ ,  $\text{Sn}(\text{OH})_3\text{Cl}$ ,  $\text{Sn}(\text{OH})_2\text{Cl}_2$  kuumutamisel  $\text{H}_2$  või CO voolus:



239.  $\frac{1700}{22400} = 0,076$  M süsihappe ( $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{H}_2\text{CO}_3$ ) lahus



Et  $K_2 \ll K_1$  - siis arvutame ainult lähtumisel esimese astme dissotsiatsioonist. Et siis  $[\text{H}^+] = [\text{HCO}_3^-]$ , saame

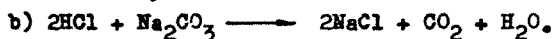
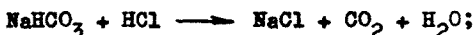
$$\frac{[\text{H}^+]^2}{[\text{H}_2\text{CO}_3]} = K_1; \quad [\text{H}^+] = 4,5 \cdot 10^{-7} \times 7,6 \cdot 10^{-2}$$

$$[\text{H}^+] = 1,85 \cdot 10^{-4}; \quad \text{pH} = 3,73.$$

240. Jah on:



siin  $\text{CO}_2$  ei eraldu,  $\text{CO}_2$  hakkab eralduma alles siis, kui kulgeb edasine reaktsioon



Siin eraldub  $\text{CO}_2$  kohe algul, sest hape on liias ja  $\text{NaHCO}_3$  happe liiaga süsteemis eksisteerida ei saa.

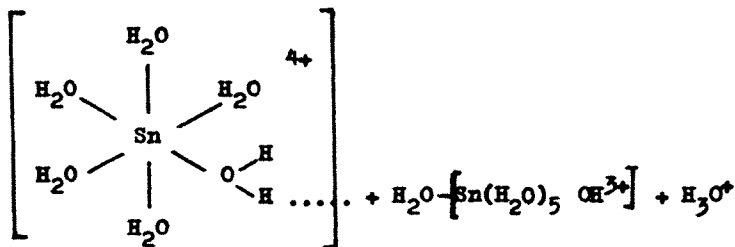
241.  $\text{pH} > 7$ , kuna  $K_{\text{NH}_4\text{OH}} > K_{\text{HCO}_3^-}$ .

242. Ülejäanud ei või, sest kulgevad reaktsioonid:



$\text{Pb}^{2+}$  eksisteerib happelises,  $[\text{Pb}(\text{OH})_4^{2-}]$  leelises lahuses.

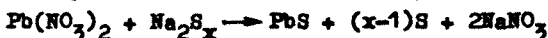
243.  $\text{SnCl}_4$  hüdroolüüsib enam, sest hüdratiseerunud ioonides  $[\text{Sn}(\text{H}_2\text{O})_6^{4+}]$ ;  $[\text{Sn}(\text{H}_2\text{O})_4^{2+}]$  tsentraalsed tina(IV)ioonid avaldavad tugevamat polariseerivat toimet võrreldes tina(II)-ioonidega koordinatiivselt seotud vee molekulidele, näiteks:



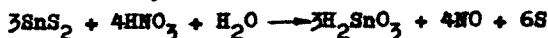
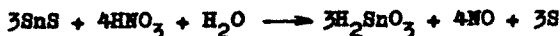
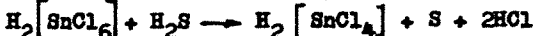
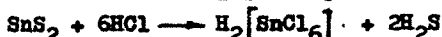
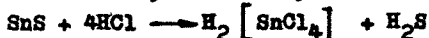
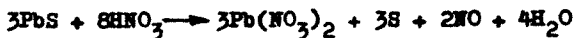
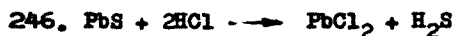
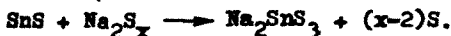
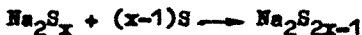
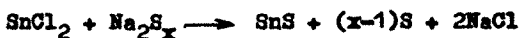
244. Hüdroolüüsi vältimiseks:



$\text{SnCl}_4$  puhul suurem, sest hüdroolüüsub enam.



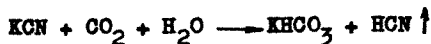
$\text{SnS} - \text{Na}_2\text{S}$ -liiaga ei reageeri.



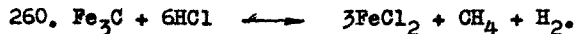
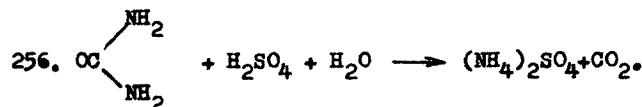
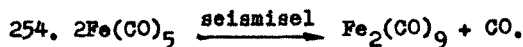
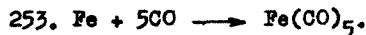
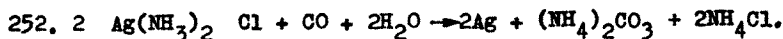
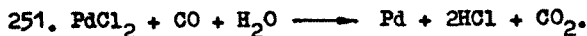
247. Et  $K_{\text{HCN}} = 5 \cdot 10^{-10}$  ja  $K_{\text{I}} \text{H}_2\text{CO}_3 = 4 \cdot 10^{-7}$ , siis süsi-

hape, mis moodustub õhu niiskusega, tugevama happena tõrjub tsüaniididest vesiniktsüaniidi välja. Kauemal

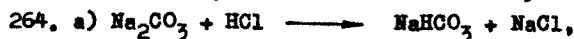
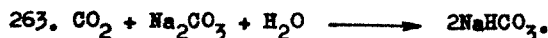
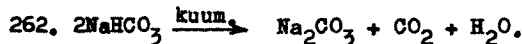
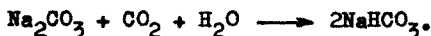
seismisel lahtiselt õhus:



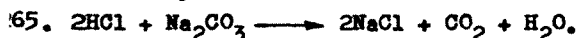
$\text{K}_2\text{CO}_3$  moodustuda ei saa, sest  $K_{II} \text{H}_2\text{CO}_3 = 4,8 \cdot 10^{-11}$ .



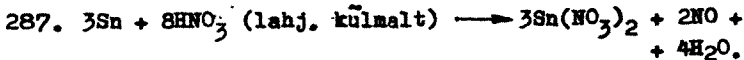
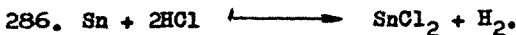
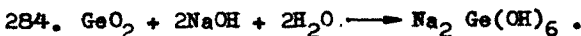
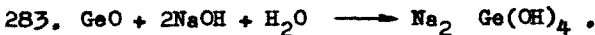
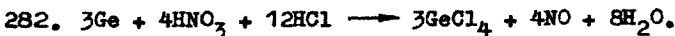
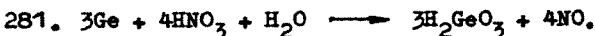
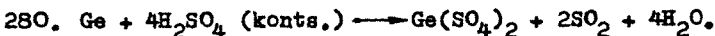
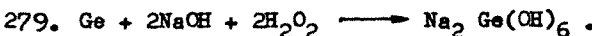
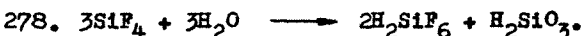
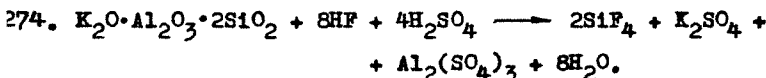
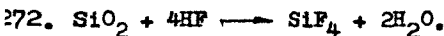
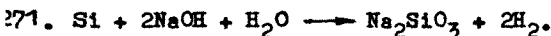
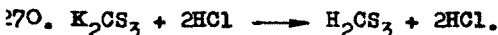
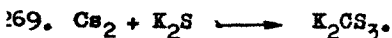
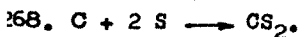
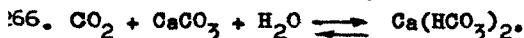
$\text{CO}_2$  liia puhul kulgeb reaktsioon edasi:

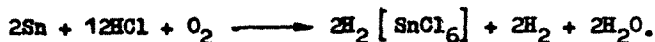
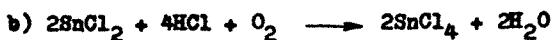
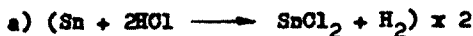


alles happe liia puhul reageerib reaktsioonis a tekkinud  $\text{NaHCO}_3$ ,

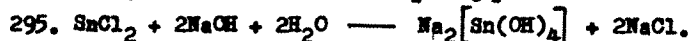
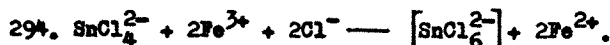
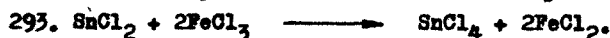
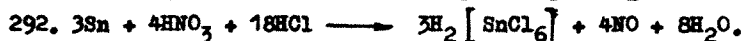
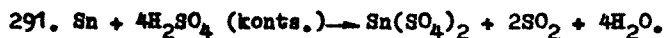
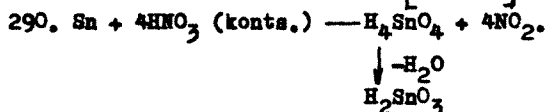
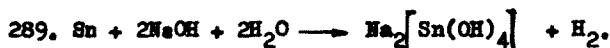


Happe liia puhul  $\text{NaHCO}_3$  ei saa tekkida.

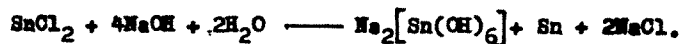




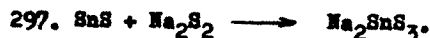
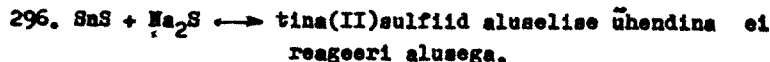
Kuna tekivad oksüdeerija tina(IV)ioonid ja redutseeri-  
ja vesinik, siis antud reaktsioon ei saaks kulgeda.  
Tegelikult aga reaktsioonis a tekkinud vesinik eraldub  
süsteemist gaasilisena ning reaktsioonid b ja c saavad  
kulgeda.



Kontsentreeritud NaOH lahus toimib ka:



Eraldub Sn reageerib edasi vastavalt võrrandile 289.



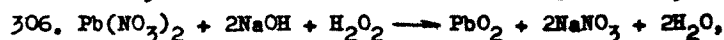
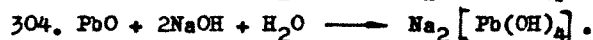
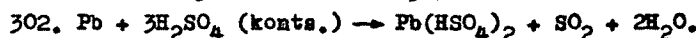
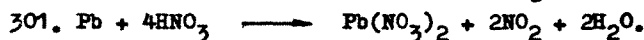
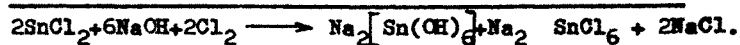
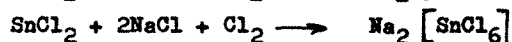
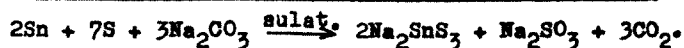
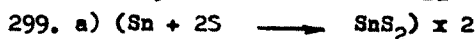
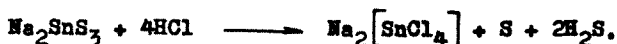
Tina(II) oksüdeerub tina(IV)-ühendiks:



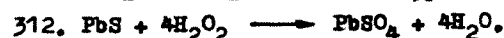
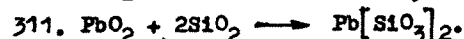
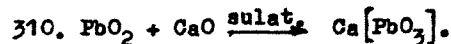
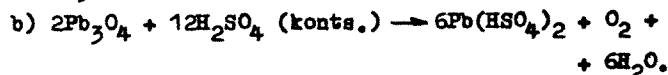
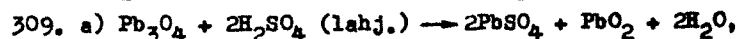
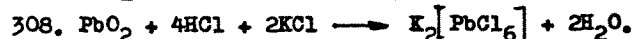
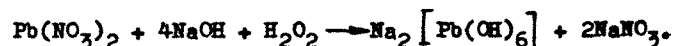
mis on happeline ja seetõttu reageerib  $\text{Na}_2\text{S}$ -ga (aluseli-  
se lahusega).



ja ka:

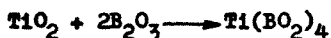
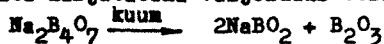


tugevalt leelises keskkonnas aga:



314. a)  $\text{Pb}_3\text{O}_4 + 4\text{HNO}_3 \longrightarrow \text{PbO}_2 + 2\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ ,  
 b)  $2\text{Pb}_3\text{O}_4 + 12\text{HNO}_3 \longrightarrow 6\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{O}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$ .
315.  $\text{Pb}_3\text{O}_4 + 2\text{KI} + 4\text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow 3\text{PbSO}_4 + \text{I}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 4\text{H}_2\text{O}$ .
316.  $\text{Pb}_3\text{O}_4 + 6\text{NaOH} \xrightarrow{\text{sulat.}} 2\text{Na}_2\text{PbO}_2 + \text{Na}_2\text{PbO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ .
317.  $\text{PbO} + 2\text{NaOH} \xrightarrow{\text{sulat.}} \text{Na}_2\text{PbO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ .
318.  $\text{Pb}_2\text{O}_3 + \text{NaOH} \xrightarrow{\text{sulat.}} \text{Na}_2\text{PbO}_2 + \text{Na}_2\text{PbO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$ .
319.  $\text{PbO}_2 + 2\text{NaOH} \xrightarrow{\text{sulat.}} \text{Na}_2\text{PbO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ .
320. Kõrge sulamistemperatuuri, väikese tiheduse ja keemilise inertsuse tõttu. Keemiline inertsus hapete suhtes on põhjustatud oksiidse kelme moodustumisest metallide pinnale.
321.  $\text{TiCl}_4$  on enam hüdrolüüsunud, sest  $\text{Ti}^{4+}$ -iooni raadius on  $\text{Zr}^{4+}$ -iooni raadiusest väiksem. Seega  $\text{Ti}^{4+}$  hüdratiseerunud ioonis  $\text{Ti}^{4+}$ -ioon kui tsentraalne ioon avaldab tugevamat polariseerivat toimet koordinaatiivselt seotud vee molekulidele.

322. Ositi kirjutatuna väljenduks võrrand:




---

ja summaarne:  $2\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 + \text{TiO}_2 \longrightarrow \text{Ti}(\text{BO}_2)_4 + 4\text{NaBO}_2$

323.  $\text{TiO}_2 + 2\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_7 \xrightarrow{\text{sulat.}} \text{Ti}(\text{SO}_4)_2 + 2\text{K}_2\text{SO}_4$ .
324.  $\text{TiO}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \xrightarrow{\text{sulat.}} \text{Na}_2\text{TiO}_3 + \text{CO}_2$ .
325.  $2\text{Ti} + 6\text{H}^+ (\text{HCl, lahj. H}_2\text{SO}_4) + 6\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\left[\text{Ti}(\text{H}_2\text{O})_6^{3+}\right] + 3\text{H}_2$ .
326.  $3\text{Zr} + 4\text{HNO}_3 + 18\text{HF} \longrightarrow 3\text{H}_2\left[\text{ZrF}_6\right] + 4\text{NO} + 8\text{H}_2\text{O}$ .
327.  $\text{Hf} + 6\text{HF} \longrightarrow \text{H}_2\left[\text{HfF}_6\right] + 2\text{H}_2$ .
328.  $\text{TiO}_2 + 2\text{C} + 2\text{Cl}_2 \longrightarrow \text{TiCl}_4 + 2\text{CO}$ .





330. Boor ja alumiinium reageerivad ergastatud olekutega, kus suhteliselt väikese välise energia toimel üks elektron s-orbitaalilt ergastub vakantssele p-orbitaali-le.

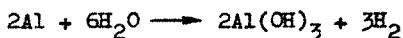
331. Boori aatomi struktuuris on boori ühendites (näiteks  $\text{BCl}_3$ ) vakantne p-orbitaal - mistõttu saab toimida aktseptorina koordinatsioonühendite moodustamisel.

332. Võimalik, kui selle metalloksiidi tekkesoojus on suurem ekvivalentsest alumiiniumoksiidi tekkesoojusest ja kui kõrvalreaktsioone tekkiva oksidi ja alumiiniummetalli vahel ei toimu.

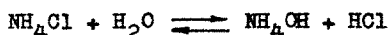
(Sobiks Li,  $\text{Li}_2\text{O}$  (-142,5x3) = -427,5 kkal/3 mooli

$\text{Al}_2\text{O}_3$  -400,4 kkal/mooli).

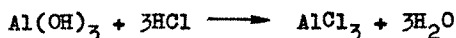
333. Alumiinium reageerib veega ja kattub  $\text{Al}(\text{OH})_3$  kihiga ning reaktsioon lakkab



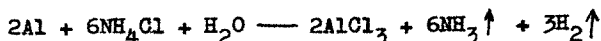
$\text{NH}_4\text{Cl}$  lahuses, soola hüdrolüüs tekivad  $\text{HCl}$ :



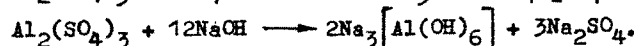
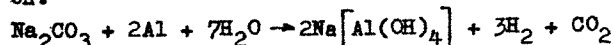
reageerib veega reaktsioonis tekkinud  $\text{Al}(\text{OH})_3$ -ga



ja keetmisel  $\text{NH}_4\text{OH} \rightleftharpoons \text{NH}_3 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$  eraldub  $\text{NH}_3$  koos veeauruga ehk üldvõrrandina

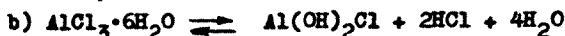
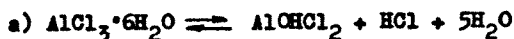


Soodalahuses veega reaktsioonis tekkinud  $\text{Al}(\text{OH})_3$  reageerib sooda hüdrolüüsil tekkiva  $\text{NaOH}$ -ga ja üldvõrrand on:



Mõlemal juhul tekib, nii nõrga aluse ammoniaakvee kui ka tugeva aluse naatriumhüdroksiidi lisamisel, alumiiniumhüdroksiid. Alumiiniumhüdroksiid amfoteerse hüdroksiidina reageerib tugeva alusega, aga ei reageeri nõrga alusega.

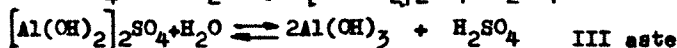
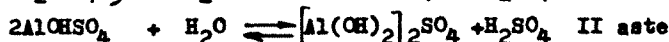
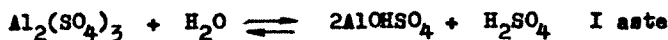
335. Ei saa, sest kuivatamisel, kuumutamisel lendub ka HCl vastavalt:



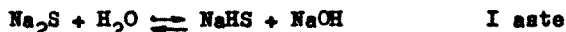
Olulisem on reaktsioon a.

336. Saab otsesel reaktsioonil:  $2\text{Al} + 3\text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{AlCl}_3$ .

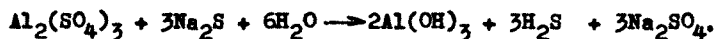
Alumiiniumsulfaadi hüdrolüüsi protsessidel:



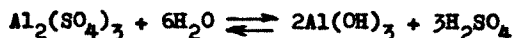
tekkiv hape neutraliseeritakse naatriumsulfiidi või naatriumkarbonaadi hüdrolüüsil:



tekkiva leelise toime ja hüdrolüüsi protsessid mõlema soola suhtes kulgevad lõpuni, näiteks:



337. Hüdrolüüsi protsessis

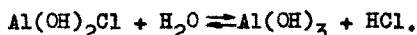
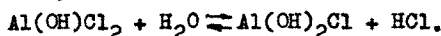
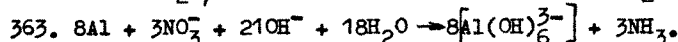
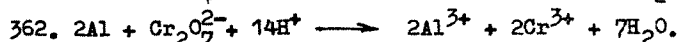
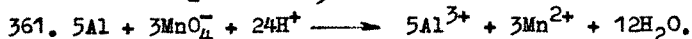
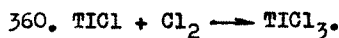
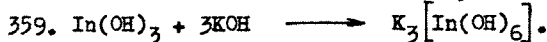
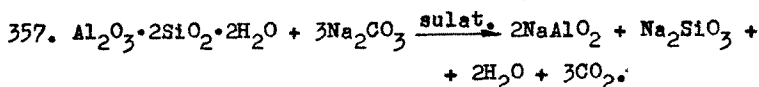
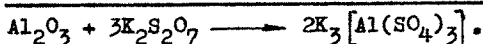
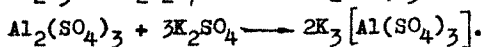
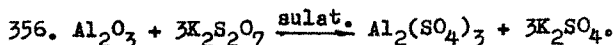
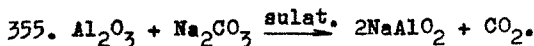
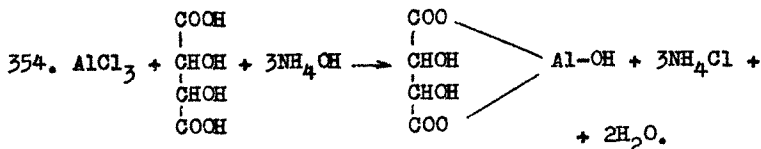


tekinud  $\text{H}_2\text{SO}_4$  neutraliseerub vesinikkarbonaatide toimel veest



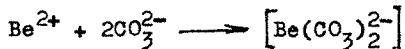
mistõttu hüdroloüüs kulgeb lõpuni ja vette tekivad  $\text{Al}(\text{OH})_3$  positiivselt laetud kolloidosakesed, mille laeng neutraliseerib vees leiduvate negatiivsete kolloidide laengu, ja nad sadestuvad.

338. Värvitava koe töötlemisel alumiiniumsulfaadi lahusega hüdroloüüsil tekiv  $\text{Al}(\text{OH})_3$  adsorbeerub värvitavale koele ja sellele omakorda värvimisprotsessis värvaine tugevamini kui värvaine otseselt koele.
339. Sidemed on polaarsed, kuna molekulid on moodustunud erinevate elektronegatiivsusega elementidest. Molekulid tervikuna on aga mittepolarsed, seoses sümmeetrilise tasapinnalise ehitusega.
340.  $2\text{B} + 6\text{KOH} \longrightarrow 2\text{K}_3\text{BO}_3 + 3\text{H}_2$ .
341.  $\text{B} + \text{HNO}_3 \text{ (konts.)} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{H}_3\text{BO}_3 + \text{NO}$ .
342.  $\text{B}_2\text{O}_3 + 2\text{KOH} \xrightarrow{\text{sulät.}} 2\text{KBO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ .
343.  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 + 2\text{HCl} + 5\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{NaCl} + 4\text{H}_3\text{BO}_3$ .
344.  $4\text{H}_3\text{BO}_3 + \text{ZrO}_2 \longrightarrow \text{Zr}(\text{BO}_2)_4 + 6\text{H}_2\text{O}$ .
345.  $2\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 + \text{TiO}_2 \xrightarrow{\text{sulät.}} \text{Ti}(\text{BO}_2)_4 + 4\text{NaBO}_2$ .
346.  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 + 12\text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow 4\text{B}(\text{OCH}_3)_3 + \text{Na}_2\text{SO}_4 + 7\text{H}_2\text{O}$ .
347.  $\text{BCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{H}_3\text{BO}_3 + 3\text{HCl}$ .
348.  $2\text{Al} + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \text{ (lahj.)} \longrightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{H}_2$ .
349.  $2\text{Al} + 6\text{NaOH} + 6\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{Na}_3[\text{Al}(\text{OH})_6] + 3\text{H}_2$   
 või ka:  
 $2\text{Al} + 4\text{NaOH} + 7\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{Na}_2[\text{Al}(\text{OH})_5\text{H}_2\text{O}] + 3\text{H}_2$   
 $2\text{Al} + 2\text{NaOH} + 8\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4(\text{H}_2\text{O})_2] + 3\text{H}_2$
350.  $\text{Na}_3[\text{Al}(\text{OH})_6] + 3\text{CO}_2 \longrightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{NaHCO}_3$ .
351.  $\text{Li}[\text{AlH}_4] + 4\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{LiOH} + \text{Al}(\text{OH})_3 + 4\text{H}_2$ .
352.  $\text{Al}^{3+} + 6\text{F}^- \longrightarrow [\text{AlF}_6]^{3-}$ .
353.  $\text{Al}^{3+} + 6\text{OH}^- \longrightarrow [\text{Al}(\text{OH})_6]^{3-}$ .

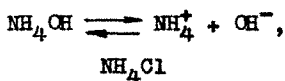


Toodud reaktsioonid väljendavad soola astmelist hüdro-  
lüüsi. Aurustumisel lendub koos veeauruga vesinikkloriid  
ning aurustusjärgis on peamiselt hüdroksiidkloriidid.

365. Berüllium kui ka tema ühendid sarnanevad kolmanda rühma  
elemendi alumiiniumiga. Berüllium veega praktiliselt ei  
reageeri, sest metalli pinnale tekib rasklahustuv  
 $\text{Be}(\text{OH})_2$ , teised ühendid reageerivad. Berüllium kui komp-  
leksimoodustaja seetõttu, et vakantsed aatomiorbitaalid  
berülliumiiooni struktuuris (2s ja 2p) on tuumale suh-  
teliselt lähedal ja seega on koordinatiivne side kül-  
lalt tugev.

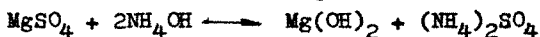


7.  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  on rasklahustuv ühend;  $\text{NH}_3$ -vee lisamisel lahuses  $\text{OH}^-$ -ioonide kontsentratsioon ületab selle piirkontsentratsiooni  $[\text{OH}^-] = \sqrt{\frac{L\text{Mg}(\text{OH})_2}{|\text{Mg}^{2+}|}}$ , mille juures hakkab sadestuma magneesiumhüdroksiid.  $\text{NH}_4\text{Cl}$ -i juuresolekul, mis annab samanimelisi ioone, tõrjutakse  $\text{NH}_4\text{OH}$ -diasotsiatsioon sedavõrd tagasi



et  $\text{OH}^-$ -ioonide kontsentratsioon jääb väiksemaks sellest piirkontsentratsioonist, mille juures hakkab sadestuma magneesiumhüdroksiid.

8. Kui lähtuda reaktsiooni väljendavast võrrandist



peaksime lahuseid segama mahulises vahekorras 1:2. Arvestades kolmekordset lahjendust, siis  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  hakkaks sadestuma, kui:

$$[\text{OH}^-] = \sqrt{\frac{6,0 \times 10^{-10} \times 3}{10^{-3}}} = 1,34 \cdot 10^{-3} \text{ mooli/l}$$

0,001 M  $\text{NH}_4\text{OH}$  lahjendust arvestades:

$$[\text{NH}_4\text{OH}] = \frac{10^{-3} \cdot 2}{3} = 6,7 \cdot 10^{-4}$$

ja lähtudes, et lahuses on ainult  $\text{NH}_4\text{OH}$ , siis lahuses:

$$[\text{OH}^-] = \sqrt{1,8 \cdot 10^{-5} \times 6,7 \cdot 10^{-4}}$$

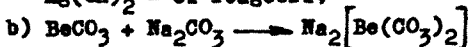
$$[\text{OH}^-] = 1,1 \cdot 10^{-4} \text{ mooli/l.}$$

Et lahuses on ka reaktsioonis tekkinud  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ , mis

tõrjub  $\text{NH}_4\text{OH}$  dissotsiatsiooniga tagasi, siis  $\text{OH}^-$  on väiksem arvutatust. Et  $1,1 \cdot 10^{-4} < 1,34 \cdot 10^{-3}$ , siis sadet ei teki.

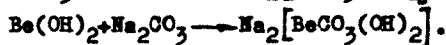
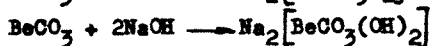
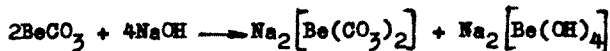


$\text{Mg}(\text{OH})_2$  - ei reageeri;

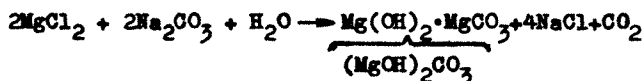
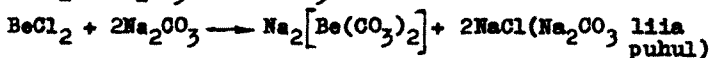
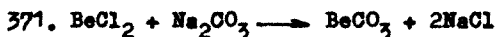


$\text{BeCO}_3$  - ei reageeri

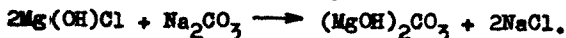
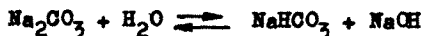
või ka:



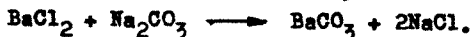
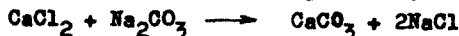
370.  $\text{BeCl}_2$  vesilahus, sest hüdroolüüsib enam, kuna  $\text{Be}^{2+}$  polariseeriv toime akvakompleksis koordinatiivselt seotud vee molekulis  $\text{OH}^-$ -sidemele on tugevam  $\text{Be}^{2+}$ -iooni väiksema raadiuse tõttu võrreldes  $\text{Ba}^{2+}$ -iooniga.



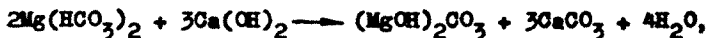
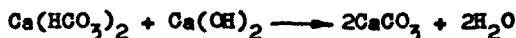
Siin oleks võimalus kolme rasklahustuva ühendi tekkimiseks:  $\text{MgCO}_3$  (kui hüdroolüüsi ei toimiks);  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ , kui mõlemad soolad hüdroolüüsuks lõpuni; ja  $(\text{MgOH})_2\text{CO}_3$ , kui arvesse tulevad esimese astme hüdroolüüsiprotsessid:



Antud juhul tekib  $(\text{MgOH})_2\text{CO}_3$ , või teisiti  $\text{Mg}(\text{OH})_2 \cdot \text{MgCO}_3$  kui kõige väiksema lahustuvusega ühend.



372. Mõõduv karedus on põhjustatud sooladest  $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$  ja  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ . Reaktsioone kaltsiumhüdroksiidiga väljendavad võrrandid:

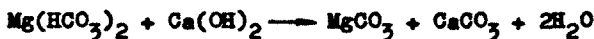


nilledest järeldub, et esimesel juhul reageerib mool mooliga, teisel juhul kaks mooli kolme mooliga, ehk 1,5 korda rohkem. Kui viimane reaktsioon kulgeb:



siis kuluks  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  kaks korda rohkem.

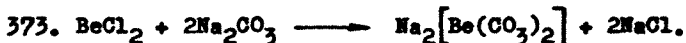
Reaktsioon võrrandi järgi:



kulgeda ei saa, sest edasi kulgeb reaktsioon:

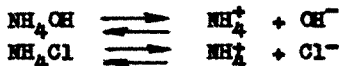


tekivad nii  $(\text{MgOH})_2\text{CO}_3$  kui  $\text{CaCO}_3$  - mis on raskemini lahustuvad ühendid võrreldes reaktsiooni astuvate ühenditega.

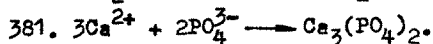
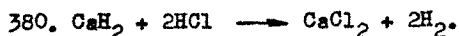
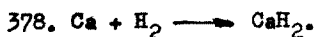


377.  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  sadet ei teki.

Lähtudes dissotsiatsiooni tasakaaludest:



Ammooniumkloriidi peasegu täielik dissotsiatsioon tõrjub ammooniumhüdroksiidi dissotsiatsiooni tagasi. Seetõttu väheneb hüdroksiidioonide kontsentratsioon sedavõrd, et  $[\text{Mg}^{2+}] \cdot x [\text{OH}^-]^2 < L_{\text{Mg}(\text{OH})_2}$  ja sadet ei teki,



382. Vastavate hapete dissotsiatsioonikonstandid on:

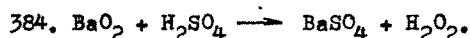
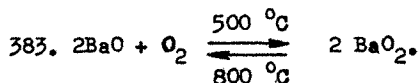
$$K_{\text{CH}_3\text{COOH}} = 1,74 \cdot 10^{-5},$$

$$K_{1\text{H}_3\text{PO}_4} = 7,6 \cdot 10^{-3},$$

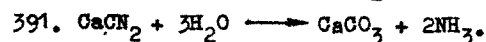
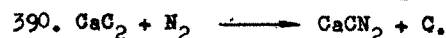
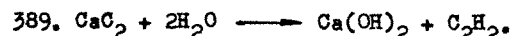
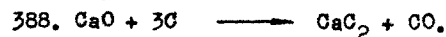
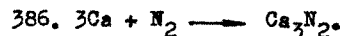
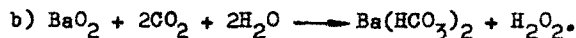
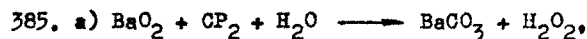
$$K_{2\text{H}_3\text{PO}_4} = 6,2 \cdot 10^{-8},$$

$$K_{3\text{H}_3\text{PO}_4} = 4,2 \cdot 10^{-13}.$$

Dissotsiatsioonikonstantide suurustest järeldub, et saavad kulgeda reaktsioonid b ja c.



Selle reaktsiooni kulgemise põhjusteks on: a) raskesti lahustuva ühendi ( $\text{BaSO}_4$ ) teke ja b) tugeva happe ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) poolt nõrga happe ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) väljatõrjumine tema soolast.



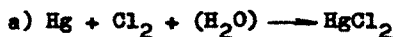
392. Et I, II ja III ionisatsioonipotentsiaal on erinev, iga järgmine suurem eelmisest, tuleb sellest, et esimese



ionisatsioonipotentsiaali puhul tuleb kulutada energiat elektroni eraldumiseks neutraalsest aatomist, teise elektroni eraldumine toimub juba positiivselt laetud ühevalentselt ioonist, edasi kahevalentselt ioonist, siis kolmevalentselt jne. Et samaaegselt jääb tuumalaeng samaks, on ioonides elektronid tugevamini seotud tuumaga, ioonide raadiused vastavalt vähenevad. Et kolmas ionisatsioonipotentsiaal on oluliselt suurem, seletub sellega, et kolmas elektron eraldub vastavalt 3d; 4d ja 5d orbitaalilt, kuna esimese ja teise ionisatsiooniennergia puhul väliselt s-orbitaalilt (4s, 5s, 6s).

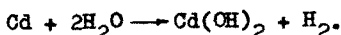
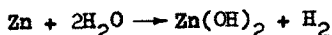
Et tsiingilt kaadmiumile ionisatsioonipotentsiaalid vähenevad, seletub aatomi - vastavalt iooniraadiuste suurenemisega. Miks elavhõbeda puhul I ja II ionisatsioonipotentsiaal on suurem kaadmiumi ja ka tsiingi vastavatest ionisatsioonipotentsiaalidest seletub sellega, et tsiingilt üleminekul kaadmiumile tuumalaeng suureneb 18 laenguühiku võrra, kaadmiumilt elavhõbedale aga 32 laenguühiku võrra. Seega elavhõbeda aatomis kui ka elavhõbeda ühevalentses ioonis on elektronid tuumaga tugevamini seotud võrreldes kaadmiumi ja tsiingiga. Elavhõbeda kahevalentses ioonis, kus kaheelektroniline kaotus tuumalaengu 80 kohta omab väiksemat olenevust kui tsiingi- ja kaadmiumi kahevalentsetes ioonides kaheelektroniline kaotus vastavalt tuumalaengutele 30 ja 48, siis kolmas ionisatsioonipotentsiaal elavhõbeda puhul on reeglipäraselt väiksem.

393. Tuleb kasutada oksüdeerijaid, millised põrandakatte materjalidega ei reageeriks, näiteks kloorivett, raud(III)-kloriidi lahust jt.



Kõige soodsam on raud(III)kloriidi kasutamine, sest ei esine lenduvaid mürgiseid ühendeid.

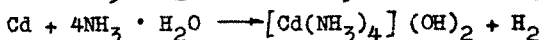
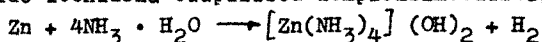
394. Primaarselt reageerivad nii tsink kui ka kaadmium veega



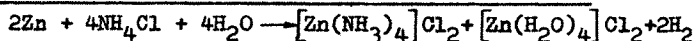
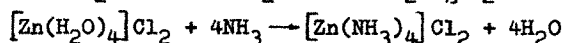
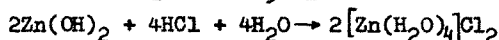
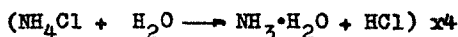
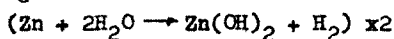
Tsingi puhul tekkinud  $\text{Zn}(\text{OH})_2$  reageerib amfoteerse ühendina leelisega:  $\text{Zn}(\text{OH})_2 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$  ja üldvõrrand oleks:



kaadmiumi puhul metalli pinnale tekkinud  $\text{Cd}(\text{OH})_2$  pole amfoteerne, ei reageeri leelisega ja reaktsioon lakkab, kuna metall on isoleeritud veest kaitsva  $\text{Cd}(\text{OH})_2$  killega. Ammoniaagiga kulgevad reaktsioonid mõlema metalliga, sest nii tsink kui ka kaadmium-ioonid on demetallide ioonidena tüüpilised kompleksimoodustajad:

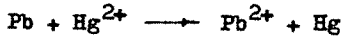
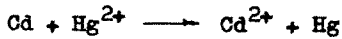


Ka siin on primaarne reaktsioon veega ja tekkinud hüdroksiidid reageerivad ammoniaagiga komplekse andes. Ammooniumkloriidiga vesilahuses reageerivad primaarselt nii tsink kui kaadmium veega. Tekkinud hüdroksiidid reageerivad ammooniumkloriidi hüdroolüüsi tasakaalust vesinikkloriidhappega ja kloriidid omakorda hüdroolüüsi tasakaalust ammoniaagiga. Võrrandites väljenduks kemism järgmiselt:



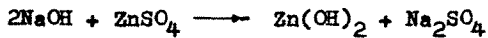
395. Tuleb lisada elavhõbe(II)nitraadi lahust, millega kontaktis olles toimuvad protsessid:



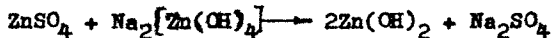
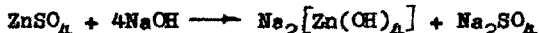


Siin pingereas eespool asuvad elemendid (nii Zn, Cd kui Pb) tõrjuvad elavhõbeda ioonilisest olekust välja, minnes iseioonidena lahusesse.

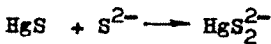
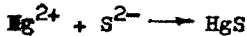
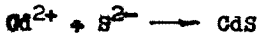
396. Kui leelise lahust lisada tsingisoola lahusele, siis tekib algul valge tsinkhüdrosiidi sade, mis reageerib edasi leelise edasisel lisamisel ja sade kaob.



Kui tsinksoola lahust lisada leelise lahusele, siis sadet algul ei teki ja alles soola lahuse täiendaval lisamisel, kui leeline on seotud, tekib sade:

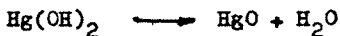
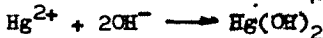
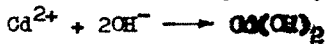


397.  $\text{Zn}^{2+} + \text{S}^{2-} \longrightarrow \text{ZnS}$



Sademes on ZnS, CdS ja lahuses  $\text{HgS}_2^{2-}$

398.  $\text{Zn}^{2+} + 4\text{OH}^- \longrightarrow [\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}$



Sademes on  $\text{Cd}(\text{OH})_2$  ja  $\text{HgO}$ , lahuses  $[\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}$ .

399.  $\text{Zn} + 2\text{NaOH} + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4] + \text{H}_2$

400.  $\text{Zn}^{2+} + 4\text{OH}^- \longrightarrow [\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}$ .

401.  $\text{Zn} + 4\text{NH}_3 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow [\text{Zn}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2 + \text{H}_2$ .

402.  $3\text{ZnS} + 8\text{HNO}_3 \longrightarrow 3\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 + 3\text{S} + 2\text{NO} + 4\text{H}_2\text{O}$ .

403.  $\text{ZnS} + \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ (lahj.)} \rightarrow \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2\text{S}$ .
404.  $\text{Zn}^{2+} + 4\text{NH}_3(\text{H}_2\text{O}) \rightarrow [\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$
405.  $2\text{Zn}(\text{OH})_2 + 4\text{NH}_4\text{Cl} \rightarrow [\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]\text{Cl}_2 + \text{ZnCl}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$ .
406.  $\text{ZnO} + \text{CoO} \xrightarrow{\text{sulat}} \text{CoZnO}_2$ .
407.  $\text{ZnO} + 2\text{HCl} \text{ (lahj.)} \rightarrow \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$ .
408.  $\text{ZnO} + 4\text{HCl} \text{ (konts.)} \rightarrow \text{H}_2[\text{ZnCl}_4] + \text{H}_2\text{O}$ .
409.  $3\text{Zn} + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 7\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 3\text{ZnSO}_4 + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 +$   
 $+ \text{K}_2\text{SO}_4 + 7\text{H}_2\text{O}$ .
410.  $3\text{Zn} + \text{Na}_3\text{AsO}_3 + 9\text{HCl} \rightarrow \text{AsH}_3 + 3\text{NaCl} + 3\text{ZnCl}_2 +$   
 $+ 3\text{H}_2\text{O}$ .
411.  $\text{Cd} + 4\text{NH}_3 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow [\text{Cd}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2 + \text{H}_2$ .
412.  $\text{Cd} + \text{NaOH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$  ei reageeri.

Tegelikult toimub siin reaktsioon:



kuid tekkinud  $\text{Cd}(\text{OH})_2$ , mis pole amfoteerne, katab metalli ja väldib kontakti metalli ja vee vahel, mistõttu reaktsioon lakkab.

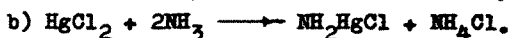
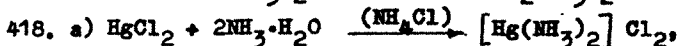
413.  $[\text{Cd}(\text{NH}_3)_4]^{2+} + 2\text{OH}^- \rightarrow \text{Cd}(\text{OH})_2 + 4\text{NH}_3$ .
414.  $\text{CdS} + \text{Cu}^{2+} \rightarrow \text{CuS} + \text{Cd}^{2+}$ .

Siin reaktsioon toimub seetõttu, et tekib raskemini lahustuv  $\text{CuS}$ .

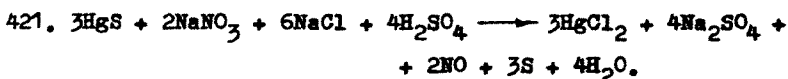
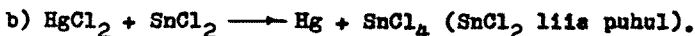
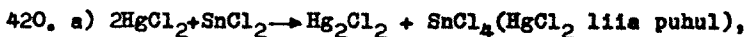
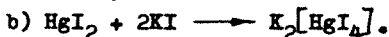
$$L_{\text{CdS}} = 7,9 \cdot 10^{-27}; \quad L_{\text{CuS}} = 6,3 \cdot 10^{-36}$$

415.  $\text{Cd}^{2+} + \text{HgS}$  reaktsiooni ei toimu, sest  $L_{\text{CdS}} = 7,9 \cdot 10^{-27}$   
ja  $L_{\text{HgS}} = 1,6 \cdot 10^{-52}$ .
416.  $5\text{Cd} + 2\text{KMnO}_4 + 8\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 5\text{CdSO}_4 + 2\text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 +$   
 $+ 8\text{H}_2\text{O}$ .
417. a)  $\text{Hg} + 4\text{HNO}_3 \rightarrow \text{Hg}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ ,  
b)  $2\text{Hg} + 4\text{HNO}_3 \rightarrow \text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ .

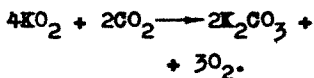
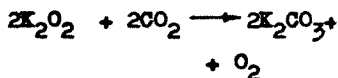
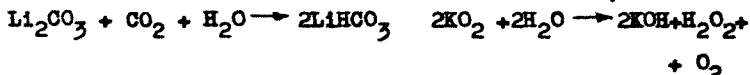
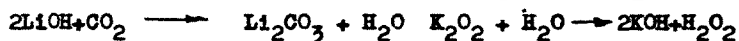
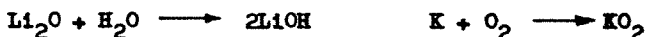
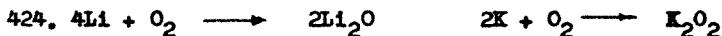
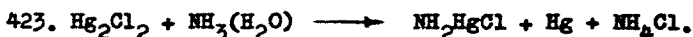
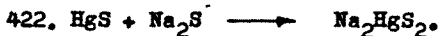
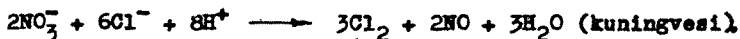
Ka reaktsioonis b tekib älgul elavhõbe(II)nitraat, mis aga liigse elavhõbedaga reageerib:



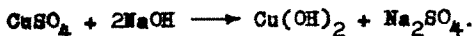
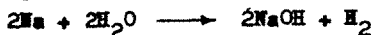
Tüüpilised on reaktsioon b, reaktsioon a kulgeb, kui samaaegselt on lahuses ammooniumkloriidi.



Oksüdeerijana selles reaktsioonis toimib vaba kloor, mis tekib:

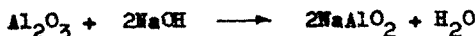


425. Leelismetallid reageerivad veega ja tekkinud hüdroksiidid reageerib soolaga. Näiteks:

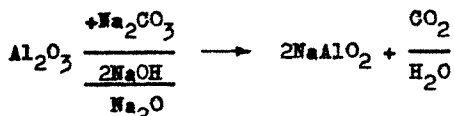


426. Ei saa, sest:

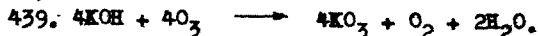
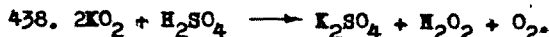
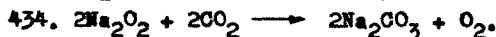
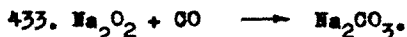
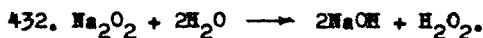
portsaelani koostisest  $\text{Al}_2\text{O}_3$  ja  $\text{SiO}_2$  reageerivad kui happelised oksiidid alustega  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{NaOH}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ -ga



samuti korundist  $\text{Al}_2\text{O}_3$

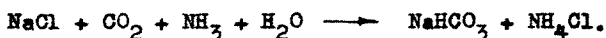
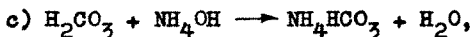
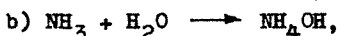
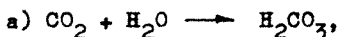


427. Teine metall on naatriumist väiksema aatommassiga, see on ainuvõimalikuna liitium, sest 4,6 g naatriumi toimel eralduks 2,24 l vesinikku, et aga eraldus rohkem vesinikku, siis peab teine metall olema väiksema aatommassiga.

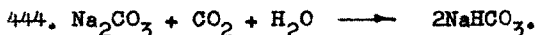
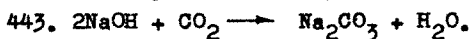
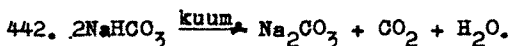




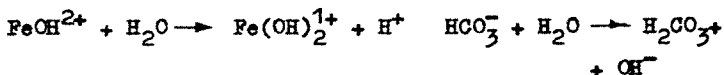
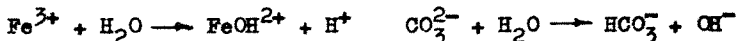
441. Siin kulgevaid reaktsioone väljendavad võrrandid:



Reaktsioon d kulgeb seetõttu, et  $\text{NaHCO}_3$  on antud süsteemis kõige raskemini lahustuv ühend.



445. Siin tuleb arvestada süsteemis olevate soolade hüdrolüüsiga:

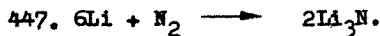
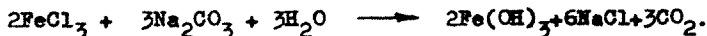


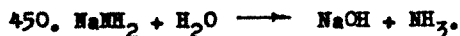
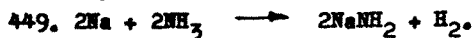
Raud(III)soola hüdrolüüsil tekkinud vesinikioonid neutraliseeruvad sooda hüdrolüüsil tekkinud hüdrosiidiooni-dega ja sadestub raud(III)hüdrosiid (raskestilahustuv ühend).

Üldvõrrand ioonkujul on:

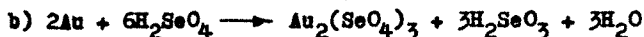
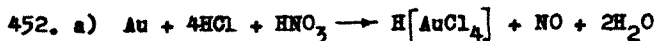


ja molekulaarkujul:

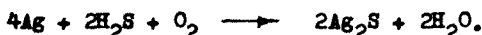




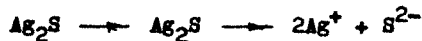
451. Esimese rühma s-elementidel on ainus valentsielektron s-orbitaalil - seega ka need elemendid esinevad ühendis ainult oksüdatsiooniastmega üks. Esimese rühma d-elementidel on lisaks välises energiatasemes olevale s-elektronile veel valentsielektronideks d-alanivool olevatest elektronidest üks või kaks, millede energia oluliselt ei erine välisea energiatasemes s-orbitaalil paikneva elektroni energiast.



453. Õhus leidub vähesel määral divesiniksulfiidi, mis tekib orgaaniliste aevvlit sisaldavate ühendite roiskumisprotsessis. Divesiniksulfiid reageerib õhuhapniku oksüdeeruva toime kassabil hõbedaga:



Puhastamiseks pannakse hõbeese lahjendatud vaavelhappesse ja lisatakse metallilise tsingi graanuleid. Hõbesulfiid pole absoluutselt lahustumatu, ta on rasklahustuv, tema vesilahuses on tasakaal:

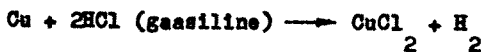
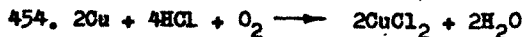


tahke faas küllast. lahus

ja kui sinna panna tsinki, siis:

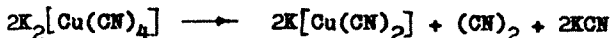


ning tasakaal nihkub  $\text{Ag}_2\text{S}$  täieliku lahustumise suunas.



Esimesel juhul toimib oksüdeerijana õhuhapnik, teisel juhul vesinik vesinikkloriidist.



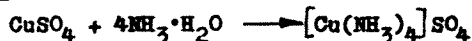


Tekib ditsüaanovask(I)kupraat, kuna vask(I)tsüaanokompleksid on püsivamad vask(II)tsüaanokompleksidest ja oksüdatsiooni tulemusena tekib ditsüaan  $(\text{CN})_2$ .

Kaaliumtiotsüanaadiga reageerimisel:



tekib rasklahustuv vask(I)tiotsüanaat ja dirodaan  $(\text{SCN})_2$ ; ammoniaakveega



tekib vask(II)tetraammiin kompleks. Siin tekib vask(II)-ühend, kuna redutseerijat süsteemis pole. (Esimisel juhul oli redutseerijaks  $\text{CN}^-$  ja teisel  $\text{SCN}^-$ ).

456. Hõbejodiidi küllastatud vesilahuses on hõbeioonide kontsentratsioon

$$[\text{Ag}^+] = \sqrt{L_{\text{Ag}^+ \cdot \text{I}}} = \sqrt{8,5 \cdot 10^{-17}} = 9,25 \cdot 10^{-9} \text{ mooli/l.}$$

Kompleksioonide kontsentratsioonid avaldatuna ebapüüviskonstandist on:

$$[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^{1+}] = \frac{[\text{Ag}^+] \cdot [\text{NH}_3]^2}{K_{\text{eb}}}$$

$$[\text{Ag}(\text{CN})_2^{1-}] = \frac{[\text{Ag}^+] \cdot [\text{CN}^-]^2}{K_{\text{eb}}}$$

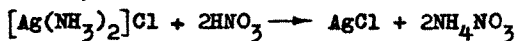
Hõbejodiidi küllastatud vesilahuses oleva hõbeioonide ja ülesandes antud ammoniaagi ja kaaliumtsüaniidi kontsentratsioonide puhul saavad kompleksioonide kontsentratsioonid olla:

$$[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^{1+}] = \frac{9,25 \times 10^{-9} \times 10^{-2}}{8,3 \times 10^{-4}} = 1,1 \cdot 10^{-7} \text{ mooli/l}$$

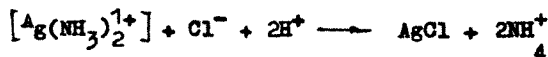
$$[\text{Ag}(\text{CN})_2^{1-}] = \frac{9,25 \times 10^{-9} \times 10^{-2}}{8 \times 10^{-22}} = 1,15 \cdot 10^{12} \text{ mooli/l.}$$

Leitud kontsentratsioonidest järeldub, et hõbejodiid praktiliselt ei reageeri ammoniaakveega, kuna võimalik kompleksi kontsentratsioon on väga väike. Küll aga reageerib kaaliumtsüaniidiga lahusest, kuna kompleksi võimalik kontsentratsioon on suur. Siin tõeliselt sellise suure kontsentratsiooniga lahust,  $10^{12}$  mooli/liitris tekkida ei saa. Sellest järeldub, et hõbeioonide kontsentratsioon peab olema tsüaanoargentaatkompleksi sisaldavas lahuses oluliselt väiksem hõbeioonide kontsentratsioonist hõbejodiidi küllastatud lahuses. Näiteks: ühemolaarses tsüaanoargentaadi lahuses hõbeioonide kontsentratsioon, kui kaaliumtsüanidi kontsentratsioon on 0,1 M

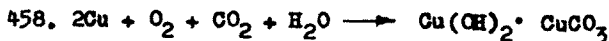
$$[\text{Ag}^+] = \frac{K_{\text{eb}} \cdot [\text{Ag}(\text{CN})_2^{1-}]}{[\text{CN}^-]^2} = \frac{8 \cdot 10^{-22} \cdot 1}{10^{-2}} = 8 \cdot 10^{-20} \text{ mooli/l.}$$

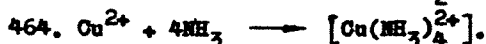
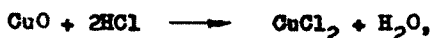
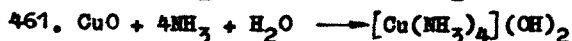
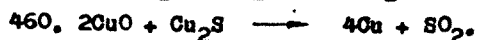
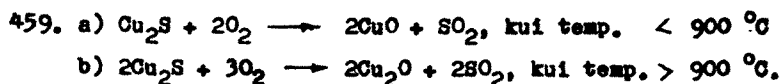


ehk ioonvõrrandina

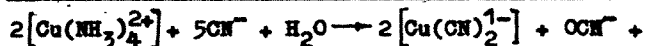
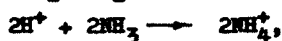
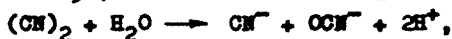
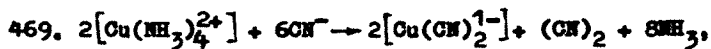
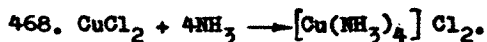
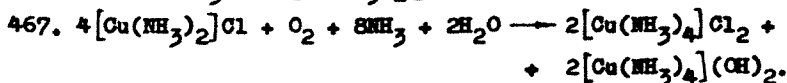
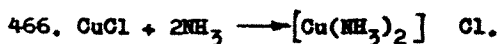


Amiinkompleksid saavad eksisteerida ainult ammoniaakalases keskkonnas, happe lisamisel happe vesinikioonid reageerivad ammoniaagiga ning sadestub rasklahustuv hõbekloriid.



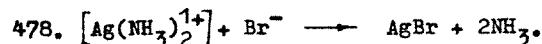
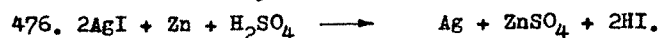
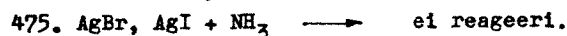
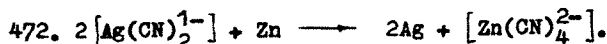
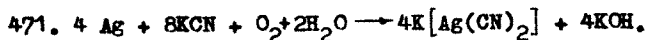


Siin moodustub vask(I)tsüaanokupraat, mis on püsivam vask(II)tsüaanokupraadist.

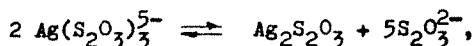


siin tuleb arvestada vask(II)soolade lahustes hüdrolüüsi protsessi:  $\text{Cu}^{2+} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{CuOH}^{1+} + \text{H}^+$  ja tekib

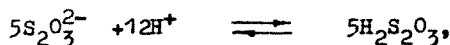
raskestilahustuv hüdroksiidkarbonaat ( $2\text{CuOH}^{1+} + \text{CO}_3^{2-} \longrightarrow (\text{CuOH})_2\text{CO}_3$ ).



479. Kompleksiooni dissotsiatsiooni tasakaalust



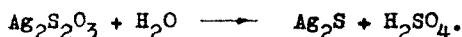
tiosulfaatioonid reageerimisel happega annavad tiiväävelhappe:



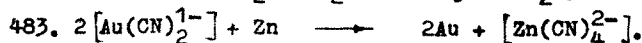
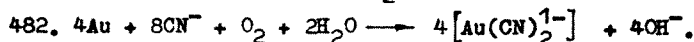
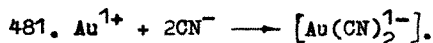
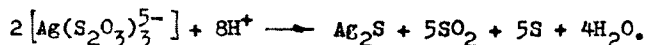
milline ebapüsiv ühendina laguneb:



Enamik raskemetallide tiosulfaate on eba<sup>---</sup>püsivad ning lagunemisel moodustub metallsulfiid ja va<sup>---</sup>avelhappe:



Ositi kirjutatud võrrandeid summeerides saame üldreaktsiooni võrrandi:



485. Oleneb redokspotentsiaalide va<sup>---</sup>rtusest:

$$E_0 \text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+} = 0,77 \text{ V}$$

$$E_0 \text{Ni}^{3+}/\text{Ni}^{2+} = 1,75 \text{ V}$$

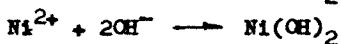
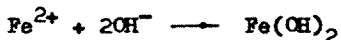
$$E_0 \text{Co}^{3+}/\text{Co}^{2+} = 1,84 \text{ V}$$

$$E_0 \text{O}_2/2\text{O}^{2-} = 1,23 \text{ V.}$$

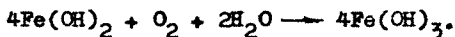
Et hapniku redokspotentsiaal on suurem vastavast raud-redokspotentsiaalist, siis  $\text{Fe}^{2+}$  oksüdeeruvad  $\text{Fe}^{3+}$ -ks, aga  $\text{Ni}^{2+}$  ja  $\text{Co}^{2+}$  ei saa oksüdeeruda hapniku toimel, vaid vastupidi, nende ( $\text{Ni}^{3+}$ ;  $\text{Co}^{3+}$ ) reageerimisel hape- tega eraldub hapnik.



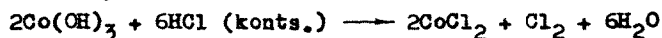
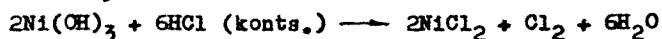
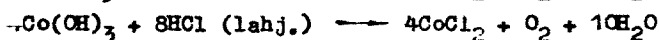
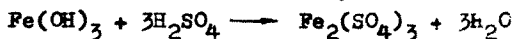
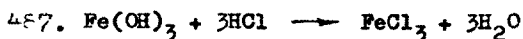
486. Kui toimida inertsgaasi atmosfääris, siis erinevusi ei ole, sest sadestuvad rasklahustuvad hüdroksiidid



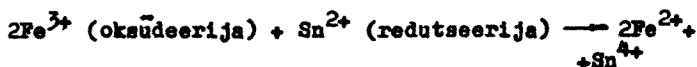
Õhu juuresolekul hapniku toimel oksüdeerub ainult raud(II)hüdroksiid:



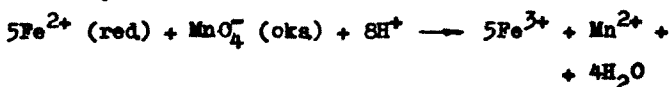
Miks? Põhjus on antud vastuses küsimusele 485.





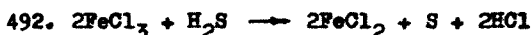
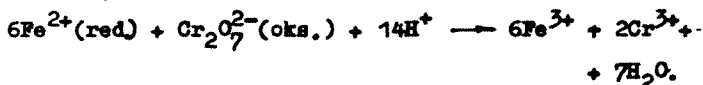


c) ei vői, sest

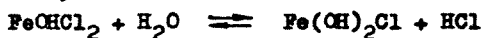


d) jah võivad, sest mõlemad on oksüdeerijad;

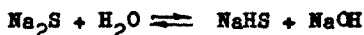
e) ei vői, sest:



493. Raud(III)kloriidi lahuse valmistamisel peab lisama soolhapet, et vältida hüdrolüüsiprotsessidest tingitud sadet-hüdroksiidkloriide:



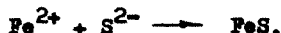
Naatriumsulfiidi lahus on leelise reaktsiooniga toimuvate hüdrolüüsiprotsesside tagajärjel:



Seega naatriumsulfiidi lahuse lisamisel raud(III)kloriidi lahusele reageerib hüdrolüüsiprotsessis tekkinud naatriumhüdroksiid soolhappega ja tekib divesiniksulfiid. Lisamise algperioodil, kus lahus on happeline, raud(III)ioonid redutseeruvad sulfiidiooni toimel divesiniksulfiidist



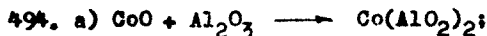
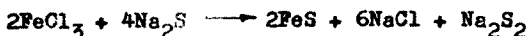
Ja kui naatriumsulfiidi lahust on lisatud selles mahus, et keskkond on muutunud neutraalseks, leeliseks, siis sadestub raud(II)sulfiid.



Naatriumsulfiidi liia lisamisel tekkinud väävel reageerib sellega:

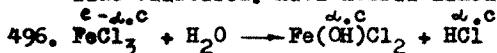


Kokkuvõttes võib kulgevaid reaktsioone väljendada võrranditega:



Esimesel juhul koobalt(II)oksiid reageerib aluselise oksiidina alumüiniumoksiidi kui happelise oksiidiga. Teisel juhul aga on kaltsiumoksiid tuupilisem aluseline oksiid kui koobalt(II)oksiid. Siin reageerib ta kui happeline oksiid.

495. Vastuse annavad ülesande juurde toodud redokspotentsiaalide väärtused. Huvi korral lahendage!

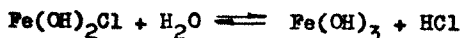
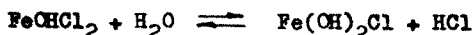
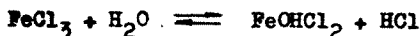


$$K = \frac{[\text{FeOHCl}_2] \cdot [\text{HCl}]}{[\text{FeCl}_3]}$$

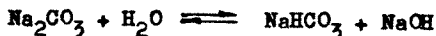
$$K = \frac{d^2 \cdot c^2}{c(1-d)} = \frac{d^2 c}{1-d}, \text{ eeldusel, et } d \ll 1, \text{ siis}$$

$$K = d^2 \cdot c; \quad d = \sqrt{\frac{K}{c}} = \sqrt{\frac{10^{-3}}{10^{-1}}} = 10^{-1}, \text{ ehk } 10 \%$$

497. Lähtudes hüdrolyüsi väljendavatest võrranditest:



ja



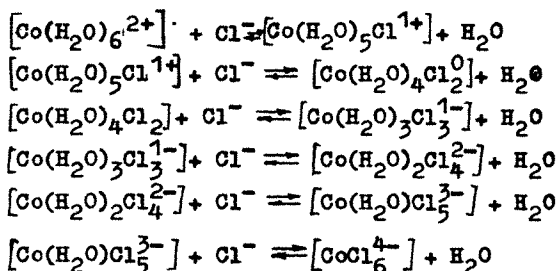


Nende lahuste kokkuvalamisel raud(III)kloriidi hüdrolüüsi tasakaalust vesinikkloriid reageerib naatriumkarbonaadi hüdrolüüsi tasakaalust naatriumhüdrosiidiga ja seetõttu kulgevad hüdrolüüsi protsessid lõpuni ning sadestub raud(III)hüdrosiid.



Ehk teisiti väljendades: vesilahuses raud(III)karbonaat tekkinda ei saa, kuna raud(III)hüdrosiid on raske lahustuv ühend.

498. Vesilahustes on roosa värvuse põhjustajaks  $\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6^{2+}$ -ioonid. Kontsentreeritud soolhappe lisamisel toimuvad reaktsioonid:



Sinine värvus lahuses on põhjustatud klorokobaltaat-(II)ioonidest. Veega lahjendamisel kloriidioonide kontsentratsioon väheneb ja reaktsiooni tasakaal nihkub akvakomplekside suunas.

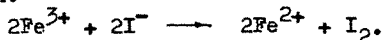
499. Otsese süsteemiga elementidest



Vesilahustest eraldub aurutamisel tahke faasina  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , mille kuumutamisel eraldub koos veega ka vesinikkloriidi ja saadakse hüdrosiidkloriidi sisaldav produkt

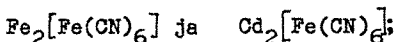


500.  $\text{Fe}^{3+} + e \rightarrow \text{Fe}^{2+}$ ;  $E_0 = 0,77 \text{ V}$ ;  $2\text{I}^- - 2e \rightarrow \text{I}_2$ ;  $E_0 = 0,536 \text{ V}$ . Toodud arvudest järeldub, et raud(III)ioon on joodist tugevam oksüdeerija, seetõttu kulgeb reaktsioon:

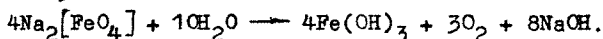
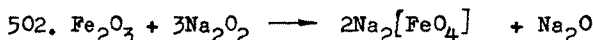
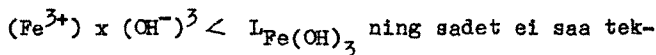


501. a)  $\text{Fe}^{3+}$  ja  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  võivad, sest mõlemad on oksüdeerijad;

b) ja c) ei või, sest raskemetallide tsüaanoferraadid (II) on kõik rasklahustuvad ühendid, moodustuksid sademed



d) võivad, sest kompleksiooni  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$  dissotsiatsioonil tekkinud  $\text{Fe}^{3+}$  kontsentratsioon on väike ja

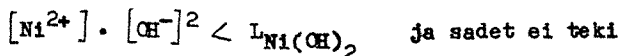


Ferraadid(VI) on tugevad oksüdeerijad, nad eksisteerivad ainult vesivabas olekus.



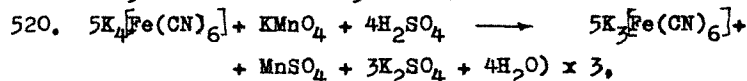
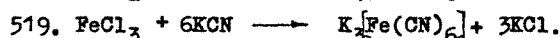
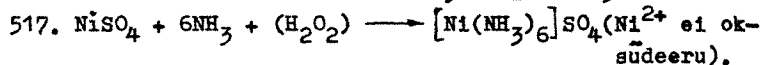
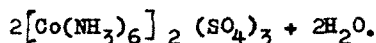
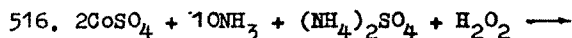
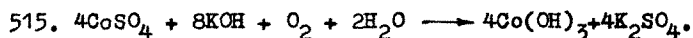
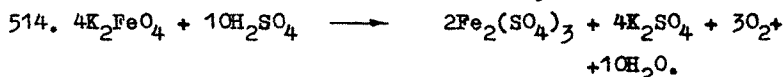
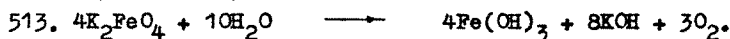
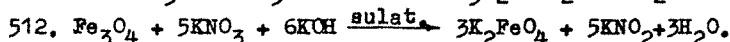
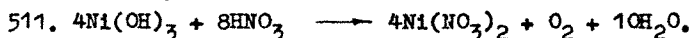
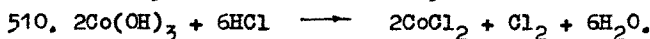
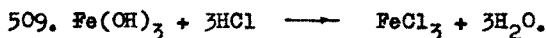
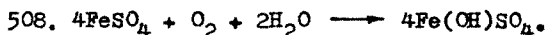
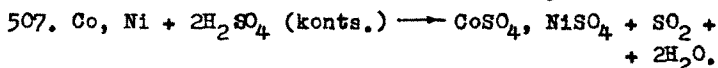
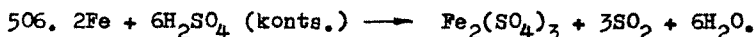
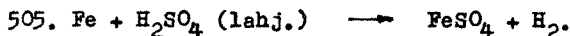
Sadestub rasklahustuv nikkel(II)hüdroksoid, kuna  $\text{NH}_3$  lendub koos veeauruga keetmisel.

$\text{K}_2[\text{Ni}(\text{CN})_4]$ -lahusele KOH või NaOH lisamisel tsüaanonikkelaatiooni suure püsivuse tõttu ( $K_{\text{ef}} = 10^{-8}$ ) on lahuses Ni(II)ioonide kontsentratsioon sedavõrd väike, et:



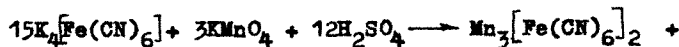
Reaktsioon toimub antud võrrandi kohaselt, kuna tsüaanokoobaltaadi(III) ebapüsivuskonstant on  $1,0 \cdot 10^{-64}$ .

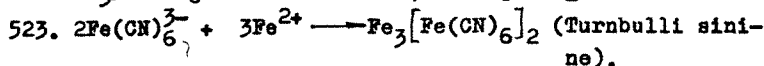
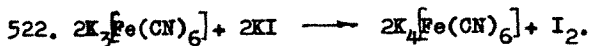
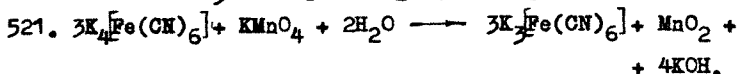
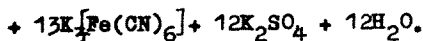
Ta on püsivam võrreldes amiinkompleksiga, mille eba-  
püsivuskonstant on  $3,1 \cdot 10^{-33}$ .



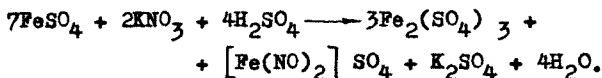
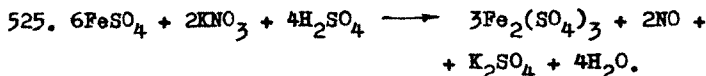
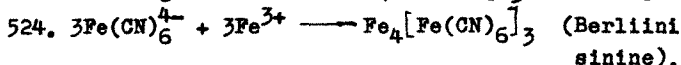
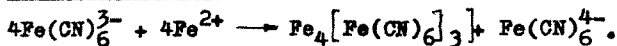
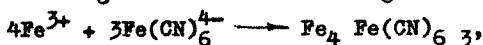
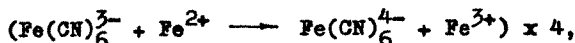
tekkinud  $\text{Mn}^{2+}$ , reageerides  $\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-}$  annab raskestila-  
hustuva ühendi:  $3\text{MnSO}_4 + 2\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6] \longrightarrow \text{Mn}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_2 + \\ + 3\text{K}_2\text{SO}_4.$

Üldvõrrand:

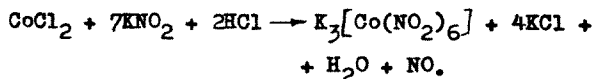
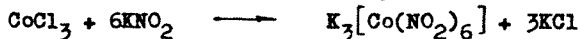
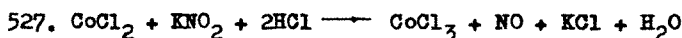


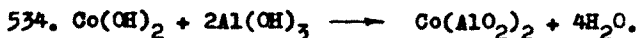
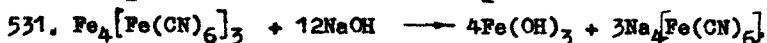
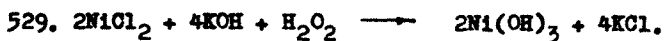


Et  $Fe(CN)_6^{3-}$  on oksüdeerija ja  $Fe^{2+}$  redutseerija, siis toimuvad siin ka reaktsioonid:



Skeemist järeldub, et kui süsteemis on  $KNO_3$  liiaga, siis toimub ainult reaktsioon, mida väljendab esimene võrrand.

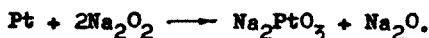




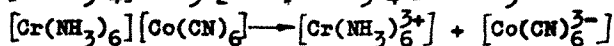
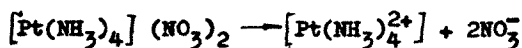
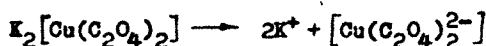
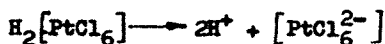
535. Sest plaatina reageerib õhuhapniku oksüdeeriva toime tõttu:



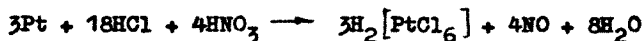
Peroksiidide puhul pole õhuhapnikku vaja.



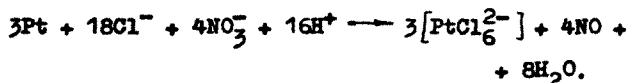
536. Mitteelektrolüüdiks on  $\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2$ , Ülejäänud on elektrolüüdid



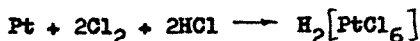
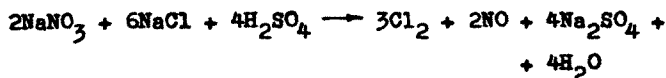
537. Ei tohi, sest Pt reageerib kuningveega:



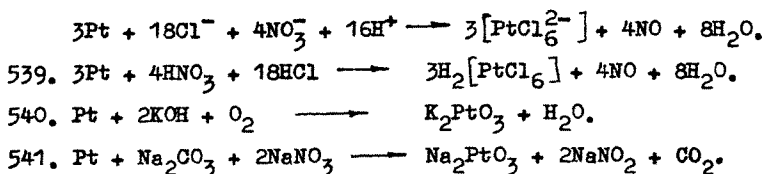
ehk ioonvõrrandina:



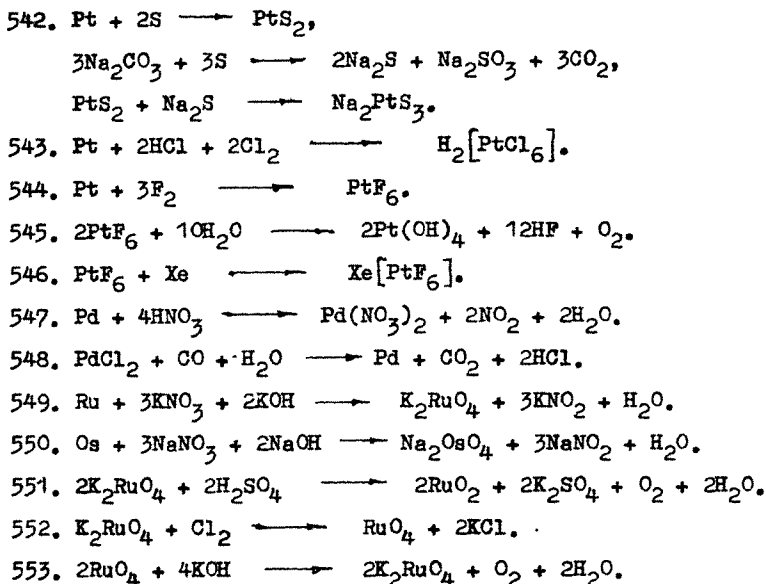
538. Ei tohi, sest see on ju identne kuningveega:



ehk ioonvõrrandina:



Kahest viimasest võrrandist järeldub, et leelist sulatamist ehk loistmist oksüdeerijate juuresolekul Pt-nõudes teha ei tohi.



554. Vääriskaaside aatomites on välises elektronenergeetilisuses tasemes maksimaalne võimalik elektronide arv, heeliumil  $s^2$  ja ülejaanutel  $ns^2p^6$ . Molekulide moodustumisel tekkivaid molekulaarorbitaale, nii siduvaid kui lagundavaid, on võrdne arv, kus kõik täituvad elektronpaariga. Seega resultatiivset sidet ei moodustu ja vääriskaaside molekulid on üheaatomilised.

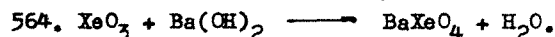
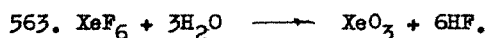
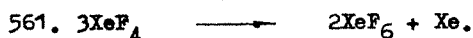
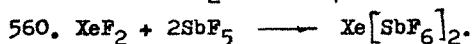
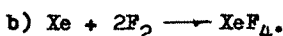
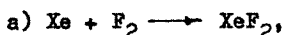
555. Heelium ja neon on vastavalt esimese ja teise perioodi elementideks. Nende aatomites on võimalikud aatomiorbitaalid maksimaalselt täidetud, s.t. vabu aatomiorbitaale

le pole - siis pole ka ergastumise võimalust ja need elemendid ühendeid teiste elementidega ei saa moodustada. Ülejäanud vaarisaaside aatomite struktuuris on vakantseid aatomiorbitaale, ergastumine ja seega ka ühendite tekkimine võimalik.

556. Nende elementide aatomites on välisel elektronenergeetilisel tasemel neli elektronpaari. Ühest paarist tekib ergastumisel kaks paaristumatut ehk valentselektroni. Seega ergastatud aatomites kas kaks, neli, kuus või kaheksa paaristumatut elektroni ja sellele vastavalt ühendid paarisarvuliste oksüdatsioonistmetega.
557. Energeetiline barjäär on kõige väiksem, kuna fluor ja hapnik on kõige suurema elektronegatiivsusega elementideks.
558. Need ühendid on suhteliselt ebastabiilsed, väikese sidemeenergiaga. Kokkupuutes elementidega või ühenditega toimuvad reaktsioonid juhul, kui tekkivates ühendites on sidemeenergiad suuremad. Näiteks ksenoonheksafluoriidi lisamisel mangaansulfaadi vaavelhappelisele lahusele toimub tavalisel temperatuuril kiirelt reaktsioon:



559. Olenevalt tingimustest



## L i s a

## Redokssüsteemide normaalpotentsiaalid

Element	Elektroodireaktsioon	$E^{\circ}$ , V
1	2	3
Ag	$Ag^{+} + e = Ag$	0,80
	$AgBr + e = Ag + Br^{-}$	0,55
	$AgCl + e = Ag + Cl^{-}$	0,22
	$AgI + e = Ag + I^{-}$	-0,15
Al	$Al^{3+} + 3e = Al$	-1,66
	$Al(OH)_4^{-} + 3e = Al + 4OH^{-}$	-2,35
Au	$Au^{3+} + 3e = Au$	1,50
	$Au^{3+} + 2e = Au^{+}$	1,41
	$Au^{+} + e = Au$	1,50
	$AuCl_4^{-} + 3e = Au + 4Cl^{-}$	1,00
B	$H_3BO_3 + 3H^{+} + 3e = B + 3H_2O$	-0,87
Ba	$Ba^{2+} + 2e = Ba$	-2,9
Be	$Be^{2+} + 2e = Be$	-1,85
Bi	$Bi^{3+} + 3e = Bi$	0,21
	$BiO_3^{-} + 6H^{+} + 2e = Bi^{3+} + 3H_2O$	1,8
Br	$Br_2 + 2e = 2Br^{-}$	1,09
	$HBrO + H^{+} + 2e = Br^{-} + H_2O$	1,34
	$BrO^{-} + H_2O + 2e = Br^{-} + 2OH^{-}$	0,76
	$2BrO_3^{-} + 12H^{+} + 10e = Br_2 + 6H_2O$	1,52
	$BrO_3^{-} + 6H^{+} + 6e = Br^{-} + 3H_2O$	1,45
	$BrO_3^{-} + 3H_2O + 6e = Br^{-} + 6OH^{-}$	0,61
C	$CO_2 + 2H^{+} + 2e = CO + H_2O$	-0,12
	$2CO_2 + 2H^{+} + 2e = H_2C_2O_4$	-0,49
Cl	$Cl_2 + 2e = 2Cl^{-}$	1,36
	$HClO + H^{+} + 2e = Cl^{-} + H_2O$	1,50
	$ClO^{-} + H_2O + 2e = Cl^{-} + 2OH^{-}$	0,88
	$2ClO_3^{-} + 12H^{+} + 10e = Cl_2 + 6H_2O$	1,47
	$ClO_3^{-} + 3H_2O + 6e = Cl^{-} + 6OH^{-}$	0,63



1	2	3
	$\text{ClO}_3^- + 6\text{H}^+ + 6\text{e} = \text{Cl}^- + 3\text{H}_2\text{O}$	1,45
	$\text{ClO}_4^- + 8\text{H}^+ + 8\text{e} = \text{Cl}^- + 4\text{H}_2\text{O}$	1,38
	$\text{ClO}_4^- + 4\text{H}_2\text{O} + 8\text{e} = \text{Cl}^- + 8\text{OH}^-$	0,56
	$2\text{HOCl} + 2\text{H}^+ + 2\text{e} = \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O}$	1,63
	$2\text{ClO}^- + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e} = \text{Cl}_2 + 4\text{OH}^-$	0,40
Ca	$\text{Ca}^{2+} + 2\text{e} = \text{Ca}$	-2,87
Cd	$\text{Cd}^{2+} + 2\text{e} = \text{Cd}$	-0,40
Co	$\text{Co}^{2+} + 2\text{e} = \text{Co}$	-0,28
	$\text{Co}^{3+} + \text{e} = \text{Co}^{2+}$	1,84
	$\text{Co}(\text{OH})_3 + \text{e} = \text{Co}(\text{OH})_2 + \text{OH}^-$	0,17
	$[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+} + \text{e} = [\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$	0,10
Cu	$\text{Cu}^{2+} + 2\text{e} = \text{Cu}$	0,34
	$\text{Cu}^{2+} + \text{e} = \text{Cu}^+$	0,15
	$\text{Cu}^{2+} + \text{I}^- + \text{e} = \text{CuI}$	0,86
Cr	$\text{Cr}^{2+} + 2\text{e} = \text{Cr}$	-0,91
	$\text{Cr}^{3+} + \text{e} = \text{Cr}^{2+}$	-0,41
	$\text{CrO}_4^{2-} + 4\text{H}_2\text{O} + 3\text{e} = [\text{Cr}(\text{OH})_4]^- + 4\text{OH}^-$	0,94
	$\text{CrO}_4^{2-} + 4\text{H}_2\text{O} + 3\text{e} = \text{Cr}(\text{OH})_3 + 5\text{OH}^-$	-0,13
	$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+ + 6\text{e} = 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$	1,33
F	$\text{F}_2 + 2\text{e} = 2\text{F}^-$	2,87
Fe	$\text{Fe}^{2+} + 2\text{e} = \text{Fe}$	-0,44
	$\text{Fe}^{3+} + \text{e} = \text{Fe}^{2+}$	0,77
	$\text{Fe}(\text{OH})_3 + \text{e} = \text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{OH}^-$	-0,56
H	$2\text{H}^+ + 2\text{e} = \text{H}_2$	0,00
Hg	$\text{Hg}^{2+} + 2\text{e} = \text{Hg}$	0,85
	$\text{Hg}_2^{2+} + 2\text{e} = 2\text{Hg}$	0,79
	$2\text{Hg}^{2+} + 2\text{e} = \text{Hg}_2^{2+}$	0,91

1	2	3
I	$I_2 + 2e = 2I^-$	0,54
	$2HIO + 2H^+ + 2e = I_2 + 2H_2O$	1,45
	$2IO^- + H_2O + 2e = I_2 + 4OH^-$	0,45
	$HIO + H^+ + 2e = I^- + H_2O$	0,99
	$IO^- + H_2O + 2e = I^- + 2OH^-$	0,49
	$2IO_3^- + 12H^+ + 10e = I_2 + 6H_2O$	1,19
	$IO_3^- + 6H^+ + 6e = I^- + 3H_2O$	1,08
	$IO_3^- + 3H_2O + 6e = I^- + 6OH^-$	0,26
K	$K^+ + e = K$	-2,92
Li	$Li^+ + e = Li$	-3,05
Mg	$Mg^{2+} + 2e = Mg$	-2,36
Mn	$Mn^{2+} + 2e = Mn$	-1,19
	$MnO_2 + 4H^+ + 2e = Mn^{2+} + 2H_2O$	1,28
	$MnO_4^- + 8H^+ + 5e = Mn^{2+} + 4H_2O$	1,52
	$MnO_4^- + 4H^+ + 3e = MnO_2 + 2H_2O$	1,67
	$MnO_4^- + 2H_2O + 3e = MnO_2 + 4OH^-$	0,60
	$MnO_4^- + e = MnO_4^{2-}$	0,56
	N	$N_2 + 4H_2O + 2e = NH_2OH + 2OH^-$
$N_2 + 4H_2O + 4e = N_2H_4 + 4OH^-$		-1,16
$N_2 + 8H^+ + 6e = 2NH_4^+$		0,26
$N_2 + 8H_2O + 6e = 2NH_4OH + 6OH^-$		-0,76
$N_2H_4 + 4H_2O + 2e = NH_4OH + 2OH^-$		0,10
$NH_2OH + 2H_2O + 2e = NH_4OH + 2OH^-$		0,42
$HNO_2 + H^+ + e = NO + H_2O$		0,90
$NO_2^- + H_2O + e = NO + 2OH^-$		-0,46
$NO_3^- + 3H^+ + 2e = HNO_2 + H_2O$		0,94
$NO_3^- + H_2O + 2e = NO_2^- + 2OH^-$		0,10

1	2	3
	$\text{NO}_3^- + 2\text{H}^+ + e = \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	0,80
	$\text{NO}_3^- + \text{H}_2\text{O} + e = \text{NO}_2 + 2\text{OH}^-$	-0,86
	$\text{NO}_3^- + 4\text{H}^+ + 3e = \text{NO} + 2\text{H}_2\text{O}$	0,96
	$\text{NO}_3^- + 2\text{H}_2\text{O} + 3e = \text{NO} + 4\text{OH}^-$	-0,14
Na	$\text{Na}^+ + e = \text{Na}$	-2,71
Ni	$\text{Ni}^{2+} + 2e = \text{Ni}$	-0,23
	$\text{Ni}(\text{OH})_3 + e = \text{Ni}(\text{OH})_2 + \text{OH}^-$	0,49
	$\text{Ni}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+ + e = \text{Ni}^{2+} + 3\text{H}_2\text{O}$	1,75
O	$\text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4e = 2\text{H}_2\text{O}$	1,23
	$\text{O}_2 + 4\text{H}^+ (10^{-7} \text{ M}) + 4e = 2\text{H}_2\text{O}$	0,82
	$\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4e = 4\text{OH}^-$	0,40
	$\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2e = \text{H}_2\text{O}_2$	0,68
	$\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2e = 2\text{H}_2\text{O}$	1,77
	$\text{O}_3 + 2\text{H}^+ + 2e = \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}$	2,07
P	$\text{H}_3\text{PO}_4 + 2\text{H}^+ + 2e = \text{H}_3\text{PO}_3 + \text{H}_2\text{O}$	-0,28
	$\text{H}_3\text{PO}_3 + 2\text{H}^+ + 2e = \text{H}_3\text{PO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	-0,50
	$\text{HPO}_3^{2-} + 2\text{H}_2\text{O} + 2e = \text{H}_2\text{PO}_2^- + 3\text{OH}^-$	-1,57
Pb	$\text{Pb}^{2+} + 2e = \text{Pb}$	-0,13
	$\text{PbO}_2 + 4\text{H}^+ + 2e = \text{Pb}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$	1,46
Pd	$\text{Pd}^{2+} + 2e = \text{Pd}$	0,99
Pt	$\text{Pt}^{2+} + 2e = \text{Pt}$	1,20
S	$\text{S} + 2e = \text{S}^{2-}$	-0,48
	$\text{S} + 2\text{H}^+ + 2e = \text{H}_2\text{S}$	0,14
	$\text{SO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O} + 2e = \text{SO}_3^{2-} + 2\text{OH}^-$	-0,93
	$\text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+ + 2e = \text{H}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$	0,17
	$\text{SO}_4^{2-} + 8\text{H}^+ + 6e = \text{S} + 4\text{H}_2\text{O}$	0,36
	$\text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}_2\text{O} + 6e = \text{S} + 8\text{OH}^-$	-0,75

1	2	3
Sn	$\text{Sn}^{2+} + 2e = \text{Sn}$	-0,14
	$\text{Sn}^{4+} + 2e = \text{Sn}^{2+}$	-0,15
	$[\text{Sn}(\text{OH})_6]^{2-} + 2e = \text{HSnO}_2^- + 3\text{OH}^- + \text{H}_2\text{O}$	-0,92
Ti	$\text{Ti}^{2+} + 2e = \text{Ti}$	-1,63
Zn	$\text{Zn}^{2+} + 2e = \text{Zn}$	-0,76
	$[\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-} + 2e = \text{Zn} + 4\text{OH}^-$	-1,22