

VIIE KOOLI VÕISTLUS
KEEMIA ÜLESANDED
40.-49. võistlus

Tartu
2015

Koostaja: Erkki Tempel

Toimetajad: Mihkel Pajusalu ja Ants-Oskar Mäesalu

Küljendaja: Ants-Oskar Mäesalu

Kaas: Janika Nõmmela ja Merille Hommik

Ülevaates viie kooli võistluse ajaloo kohta on kasutatud õpetajate Veljo-Hans Aava ja Andres Haavasalu andmeid.

Täname abi eest: Leena ja Karl Treffnerit, Haridus- ja Teadusministeeriumi, Hasartmängumaksu Nõukogu, Tartu Linnavalitsuse haridusosakonda, Viljandi Linnavalitsust, AS Vestman Energiat, Nortal ASi ja Skype Technologies OÜd

Väljaandja: Hugo Treffneri Gümnaasiumi Vilistlaskogu

Trükk: Greif OÜ

www.greif.ee

EESSÕNA

Hea lugeja!

Sa hoiad käes kogumikku, mille ilmumisega avaldame sümboolset tänu kõigile matemaatika, füüsika ja keemia õpetajatele, kes viimase viiekümne aasta jooksul on tegutsenud viies Eesti koolis: Viljandi Gümnaasiumis (C. R. Jakobsoni nimelises Gümnaasiumis), Nõo Reaalgümnaasiumis (Nõo Keskkoolis), Hugo Treffneri Gümnaasiumis (A. H. Tammsaare nimelises Tartu 1. Keskkoolis), Tartu Tamme Gümnaasiumis (Tartu 5. Keskkoolis), Miina Härma Gümnaasiumis (M. Härma nimelises Tartu 2. Keskkoolis). Nende koolide õpilased on sel ajal saanud kokku viie kooli võistlusel (VKV) ning konkureerinud matemaatika, füüsika ja keemia ülesannete lahendamises. Igas aines on osalenud ühest koolist kümme õpilast (vähemalt kaks õpilast 10. klassist, vähemalt kaks 11. klassist ja kuni kuus õpilast 12. klassist), kolmes aines kokku on kooli esindusse võinud kuuluda kõige rohkem 20 õpilast.

Kuna tublisid reaalinete õpetajaid ja olümpiaadidel osalevaid õpilasi on üle kogu Eesti, on nende töö ja ainekonkurssideks ettevalmistamise lihtsustamiseks need viis kooli koostanud viimase kümne aasta ülesannetest kolm kogumikku: matemaatika, füüsika ja keemia oma. Ühtlasi on nii jäädvustatud üks ja väga oluline osa Eesti reaalinete hariduse ajaloost.

Väga suur tänu kõigile ülesannete koostajatele: 40. VKV (2004) ja 41. VKV (2006) – Rein Pullerits; 42. VKV (2007), 43. VKV (2008), 44. VKV (2009), 45. VKV (2010) ja 46. VKV (2011) – Jaak Nerut; 47. VKV (2012) ja 48. VKV (2013) – Rein Pullerits ja Uno Mäeorg; 49. VKV (2014) – Indrek Viil.

Meie tänu kuulub Viru Keemia Grupp ASile, Skype Technologies OÜle ja Nortel ASile, kes on maksnud viimasel viiel aastal (2010–2014) viie kooli võistluse iga kooli tublimatele ülesannete lahendajatele ja nende juhendajatele stipendiume, kokku 26 õpetajale ja 67 õpilasele.

Selle kogumiku koostas Miina Härma Gümnaasiumi keemiaõpetaja Erkki Tempel. Ülesannete tekstid ja lahendused on täpselt sellised, nagu need õpilastele kätte anti. Kogumikud jõuavad tasuta igasse Eesti gümnaasiumisse ning kogu materjal on kasutatav ka interneti kaudu: ekl.edu.ee.

Head lahendamist!

NII SEE ALGAS JA NII SEE KESTAB

Kauaaegne Viljandi matemaatikaõpetaja Endel Meidla on kirjutanud: „Kuna sportlastel on sageli võistlusi, siis tekkis mõte, et ka matemaatikas peaks saama oma võimeid proovida. 1965. aastal läksin Tartu 1. Keskkooli matemaatikaõpetaja Kaljo Kruse juurde ning leppisime kokku esimese kohtumise. Nii algaski hilisem viie kooli vaheline võistlus.”

Esimene võistlus matemaatikas, füüsikas ja keemias peeti 4. detsembril 1965. aastal Tartu 1. Keskkoolis kuueliikmeliste võistkondade vahel. A. H. Tammsaare nimeline Tartu 1. Keskkool (praegune Hugo Treffneri Gümnaasium) ja Viljandi 1. Keskkool (C. R. Jakobsoni nimeline Gümnaasium) võistlesid kõigis kolmes aines, Nõo Keskkool (Nõo Reaalgümnaasium) ainult matemaatikas. Matemaatikaülesanded koostas Tartu ülikooli õppejõud Kalle Velsker.

Võistlusel osalenud Viljandi 1. Keskkooli kauaaegne füüsikaõpetaja Veljo-Hans Aava meenutab: „Kooli direktor Niina Kurve oma käskkirjaga 3. detsembrist 1965 määras 18 õpilasest koosneva võistkonna esindajaks autoriteetse ja hinnatud, nii matemaatikat kui füüsikat õpetava Harry Keerutaja. Võistkond saadeti teele kaasõpilaste ees kooli aulas. Mina vastutasin õpilaste ettevalmistamise eest füüsikas. Olin õpetajatest noorim ja sel ajal vähese kogemusega ning ärevuses. Astusin esimest korda üle Tartu auväärseima kooli läve. Füüsikaõpetaja Uno Langeriga tõusime trepist üles järjest kõrgemale. Mööda katusealust kitsast ning roheline linoleumiga kaetud koridori jõudsime füüsikaklassi. Paigutasime õpilased koolipinkidesse istuma. Lühike info tööde vormistamisest ning Uno Langer jaotas kosmoselendude temaatikat käsitlevad ülesanded õpilastele. Pingsas mõttetöös saabus klassi vaikus.”

Matemaatikas oli sel korral paremusjärjestus: Viljandi 1. Keskkool, Tartu 1. Keskkool, Nõo Keskkool. Füüsikas oli parim Viljandi 1. Keskkool ning keemias Tartu 1. Keskkool.

Teisel võistlusel 15. jaanuaril 1967. aastal Viljandi 1. Keskkoolis osalesid juba nimetatud kolm kooli kõigis kolmes aines.

Kaljo Kruse avaldas pärast teist võistlust väljaandes *Matemaatika ja kaasaeg* (XIII, 1967) artikli pealkirjaga „Uudne üritus”. Ta kirjutab, et 1965. aastal Viljandi 1. Keskkooli algatusel teoks saanud uudne üritus näib kujunevat kasulikuks traditsiooniks. Võistluse eesmärgiks on parandada noorte ettevalmistust täppisteaduste olümpiaadiks, pakkuda võistluskogemusi, kasvatada huvi täppisteaduste vastu ning luua sõprussidemeid koolide vahel. Samas artiklis leiduvad ka 2. võistluse matemaatikaülesanded.

Seekord olid teistest tunduvalt paremad Nõo Keskkooli õpilased, kes võitsid kindlalt kõik kolm ala. Matemaatikas sai teise koha Viljandi 1. Keskkool, füüsikas ja keemias Tartu 1. Keskkool.

Kolmanda võistluse 1968. aastal korraldas Nõo Keskkool ning osalesid needsamad kolm kooli nimetatud kolmes aines.

Neljas võistlus toimus 22.–23. veebruarini 1969. aastal. Uueks osalejaks oli Tartu 5. Keskkool (praegune Tartu Tamme Gümnaasium), kes selle võistluse ka korraldas.

Kaheksandal võistlusel 20.–21. jaanuarini 1973. aastal lisandus viienda koolina M. Härma nimeline Tartu 2. Keskkool (praegune Miina Härma Gümnaasium). Võistluse korraldas Tartu 5. Keskkool.

Kahekümne seitsmenda võistluse 9.–10. jaanuarini 1992. aastal korraldas Hugo Treffneri Gümnaasium. Sel võistlusel osales HTG sõpruskool Rootsist, kes on ka mitmest järgmisest võistlusest osa võtnud. Seepärast võib öelda, et viie kooli võistlus on olnud lausa rahvusvaheline jõukatsumine.

2013. aastast on viie kooli võistlusest külalisena osa võtnud Ida-Virumaa koolide ühisvõistkond.

10.–12. klassi õpilaste 10-liikmeliste võistkondade jõuproovi peavad osalejad ise põhivõistluseks. Peale põhivõistluse korraldatakse alates 1972/1973. õppeaastast matemaatika eelvõistlus 6.–11. klassi õpilastele.

Et austada võistluse algatajaid, on loodud nimelised rändauhinnad. Matemaatikavõistluse võitja saab Viljandi 1. Keskkooli kauaaegse matemaatikaõpetaja Endel Meidla (1930–1993) nimelise rändauhinna; kolme ala kokkuvõttes parimale õpilasele antakse Viljandi 1. Keskkooli ning Nõo Keskkooli füüsikaõpetaja Harry Keerutaja (1924–1988) nimeline rändauhind; parimat kümnest klassi matemaatikaülesannete lahendajat tunnustatakse Tartu 1. Keskkooli ja Nõo Keskkooli matemaatikaõpetaja Kaljo Kruse (1925–1997) nimelise rändauhinnaga.

Rahalisi tunnustusi õpilastele ja õpetajatele on välja pannud Nortel AS (varem Webmedia) ja Skype Technologies OÜ ning Viru Keemia Grupp AS. Nende sooviks on tagada teadlaste, inseneride ja infotehnoloogia spetsialistide järelkasv.

Õpetaja Veljo-Hans Aava arvab, et viie kooli võistluse elujõud peitub nii õpilase kui õpetaja eneseavastamises. Tänapäevaste olümpiamängude algataja Pierre de Coubertini sõnad „Tähtis pole mitte võit, vaid osavõtt” iseloomustavad sõpruskohtumise olemustki. Uue avastamine, loovuse teoreetiline ja rakenduslik tunnetamine on alati meeldiv, pakub rahuldust ning arendab isiksust.

Koolide nimed on küll muutunud, aga iga-aastased kohtumised jätkuvad. **Viiekümnest võistluse** korraldamise au 2015. aastal on Tartu Tamme Gümnaasiumil.

40. VIIIE KOOLI VÕISTLUS

Carl Robert Jakobsoni nimeline Gümnaasium

- Ühendi **A** molekulidest ühe molekuli vee eemaldamisel saadakse gaasiline ühend **B**, mille aurude tihedus vesiniku suhtes on 13,9. Ühendile **B** ühe molekuli gaasi **C** liitmisel saadakse gaas **D**, mille molekulmass on 30. Ühendi **A** kahest molekulist ühe molekuli vee eemaldamisel saadakse väga kergesti aurustuv vedelik **E**, mille aurude tihedus normaalarõhul 400 °C juures on 2,88 g/dm³. 0,5 mooli ühendi **E** põlemisel tekib kaks mooli CO₂ ja 45 grammi vett. Ühendi **A** ja **F** reageerimisel moodustub hästilõhnav vedelik **G** (88 g/mol) ja vesi.
 - Arvutage ülesandes toodud andmete põhjal ainete **i) B**, **ii) E**, **iii) C**, **iv) A** ja **v) F** molaarmassid.
 - Arvutage ühendi **E** brutovalem.
 - Kirjutage ainete **A**, **B**, **D**, **E**, **F** ja **G** lihtsustatud struktuurivalemid ja nimetused.
 - Kirjutage lihtsustatud struktuurivalemitega ühendite **B**, **E**, **F** ja **G** saamise reaktsioonivõrrandid.
- Mitmeid lihtaineid, nagu O₂, N₂, teemant, rombiline väävel, Hg, Au, väärismetallid jne võib kohata looduses. Enamikel juhtudel on aga keemilised elemendid ühendites kas oksüdeerunud või redutseerunud olekus. Reeglina saadakse metalle redutseerijate abil ($\text{CuO} + \text{H}_2 \rightarrow \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$), mittemetalle aga oksüdeerijate abil ($2\text{KI} + \text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{KCl} + \text{I}_2$). Sobiva oksüdeerija või redutseerija puudumisest aitab meid üle saada elektrivool ($2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2$ või $4\text{OH}^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 + 4\text{e}^-$).
 - Saage alltoodud ühenditest järgmised lihtained:
 - $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \rightarrow \text{P}_4$
 - $\text{KF} + \text{HF} \rightarrow \text{F}_2$
 - $\text{KBr} \rightarrow \text{Br}_2$
 - $\text{Al}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Al}$
 - $\text{HCl} + \text{KMnO}_4 \rightarrow \text{Cl}_2$
 - $\text{Fe}_3\text{O}_4 \rightarrow \text{Fe}$
 - $\text{Cr}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Cr}$Teie kasutada on: e⁻, C, CO, Al-pulber, Cl₂.
Kirjutage skeemidele **i)–vii)** vastavad reaktsioonivõrrandid.
 - Nii fosfor kui ka kloor on mittemetallid. Seletage, miks ühe nimetatud lihtaine saamiseks on vaja redutseerijat, teise puhul aga oksüdeerijat.

3. Etanooli tihedus on $0,7895 \text{ g/cm}^3$. Samal temperatuuril on vee tihedus $0,99913 \text{ g/cm}^3$. $40,0^0$ viina tihedus on $0,9475 \text{ g/cm}^3$ ja 95,5% etanoolilahuse tihedus on $0,8035 \text{ g/cm}^3$.
- Arvutage $40,0^0$ viinas etanooli massiprotsendiline sisaldus, kui on teada, et alkoholi kraadid näitavad mahuprotsendilist sisaldust.
 - Arvutage, mitu milliliitrit 95,5% etanooli lahust ja mitu milliliitrit vett tuleb võtta täpselt 1 liitri $40,0 \text{ %vol}$ etanoolilahuse saamiseks.
 - Mitu kuupsentimeetrit oli kontraktsioon?
4. Ca, Mg ja Si kuuluvad kivehitiste materjalide koostisse. Ometi ei ole ehitusmaterjalide tootmisel vaja vastavaid lihtaineid, mis on aga asendamatud teistes tööstusharudes.
- Milleks kasutatakse lihtainena **i)** Mg ja **ii)** Si?
 - Millised toodud kolme elemendi oksiidid reageerivad kõrgel temperatuuril omavahel (reaktsioonivõrrandid, kui saadusaineks on vastavalt meta- ja ortosool).
 - Kirjutage mööduva kareduse kõrvaldamise reaktsiooni võrrand.
 - Kirjutage järgmises skeemis esitatud kõikide reaktsioonide võrrandid:

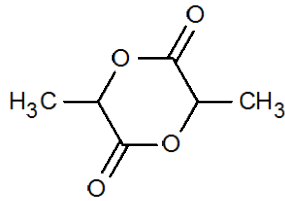
i)	ii)	iii)
$\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{oksiid} \rightarrow \text{hüdroksoid} \rightarrow \text{silikaat}$		
iv)	\downarrow	v)
$\text{kips} \rightarrow \text{ehituskips}$		
5. Ainete lahustumist iseloomustatakse lahustuvusega. Rasklahustuvate soolade korral, kui lahustuvus sõltub vastasiooni kontsentratsioonist, kasutatakse lahustuvuskorrutist, mis sama laenguväärtustega ionide korral on kationide ja anioonide molaarsete kontsentratsioonide korrutis. (Molaarne kontsentratsioon $c = \text{mol/dm}^3$)
- Arvutage, mitu grammi NaCl on lahustunud 255 grammis lahuses, kui NaCl lahustuvus antud temperatuuril on 26,4 grammi täpselt 100 grammis vees.
 - i)** Arvutage Ag^+ ja Cl^- ionide tasakaaluline kontsentratsioon $[\text{Ag}^+]$ ja $[\text{Cl}^-]$, kui hõbekloriidi lahustuvuskorrutis on $1,00 \cdot 10^{-10} \text{ mol}^2/\text{dm}^6$.
ii) Arvutage täpselt ühes liitris lahuses lahustunud $m[\text{Ag}^+]$, kui tahke AgCl on tasakaalus 0,1 molaarse NaCl lahusega. $M_r(\text{Ag}) = 108$.

41. VIIIE KOOLI VÕISTLUS

Tartu Tamme Gümnaasium

1. AlCl_3 ja Na_2CO_3 lahuste kokkuvalamisel toimub täielik hüdroolüüs (saadusaineteks on sade, gaas ja vesi).
 - a) Kirjutage **i)** AlCl_3 ja **ii)** Na_2CO_3 dissotsiatsiooni võrrandid.
 - b) Kirjutage **i)** Al^{3+} ja **ii)** CO_3^{2-} hüdroolüüsi kõikide etappide võrrandid.
 - c) Kirjutage hüdroolüüsil moodustunud ionide vaheliste reaktsioonide võrrandid, kus saadusaineteks on ained, mis põhjustavad täieliku hüdroolüüsi.
2. Klooril on neli hapnikhapet.
 - a) Kirjutage nende hapete valemid hapete tugevuse kahanemise järjekorras ja märkige kloori oksüdatsiooniaste.
 - b) Kirjutage kloori abil kõige nõrgema hapnikhappe saamise reaktsiooni võrrand.
 - c) **i)** Kirjutage kloori hapnikhappe soolast hapniku saamise reaktsiooni võrrand. **ii)** Mis on selle reaktsiooni katalüsaatoriks?
 - d) Kirjutage **i)** kloorlubja saamise ja **ii)** kloorlubjast desinfitseeriva aine moodustumise reaktsioonide võrrandid.
3. Süsiniku ühendi **A** lahustamisel vees saadakse nõrk hape **B**, mille derivaatidena võib vaadelda lämmastikväetist **C** (60 g/mol) ja sõjagaasi **D** (99 g/mol). Väga tugevaks mürgiks on kolmeatomiline süsiniku sisaldav sool **E**, mis tugeva happe toimel moodustab mürgise gaasi **F** (27 g/mol). Ühendi **G** molekulis on lisaks ühendi **E** aatomitele veel väävel. Ühend **G** (97 g/mol) annab Fe^{3+} -ioonidega intensiivse punase värvuse. Ühte süsiniku aatomit sisaldavateks ühenditeks on veel mürgised gaasid **H** ja **I** ning sööbiv vedelik **J**. Kõigis kolmes ühendis on hapnik ning süsiniku oksüdatsiooniaste on vastavalt II, 0 ja II.
 - a) Kirjutage ühendite **i)** **B**, **C**, **D**, **I** ja **J** tasapinnalised struktuurivalemid ja **ii)** ühendite **A**, **E**, **F**, **G** ja **H** brutovalemid. Kirjutage kõikide ühendite nimetused.
 - b) Kirjutage võrrandid reaktsioonide kohta, mis toimuvad, kui juhite $\text{Ca}(\text{OH})_2$ lahusesse süsinikdioksiidi **i)** lühiajaliselt ja **ii)** väga pikka aega.

4. I Laktiidist valmistatakse polümeeri, mis looduses laguneb.



a) Kirjutage laktiidi brutovalem.

b) Kirjutage laktiidi sünteesi lähteaine **X** ja **i)** brutovalem ja **ii)** graafiline valem, kui $2X \rightarrow$ laktiid + $2H_2O$.

II Kirjutage graafiliselt kõik vastavad **i)** asendiisomeerid ja **ii)** ahelisomeerid, mis vastavad brutovalemile $C_3H_8O_2$.

5. 200 ml 5,20 M H_2SO_4 (98,1 g/mol) lahusest ($1,294 \text{ g/cm}^3$) tuleb valmistada 5,00% lahus.

a) Arvutage alglahuse väävelhappe **i)** hulk ja **ii)** mass.

b) Arvutage **i)** lõpplahuse mass ja **ii)** lisatud vee ($1,00 \text{ g/cm}^3$) ruumala.

c) Arvutage lõpplahuse tihedus, kui lahus on 0,527 molaarne.

42. VIIIE KOOLI VÕISTLUS

Miina Härma Gümnaasium

- $S \rightarrow ZnS \rightarrow H_2S \rightarrow SO_2 \rightarrow H_2SO_3 \rightarrow H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 \rightarrow BaSO_4$
 - Valides sobivad reagentid kirjutage skeemile vastavad reaktsioonivõrrandid. Kirjutage skeemis toodud ainete nimetused. Tähistage redoksreaktsioonid lühendiga redoks.
 - Reastage skeemis esinevad happed tugevuse kasvamise järjekorras.
 - Määrake ainetes S, H₂S, H₂SO₄ ja H₂SO₃ väevli oksüdatsiooniaste ja reastage ained oksüdeerimisvõime vähenemise järjekorras.
- 20 °C juures annab FeSO₄ maksimaalselt 20,8%-lise lahuse.
 - i)** Arvutage 20°C juures FeSO₄ lahustuvus (g/100 g vee kohta). **ii)** Arvutage 20 °C juures küllastunud FeSO₄ molaarne kontsentratsioon ($c = n/V$, ühik 1 M = 1 mol/1 dm³), kui $\rho = 1,22 \text{ g/cm}^3$. **iii)** Arvutage 20 °C juures küllastunud FeSO₄ molaalne kontsentratsioon c_m . Molaalne kontsentratsioon näitab lahustunud aine moolide arvu täpselt 1 kg vees ja ühikuks on 1 m = 1 mol/1 kg.

Omahel segati 23 g FeSO₄ ja 45 g vett (lahus A).
 - i)** Näidake arvutustega, et tegemist on küllastunud lahusega 20 °C juures. **ii)** Mitu cm³ tuleb lahusele A lisada vett (1,00 g/cm³), et kogu sade lahustuks ära 20 °C juures? **iii)** Mitme protsendiline on lahus A, kui temperatuuri tõsta 80 °C-ni? 80°C juures lahustub 43,7 g/100 g vees.
 - i)** Mitu cm³ tuleb mõõtsilindriga mõõta 6,00%-list (1,06 g/cm³) ja küllastunud lahust, et saada 100 cm³ 10,0%-list FeSO₄ lahust (1,10 g/cm³)? **ii)** Kas peale lähtelahuste kokkuvalamist toimub lahuse kontraktsioon (kokkutõmbumine)?
- Sõltuvalt tingimustest võib hõbeda soolade elektrolüüs toimuda mitmel viisil. Kirjutage katoodile ja anoodile toimuvate reaktsioonide võrrandid ning elektrolüüseris toimuv summaarne võrrand järgmistes tingimustes:
 - AgNO₃ vesilahuse elektrolüüs **i)** inertsetel plaatinaelektroodidel, **ii)** hõbeelektroodidel.
 - Sulatatud AgCl elektrolüüs inertsetel plaatina elektroodidel.

Negatiivsetel elektroodidel eraldub kõikidel juhtudel metall ja positiivsetel elektroodil eraldub kahel juhul gaas.
 - Peale AgNO₃ vesilahuse (100 cm³) elektrolüüsi **a) i)** oli lahus elektrolüüseris happeline. 10,00 cm³ uuritava lahuse tiitrimiseks kulus 12,1 cm³ 0,1321 M (mol/dm³) NaOH. **i)** Arvutage mitu mooli AgNO₃ ära reageeris. **ii)** Mitu tundi toimus elektrolüüs, kui voolutugevus oli 20 mA?

Faraday arv = 96 485 A · s/mol.
 - Kui palju muutub AgNO₃ kontsentratsioon lahuses elektrolüüsil hõbeelektroodidega **a) ii)**?

4. Lahuseid, mis on võimelised säilitama pH-d ($\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$) väikeste koguste tugeva happe või aluse lisamisel, nimetatakse puhverlahusteks. Puhvri võib anda näiteks nõrk alus ja tema sool. Laborant valmistas puhverlahuse segades $203,1 \text{ cm}^3$ 4,4%-list ($1,02 \text{ g/cm}^3$) HCl ja 315 g 5,0%-list $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (35 g/mol) lahust.

- a) **i)** Kirjutage toimunud reaktsiooni võrrand. **ii)** Arvutage lähteainete moolide arvud ja **iii)** lahuse koostis (moolides) peale reaktsiooni toimumist.
- b) Kirjutage lahusesse jäänud NH_4Cl täieliku ja $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ osalise dissotsiatsiooni võrrandid.

Puhverlahuse pH on leitav võrrandist:

$$\text{pH} = 9,25 - \log\left[\frac{n(\text{NH}_4\text{Cl})}{n(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O})}\right]$$

- c) **i)** Leidke valmistatud puhverlahuse pH. **ii)** Kui palju muutub lahuse pH, kui puhvrile lisada $17,4 \text{ cm}^3$ 10,0%-list ($1,05 \text{ g/cm}^3$) HCl? **iii)** Milline on destilleeritud vee pH ($[\text{H}^+] = 10^{-7} \text{ M}$)? **iv)** Kui palju muutub pH, kui sama kogus HCl lisada 525 cm^3 destilleeritud veele ($[\text{H}^+] = n(\text{H}^+)/V$), kui $\rho = 1,00 \text{ g/cm}^3$? **v)** Milline on punktides **c) i)–iv)** toodud lahuste keskkond (happeline, aluseline või neutraalne)?

*Andke palun pH täpsusega kaks kohta peale koma.

5. $5,00 \text{ g}$ süsivesiniku **X** aurud täitsid $2,00 \text{ dm}^3$ anuma ja tema täielikul põlemisel eraldus $6,42 \text{ g}$ vett ja $7,99 \text{ dm}^3$ CO_2 . ($V_m = 22,4 \text{ dm}^3/\text{mol}$)

- a) **i)** Arvutage süsivesiniku **X** brutovalem. **ii)** Kirjutage süsivesiniku **X** ahelaisomeeride **B–F** tasapinnalised struktuurivalemid ja nimetused. Isomeerid **E** ja **F** on tsüklilised, kuid **E** on sümmeetrilisem. **iii)** Kirjutage välja aine **B** cis- ja trans-isomeeride tasapinnalised struktuurivalemid.
- b) Kirjutage aine **B** või **C** hüdraatimissaaduse nimetus ja tema peegelisomeeride (R ja S isomeeri) ruumilised struktuurivalemid, kasutades — ja ····· .
- c) Kirjutage aine **D** hüdrogeenimisreaktsiooni saaduse lihtsustatud struktuurivalem ja nimetus.

43. VIIIE KOOLI VÕISTLUS

Nõo Reaalgümnaasium

1. Mart võis laboris kasutada kaltsiumi, kaltsiumvesinikkarbonaati, soolhapet, naatriumkarbonaati, dolomiiti ($\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$) ja vett. Muudest laborivahenditest olid olemas Kippi aparaat, gaasipõleti, tiigel ja klaasanumad. Arvestades olemasolevaid vahendeid pakkuge Mardile CaCO_3 saamiseks võimalikult palju reaktsioonivõrrandeid.

NB! Osad lähteained (5 tk) tuleb eelnevalt olemasolevatest ainetest sünteesida. Tooge ka nende saamise reaktsioonivõrrandid.

2. Hapnikku on võimalik saada näiteks viiel meetodil: KMnO_4 termiline lagundamine, KClO_4 termiline lagundamine, H_2O_2 (30% vesilahus) lagunemine katalüsaatori juuresolekul, vee elektrolüüs ja vedeldatud õhu fraktsioneeriv destillatsioon.

a) Reastage need hapnikku sisaldavad ained hapniku **i)** aatom- ja **ii)** massiprotsendilise sisalduse kasvu järjekorras.

b) Näidake arvutustega, millise lähtematerjali (KMnO_4 , KClO_4 , H_2O_2 30% vesilahus, vesi, õhk) mass grammides on vähim täpselt 1 dm^3 hapniku saamiseks (nt). Õhus on hapniku mahuprotsent 20,7. ($V_m = 22,4 \text{ dm}^3/\text{mol}$)

c) Tööstus tarbib vaid atmosfääris talletatud õhuhapniku tagavara. Seetõttu väheneb hapnikuhulk kiirusega 3,8 ppm aastas (1 ppm = 1 osake miljoni osakese kohta). Mitme dm^3 (nt) võrra väheneb atmosfääri hapnikusisaldus ühe aastaga, kui praegu on atmosfääris hapnikku $1175 \cdot 10^{15}$ tonni?
Allikas: Eesti Loodus 2007/10.

3. Õpikus on kirjas: „Ioonidevahelised reaktsioonid kulgevad nõrga elektrolüüdi tekkimise suunas.“ Samas ükski reaktsioon pole täiesti pöördumatu.

a) Arvutage vesinikioonide kontsentratsioon (M) lahuses, kui 20 cm^3 0,15 M KOH lahusega reageerib **i)** 20 cm^3 ja **ii)** 15 cm^3 0,20 M HCl lahust (1) ning **iii)** hinnake vesinikioonide kontsentratsiooni ($< 10^{-7}$, $= 10^{-7}$, $> 10^{-7}$ M), kui leelis on liias. **iv)** Kas see reaktsioon (1) on osaliselt pöörduv või praktiliselt pöördumatu?

b) Kirjutage välja vee dissotsiatsiooni võrrand ja arvutage vee dissotsiatsioonimäär ($\alpha = N_d/N$, $\rho(\text{H}_2\text{O}) = 0,9989 \text{ g/cm}^3$). Miks reaktsioon (1) kulgeb?

c) Reaktsioon toimub ka CH_3COONa ja HCl vahel (2). **i)** Kirjutage toimuva reaktsiooni võrrand. **ii)** Miks reaktsioon (2) toimub?

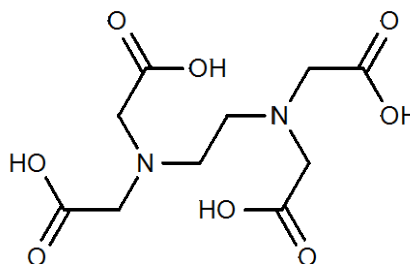
d) Etaanhape on lahuses osaliselt jagunenud ioonideks ja dissotsiatsioonimäär α sõltub etaanhappe kontsentratsioonist c ligilähedaselt järgmiselt $\alpha = \sqrt{1,8 \cdot 10^{-5} / c}$.

i) Joonistage α sõltuvus kontsentratsioonist kaasasolevale paberil kasutades tabelis toodud kontsentratsioone.

c / M	0,5	0,1	0,03	0,01	0,003	0,001	0,0005
α						0,125	0,173

ii) Leidke H^+ ionide kontsentratsioon (M) lahuses, kui reageerib 12 cm^3 $0,010 \text{ M CH}_3\text{COONa}$ lahust 10 cm^3 $0,012 \text{ M HCl}$ lahusega. **iii)** Kas reaktsioon (2) on osaliselt pöörduv või praktiliselt pöördumatu võrreldes reaktsiooniga (1)? **iv)** Hinnake, milline peab olema etaanhappe kontsentratsioon, et reaktsiooni (2) tasakaal oleks nihutud võimalikult saaduste suunas.

NB! Neutraalses lahuses on vesinikioonide kontsentratsioon 10^{-7} M (mol/dm^3). Lahuste tihedused võtta võrdseks ühega.



4. EDTA-d (joonisel) kasutatakse komplekse moodustava reagentina analüütilises keemias.

a) Sõltuvalt keskkonna pH-st muutub EDTA poolt loovutatud prootonite arv. **i)** Tähistage EDTA struktuuris happelised vesinikud. **ii)** Kirjutage välja EDTA astmelise dissotsiatsiooni võrrandid. Tähistage EDTA neutraalset vormi H_4Y .

b) EDTA-d on võimalik kasutada kraanivee üldkareduse määramiseks – kompleksonomeetria. Selleks kasutatakse EDTA dinaatriumsoola (Na_2H_2Y), mis reageerib kõigi vees lahustunud raske- ja leelismuld-metallide ioonidega vahekorras 1 : 1. Vee üldkaredus väljendab täpselt 1 dm^3 vee tiitrimiseks kulunud Na_2H_2Y millimoolide arvu. Tiitrimiseks pipeteeritakse kolbi $100,0 \text{ cm}^3$ kraanivett, millele lisatakse 2 cm^3 ammooniumpuhvrit (hoidmaks pH-d vahemikus 9–10) ja väike kogus indikaatorit erikroommust T. Tiitrimise lõpppunktis muutub lahuse värvus punkasvioletselt siniseks.

i) Proovi tiitrimiseks kulus $13,48 \text{ cm}^3$ $0,05105 \text{ M Na}_2\text{H}_2\text{Y}$ lahust. Arvutage vee üldkaredus. **ii)** Kirjutage välja Ca^{2+} ja Na_2H_2Y vahelise reaktsiooni võrrand. **iii)** Hinnake, kuidas muutub tiitrimise käigus lahuse pH. **iv)** Mille poolest erineb vee mööduv karedus püsivast karedusest?

5. a) Kirjutage primaarse C_3H_7I reageerimisel **i)** KOH, **ii)** naatriumetanolaadiga, **iii)** NH_3 (reag. 1:1), **iv)** $CH_3CH_2C\equiv CNa$, **v)** naatriumpropanaadiga ja **vi)** NaCN tekkivate orgaaniliste ainete tasapinnalised struktuurivalemid, nimetused ja aineklassid. Mis tüüpi reaktsioonidega on tegemist?

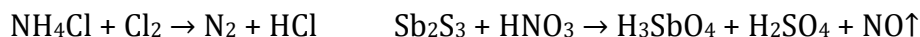
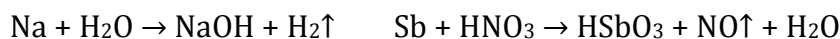
b) Kirjutage oleiinhappe (cis-9-oktadetseenhappe) hüdrogeenimisreaktsiooni võrrand. Oleiinhappe sulamistemperatuur on $14 \text{ }^\circ\text{C}$. Kuidas muutub võrreldes lähteainega saaduse, steariinhappe (oktadekaanhappe), sulamistemperatuur ja olek?

44. VIIIE KOOLI VÕISTLUS

Carl Robert Jakobsoni nimeline Gümnaasium

1. a) Leidke kõigi elementide (v.a. H ja O) oksüdatsiooni astmed ainetes: FeO, U₃O₈, K₂Cr₂O₇, HBr, Ag₂SO₄, UO₂SO₄ ja KClO₄.

b) Leidke koefitsiendid järgnevatele võrranditele:



(koostage kõigi võrrandite korral elektronide ülemineku võrrandid)

2. Enne pühi andis vanaema Mardile ülesande valmistada jõulutoitude tarvis 3,00 dm³ siirupit (1,125 g/cm³), mis sisaldaks 1,00 kg suhkrut (C₁₂H₂₂O₁₁).

a) Arvutage suhkru protsendiline sisaldus selles siirupis ja siirupi molaarne kontsentratsioon (M = mol/dm³).

Mart läks poodi ostma suhkrut ja avastas, et lisaks suhkrule müüdi eri kangusega siirupeid: 65,0% (1,32 g/cm³) ja 10,0% (1,04 g/cm³). Siis tuli tal pähe vanaemale 3,00 dm³ siirupi (1,125 g/cm³) valmistamiseks neli varianti:

v1 Lahustada 1,00 kg suhkrut vees (0,998 g/cm³). Arvutage lisatava vee hulk (dm³).

v2 Lahjendada kangemat siirupit. Arvutage, mitu dm³ tuleb võtta 65,0% siirupit ja vett (0,998 g/cm³).

v3 Aurustada lahjemast siirupist välja osa vett. Arvutage, mitu dm³ tuleb võtta 10,0% siirupit ja mitu dm³ vett (0,998 g/cm³) tuleb välja aurustada.

v4 Segada kangemat ja lahjemat siirupit. Arvutage, mitu dm³ tuleb segada 10,0% ja 65,0% siirupit.

On olemas veel üks võimalus vanaema siirupi valmistamiseks.

v5 Pakkuge see välja ja arvutage kuluvate ainete kogused.

3. Mart kaalus 350,0 g veevaba NaI ja segas selle 100,0 g veega 0 °C juures. Seejärel tõstis ta temperatuuri kuni 100 °C ning kaalus iga temperatuuri juures sademe massi ja kandis tulemused tabelisse.

a) Koostage joonis m_{sade} – T (x-telg: 20 °C vastab 2 cm; y-telg: 40 g vastab 1 cm).

Sademe massi järsk muutus 68,2 °C juures on tingitud sellest, et NaI võib esineda kristallhüdraadina NaI · xH₂O.

T / °C	0	20	40	60	68,19	68,21	80	100
msade/g	383,1	372,1	354,6	301,8	238,2	56,6	54,0	48,0

b) Millises temperatuuride vahemikus on sademes stabiilne NaI · xH₂O ja millises veevaba NaI?

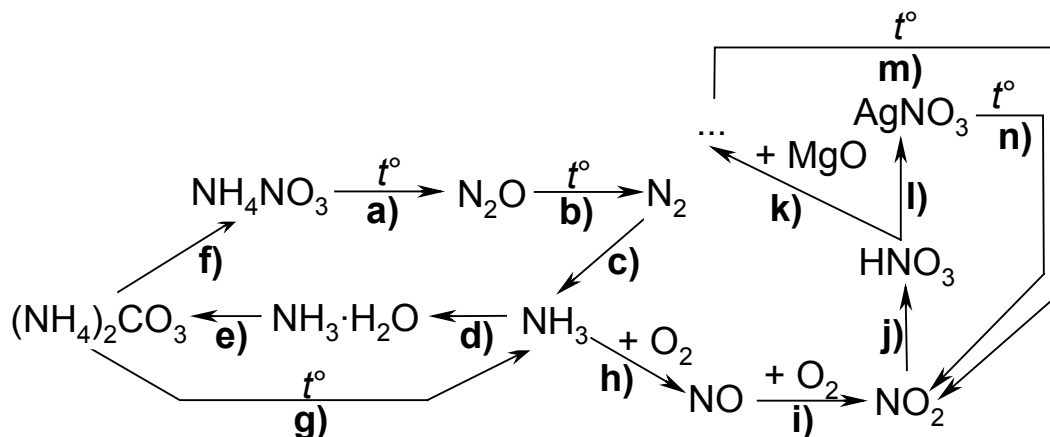
Leiame kristallvee hulga x .

- c) Arvutage 68,21 °C juures veevaba NaI lahustuvus (g/100 g H₂O kohta).
 - d) Oletades, et veevaba NaI lahustuvus 68,21 ja 68,19 °C juures on sama, arvutage lahuse mass, veevaba NaI mass lahuses ja sademes ning vee mass sademes enne kristallhüdraadi lagunemist (68,19 °C juures).
 - e) Arvutage soolas NaI · x H₂O kristallvee hulk x . (NB! x on täisarv)
4. Laboris uuriti reaktsiooni $2\text{C}_2\text{H}_6(\text{g}) \rightarrow \text{C}_4\text{H}_{10}(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$ ($\Delta H > 0$) kiirust ja tasakaalu mõjutavaid tegureid. Vastake järgmistele küsimustele.
- a) Kas rõhu tõstmine nihutab tasakaalu saaduste suunas? Põhjendage.
 - b) Millises suunas nihkub tasakaal etaani kontsentratsiooni vähendamisel?
 - c) Kuidas muutub (kiirendab, aeglustab, ei muutu) H₂ kontsentratsiooni vähendamine vastasreaktsiooni kiirust?
 - d) Millises suunas nihkub tasakaal temperatuuri tõstmisel? Põhjendage.
 - e) Kuidas muutub (kasvab, väheneb, ei muutu) pärisuunalise reaktsiooni kiirus temperatuuri tõstmisel?
 - f) Kuidas muutub (kasvab, väheneb, ei muutu) pärisuunalise reaktsiooni kiirus inhibiitori lisamisel?
 - g) Tasakaaluolekus oli etaani kontsentratsioon 0,3 M. Kuidas muutub (kasvab, väheneb, ei muutu) C₂H₆ kontsentratsioon katalüsaatori lisamisel?
 - h) Kirjutage välja selle reaktsiooni tasakaalukonstandi K avaldis.
 - i) 5 dm³ anum täideti 2,50 mol etaaniga ja tõsteti temperatuur 1500 °C-ni. Tasakaaluolekus oli 22,1% etaani molekulidest reageerinud. Arvutage C₂H₆, C₄H₁₀ ja H₂ moolide arvud tasakaaluolekus ning leidke tasakaalukonstant K 1500 °C juures.
5. 16,2 g aine **X** täielikul põlemisel tekkis 19,6 g vett ja 19,5 dm³ (nt) süsinikdioksiidi. Ühendi **X** reageerimisel naatriumiga eraldus vesinik. Struktuurianalüüs näitas, et aine **X** molekulis on kahte tüüpi vesinikke, millest 90% on metüülrühmade (–CH₃) ja 10% hüdroksüülrühma koostises.
- a) Leidke arvutustega aine **X** brutovalem. Joonistage aine **X** tasapinnaline struktuurivalem ja kirjutage aine **X** nimetus.
 - b) Joonistage aine **X** brutovalemile vastavate isomeeride tasapinnalised struktuurivalemid.

45. VIIIE KOOLI VÕISTLUS

Hugo Treffneri Gümnaasium

1. Kirjutage ja tasakaalustage skeemil toodud reaktsioonide a)–n) võrrandid.



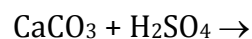
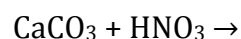
2. Mart eraldas veekeetja küttekeha küljest 5,10 g katlakivi ja lahustas selle 300 cm³ 0,500 M (1 M = 1 mol/dm³) soolhappe lahuses, mida oli liias. Reaktsioonis eraldunud CO₂ juhtis ta lubjasette (Ca(OH)₂ oli liias) – tekkis 5,20 g sadet. HCl lahuse lõppkontsentratsiooni kindlaks tegemiseks võttis Mart 10,0 cm³ lahust ja tiitris seda NaOH-ga – tiitrimiseks kulus 15,4 cm³ 0,100 M NaOH lahust.

a) Eeldades, et katlakivi koosneb magneesium- ja kaltsiumkarbonaadist, kirjutage toimunud reaktsioonide võrrandid (4 tk).

b) Arvutage katlakivi massiprotsendiline koostis.

3. Katlakivi eemaldamiseks veekeetjast võib mehaaniliste meetodite asemel kasutada keemilisi. Mart läks poodi ja ostis äädikat (0,30 dm³ 30% 1,04 g/cm³, hind 9,9 krooni) ja sidrunhappe pulbrit (30 g, hind 5,7 kr). Internetist leidis ta, et veel on võimalik osta lämmastikhapet (1,0 dm³ 60% 1,4 g/cm³, hind 95 kr) ja väävelhapet (hind 75 kr).

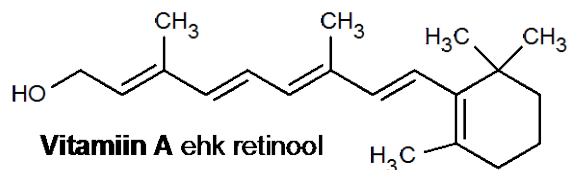
a) Lõpetage katlakivi ja hapete vahelised reaktsioonivõrrandid:



b) Arvutage, kui palju (g või cm³) kuluks iga nimetatud hapet 5,0 g katlakivi (100% CaCO₃) täielikuks lahustamiseks. Reaktsioonid toimuvad moolvahekorras 1 (CaCO₃) : 2 (hape).

c) Millise happe kasutamine oleks kõige odavam? Millist neist hapetest oleks kõige mõistlikum kasutada kodustes tingimustes?

4. Silmas on nägemispigmenti üheks oluliseks koostisosaks retinaal (aldehüüdide tunnus on $-\text{CHO}$ rühm), mis on struktuurilt väga sarnane vitamiin A-ga. Retinaali saadakse vitamiin A oksüdeerimisel. Enne valguse neeldumist võrkkestas (reetinas) on retinaali 11. süsiniku aatomi juures olev kaksiksida *cis*-vormis (Z-konfiguratsioon). Pärast valguse neeldumisel on kõik ahelas olevad kaksiksided *trans*-vormis (E-konfiguratsioon).



- Kirjutage vitamiin A summaarne valem ja arvutage retinaali molekulmass, kui viimane on 0,704% väiksem retinooli omast.
- Kas retinool on **i)** küllastunud või küllastamata, **ii)** tsükliline või atsükliline ühend?
- Millistesse aineklassidesse kuulub retinool?
- Mitu süsinikku on **i)** retinoolis, **ii)** retinaalis sp , sp^2 ja sp^3 hübriidses olekus?
- Kas retinool ja retinaal sisaldavad konjugeeritud ehk üksteisega seotud kaksiksidemeid? Kui vastasite jah, siis mitu konjugeeritud kaksiksidet on **i)** retinoolis ja **ii)** retinaalis?
- Joonistage (11E)-retinaali ja (11Z)-retinaali graafilised kujutised.

Vitamiini A sünteesitakse looduses nn isopreeni raja kaudu, mis algab viie süsinikuga algstruktuurist, nn "isopreeniühikust". Isopreeniühik vastab (2-metüül-1,3-butadieni) süsinikahelale.

- Mitmeks isopreeniühikuks võib jagada vitamiin A struktuuri? Tähistage vitamiin A struktuuris isopreeniühikud.

$$\begin{array}{c} \text{C} \\ | \\ \text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C} \end{array}$$

5. Estrit **A** kasutatakse peamiselt tööstusliku lahustina, kuid ka putukatõrje vahendina. Sattudes verre hüdrolyüsib aine **A** kiiresti – tekivad küllastunud karboksüülhape **B** ja alkohol **C**. Ühendid **B** ja **C** on oma aineklassi ühed lihtsaimad esindajad (s.t süsiniku aatomite arv molekulis on võimalikult väike), millel võib eristada R- ja S-isomeere. Aine **A** täielikul põlemisel tekivad ainult CO_2 ja vesi. Nii happe **B** kui ka alkoholi **C** pikimas süsinikahelas on neli süsiniku aatomit.

- Kirjutage ainete **A–C** graafilised kujutised ja süstemaatilised nimetused. Kirjutage estri **A** happelise hüdrolyüsi ning täieliku põlemise summaarsed reaktsioonivõrrandid.
- Kujutage karboksüülhappe **B** R-isomeeri ja alkoholi **C** S-isomeeri ruumilised struktuurivalemid. Mitu optilist isomeeri on estril **A**?

46. VIIIE KOOLI VÕISTLUS

Miina Härma Gümnaasium

- Reastage (0,1 M lahused) etaan-, sool-, divesiniksulfiid-, fosfor- ja väävelhape tugevuse kasvamise järjekorras.
 - Jaotage punktis **a)** toodud happed 1-, 2- ja 3-prootonilisteks.
 - Reastage F, Cs, C, H ja Cl elektronegatiivsuse vähenemise järjekorras.
 - Leidke hapniku aatommass, kui on antud $M_r(\text{SrBrO}_3) = 215,5$, $A_r(\text{Br}) = 79,904$ ja $A_r(\text{Sr}) = 87,62$.
 - Mitu dm^3 on 2,5 gallonit, kui 1 unts = $29,6 \text{ cm}^3 = 6$ teelusikat, 3 teelusikat = 1 supilusikas, 8 pinti = 1 gallon, 1 tass = 16 supilusikat ja 1 pint = 2 tassi?
 - Milline keskkond tekib Rb_2CO_3 , NH_4NO_3 , FeSO_4 , CsCl ja $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ lahustamisel vees?
- Polüetüleenglükool (PEG) $\text{HO}-[\text{C}_2\text{H}_4\text{O}]_n-\text{H}$ on polüeeter, mis kuulub mitmete kreemide ja laksatiivsete preparaate koostisse. Kõhulahtisti fortrans koostis on: PEG (64 g), naatriumsulfaat (5,7 g), naatriumkarbonaat (1,68 g), naatriumkloriid (1,46 g) ja kaaliumkloriid (0,75 g). Preparaati manustatakse lahustatuna $1,0 \text{ dm}^3$ vees ($1,0 \text{ g/cm}^3$). Lahuste tihedused on $1,0 \text{ g/cm}^3$.

 - Kirjutage kasutatud soolade valemid. Arvutage preparaadi lahuse protsendiline koostis ja kõigi ionide molaarsed kontsentratsioonid (mM).
 - Millega võrdub preparaadi lahuses anioonide katsioonide laengute summa? Põhjendage vastust arvutustega lähtudes ionide molaarsetest kontsentratsioonidest preparaadis.
 - Mitu liitrit (nt) gaasi eraldub preparaadi manustamisel, oletades, et maohape (HCl) reageerib täielikult kõhulahtistiga?
- Väävelhapet võib tööstuslikult toota kasutades kahte protsessi.

Kontaktmenetluses põletatakse väävel õhus. Tekkinud vääveldioksiid oksüdeeritakse hapnikuga V_2O_5 juuresolekul vääveltrioksiidiks, mis seejärel juhitakse kontsentreeritud väävelhappesse – moodustub ooleum. Vajadusel võib ooleumi lahjendada veega, seejuures saadakse väävelhappe lahus.

Märgprotsessis on kaks esimest etappi samad. Kolmandas etapis juhitakse gaas otse vette. Tekib väävelhappe aur, mis kondenseeritakse.

 - Ooleumi koostisse tekib vääveltrioksiidi arvelt diväävelhape. Kirjutage diväävelhappe valem, kui 1 mooli oksiidi kohta tuleb 1 mool hapet.
 - Kirjutage mõlemas protsessis toimuvate reaktsioonide võrrandid.
 - Väveldioksiidi saab toota ka nii divesiniksulfiidi kui ka püriidi (FeS_2 , o.a (Fe) = II) põletamisel. Viimasel juhul tekib triraudtetraoksiid. Kirjutage mõlema reaktsiooni summaarsed ja elektronide üleminekuvõrrandid.
 - Nii kontakt- kui ka märgprotsessis lähtuti toormest, mis sisaldas 1 mooli väävlit. Hinnake, kumba protsessi kasutades on võimalik saada teoreetiliselt juurde rohkem hapet.
 - Miks märgprotsessis tekkiv väävelhape lahus aurustub?

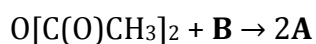
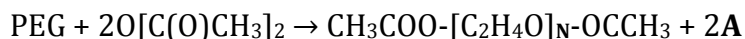
4. Tavaliselt transporditakse raudteel tsisternides väävelhappe asemel ooleumi. Tsistern mahutas 95 t 37% ooleumi ($\rho = 1,98 \text{ g/cm}^3$).
- a) Ooleumi täpse koostise kindlaks tegemiseks võeti tsisternist proov mahuga $10,00 \text{ cm}^3$. Mitu cm^3 vett tuleb proovile lisada, et saada lahus, mille $10,00 \text{ cm}^3$ tiitrimiseks kulub $10,00 \text{ cm}^3$ $0,100 \text{ M NaOH}$ lahust?
- Tiitrimiseks kasutatud lahuste ja vee tihedus on $1,00 \text{ g/cm}^3$.
- b) Tooge kaks indikaatorit, mida võib kasutada tiitrimise lõpp-punkti määramiseks. Milline värvuse üleminek toimub?
- c) Miks kasutatakse ooleumi transportimiseks terasest tsisterne?
- d) Kas H_2SO_4 lahuse valmistamisel lisatakse vett ooleumile? Põhjendage!
5. PEG-i ahela pikkust on lihtne teha kindlaks hape-alus tiitrimise teel. Erineva molaarmassiga proovide tiitrimisel saadi järgmised tulemused:

$M_{\text{PEG}} / \text{g/mol}$	200	300	400	600	1000	2000	4000
$\Delta m_{\text{KOH}}, \text{mg}/1,0 \text{ g PEG-i kohta}^*$	563	375	280	185	113	58	30

Meetod põhineb sellel, et uuritavale proovile lisatakse etaananhüdriidi, mis reageerib kõigi vabade hüdroksüülrühmadega ja eraldub etaanhape. Seejärel lisatakse proovile vett, et hüdrolüüsida reageerimata jäänud anhüdriid. Lõpuks tiitritakse reaktsiooni segu kaaliumhüdrosiidiga. Viiakse läbi ka pimekatse, milles tehakse kogu protseduur läbi polümeeri mitte sisaldava prooviga. Pimekatses ja uuritava proovi analüüsis kulunud KOH hulga erinevus (Δn_{KOH}) näitabki PEG-iga liitunud atsetüülrühmade hulka ehk siis hüdroksüülrühmade hulka PEG-is.

*Tavaliselt esitatakse see suurus (Δn_{KOH}), kui vastav KOH massi muutus milligrammides (Δm_{KOH}) ühe grammi PEG-i kohta.

- a) Kasutades graafilisi kujutisi kirjutage välja toodud analüüsi skeem.



Tuvastage ained A–C.

- b) Koostage tabeli andmete põhjal Δm_{KOH} sõltuvus M_{PEG} -ist.
- c) Koostage tabeli andmetest lähtudes sõltuvus polümeeri hulga (n_{PEG}) ja kulunud KOH hulga (Δn_{KOH}) vahel. Lähtuge $1,00 \text{ g PEG}$ -ist.

Kas saadud sõltuvus on lineaarne (sirge)? Kui tegu on sirgega, leidke sirge tõus s.o suhe $n_{\text{PEG}}/\Delta n_{\text{KOH}}$ ja selgitage saadud väärtust.

$1,00 \text{ g PEG}$ -i analüüsil saadi KOH massiks $\Delta m_{\text{KOH}} = 33,5 \text{ mg}$.

- d) Arvutage polümeeri molaarmass ja ahela pikkus (N).

47. VIIIE KOOLI VÕISTLUS

Carl Robert Jakobsoni nimeline Gümnaasium

1. **(Sisestandardi meetod)** Enamus instrumentaalse keemilise analüüsi meetodeid vajavad kalibreerimist analüüsitava ainega. See tähendab seda, et kui on vaja näiteks määrata aine A sisaldust mullas analüüsimeetodiga M, siis tuleb kõigepealt valmistada puhtast ainest A kindla kontsentratsiooniga standardlahused ja mõõta meetodil M signaal nendes lahustes. Signaali sõltuvus standardlahuse kontsentratsioonist on kalibreerimisgraafik (enamasti sirge), millelt leitakse analüüsitava aine sisaldus mullas. Mõnel juhul ei ole ülalkirjeldatud kalibreerimismeetod kasutatav, kuna näiteks proovilahuse sisestamine analüüsiseadmesse ei ole reprodutseeritav. Sellises olukorras võib abi olla sisestandardi kasutamisest. Sisestandard on aine, mida lisatakse kõigile proovidele ja kalibreerimislahustele võrdses hulgas. Kalibreerimisgraafik koostatakse sel juhul analüüsitava aine ja sisestandardi signaalide suhte ning analüüsitava aine ja sisestandardi suhte järgi.

Üks analüüsimeetod, mille puhul proovide sisestamine on raskesti reprodutseeritav, on gaasikromatograafia (GC). Seetõttu kasutatakse näiteks 2-propanooli GC analüüsil sisestandardiks tert-butanooli. Ühel konkreetsel juhul valmistati lahused ja mõõdeti tulemused vastavalt tabelile 1.

2-propanool, %	tert-butanool, %	2-propanooli signaal	tert-butanooli signaal
0,15	0,1	40	60
0,28	0,1	87	70

Proovi analüüsimisel, millele oli samuti lisatud 0,1% tert-butanooli, mõõdeti 2-propanooli signaaliks 60 ja tert-butanooli signaaliks 50 ühikut. Arvuta 2-propanooli sisaldus proovis.

2. **(Vee kareduse määramine)** Vee kareduse hindamiseks on kehtestatud niinimetatud kareduskraad, mida tähistatakse sarnaselt temperatuuriga. Ühele kareduskraadile vastab 10mg CaO ühes dm³ vees. Kui karedus on tingitud näiteks Fe²⁺ sisaldusest, siis lähtutakse põhimõttest, et 1 mol CaO ⇌ 1 mol FeO ja ühele kareduskraadile vastab $M(\text{FeO})/M(\text{CaO}) \cdot 10 \text{ mg} = 71,85/56,08 \cdot 10 \text{ mg} = 12,81 \text{ mg FeO}$ ühes dm³ vees.

Analüüsitava veeproovi nii mõõduv kui ka püsiv karedus olid mõlemad täpselt 10 kareduskraadi. Vee karedus oli põhjustatud ainult Fe²⁺ ja Ca²⁺ ionidest. Analüüsimiseks võeti 100,0 cm³ seda vett, mis oksüdeeriti happelises keskkonnas H₂O₂ abil ja lisati seejärel liias ammoniaakhüdraadi lahust. Moodustunud pruun sade filtriti, kuivatati ja pärast kuumutamist püsiva massini saadi 0,01424 g veevaba produkti. Aatommassid: Ca – 40,08; Fe – 55,85; O – 16,00; H – 1,01.

- a) Kirjutage reaktsioonide (ioon)võrrandid.
- + H₂O₂ + H⁺ →
 - + ammoniaakhüdraat →
 - ^t → (püsiva massi teke)
- b) Arvutage Fe²⁺ ja Ca²⁺ moolsuhe uuritavas vees.
3. **(Salakirja lahendamine)** Õpilane kirjutas paberile kaaliumpermanganaadi vesilahusega: "Vesinikperoksiidil on redutseerivad omadused." Ning järgmisele reale kaaliumjodiidi vesilahusega: "Vesinikperoksiidil on oksüdeeruvad omadused." Siis sukeldas ta paberi kergelt väävelhappega hapestatud vesinikperoksiidi vesilahusesse, kuhu oli pisut lisatud indikaatoriks tärklis.
- Kirjutada anorgaaniliste ainete vahel toimuvate reaktsioonide võrrandid, mis iseloomustavad paberi sukeldamisel toimuvat. Milline element käitub oksüdeerija ja milline redutseerijana? Kirjutage redoksreaktsioonides osalevate elementide elektronide üleminekuvõrrandid.
 - Kumb ja mis värvi kiri on paberil näha **i)** enne ja **ii)** pärast paberi sukeldamist? Põhjendada.
4. **(Juku maadleb metallidega)** Jukul on seitse metalli: **A, B, C, D, E, F** ja **G**. Üks metallidest on tavaline komponent joodistes, teine metall aga nii pronksi kui ka messingi ühine koostisosa. Inimkehas kõige levinum metall **A** paikneb samas perioodis hea elektri- ja soojusjuhtivusega metalliga **B** ja metalliga **C**, mille sulamistemperatuur on 29,8 °C. Kaks Jukul leiduvatest peaarühmade metallidest ei paikne ühegi teisega Jukul olevatest seitsmest metallist samas perioodis. Juku metallidest paiknevad ainsana ühes ja samas rühmas kaks siirdemetalli. **i)** Metall **D** aatomnumber on kolm korda suurem kui ühel Juku metallil ja 20 korda suurem kui ühel teisel Juku metallil. **ii)** Kahe metalli aatomnumbrit saab mõlema metalli puhul vaadelda kui kahe teise metalli aatomnumbrit summat. Metall **E** on Juku metallidest väikseima aatomnumbriga, samas kui metall **F** on suurima aatomnumbriga.
- Leidke metallide **A–G** keemilised sümbolid, nimetused ja järjenumbrid.
 - Kirjutage metallide **B, F** ja **G** tüüpilised oksüdatsiooniastmed ühendites.
 - Näidake arvudega väidete **i)** ja **ii)** paikapidavust.
5. **(Orgaanilise aine põlemine)** Orgaanilise ühendi **A** 5,90 dm³ aurude (29,0 dm³/mol) täielikuks põlemiseks kulus 19,2 grammi hapnikku ning seejuures tekkis 17,6 g CO₂ ja 10,8 g H₂O. Eeldage arvutustes, et aatommassid on täisarvulised.
- Arvutage ühendi **A** molaarmass.
 - Arvutage ühendi **A** ühes moolis sisalduv koostiselementide hulk.
 - Kirjutage ühendi **A** **i)** brutovalem, **ii)** selle kaks võimalikku isomeeri ning **iii)** andke nende nimetused.

48. VIIIE KOOLI VÕISTLUS

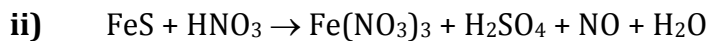
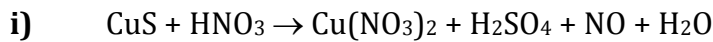
Hugo Treffneri Gümnaasium

- Süsinikdioksiidi juhiti aeglaselt intensiivsel segamisel läbi 1000 g 1,50% Ba(OH)₂ lahuse. Kui teatud momendil gaasi läbijuhtimine lõpetati, siis oli lahusest eraldunud puhta ja kuiva sademe mass 13,23 grammi.
 - Arvutage alglahuses sisaldunud Ba(OH)₂ (171,3 g/mol) hulk.
 - Kirjutage võimalikud reaktsioonide võrrandid **i)** ja **ii)** ning lisage kommentaar, millisel juhul need aset leiavad.
 - Arvutage neeldunud CO₂ hulk, **i)** ja **ii)** mis annab võimaluse 13,23 g sademe eraldumiseks. [A_r(Ba) = 137,3; baariumhüdrokksiid ja baariumvesinikkarbonaat lahustuvad vees]
- Ühendi **A** molekul sisaldab vesinikku, süsinikku ja hapniku aatomeid. 1,00 grammi ühendi **A** täielikul põlemisel tekib 2,00 grammi süsihappegaasi ja 0,818 g vett. Ühendi **A** leeliselisel hüdrolüüsil (seebistamisel, ühe molekuli NaOH liitmisel) moodustuvad orgaanilise happe sool ja üks orgaaniline ühend, millede molaarmasside summa on 128 g. Mõlemas moodustunud ühendis on süsiniku aatomite arv võrdne.
 - Leidke ühendi **A** molaarmass.
 - Leidke ühendi **A** brutovalem.
 - Kirjutage ühendi **A** lihtsustatud struktuurivalem.
- Ühendi **A** happelisel hüdrolüüsil (ühe molekuli vee liitmisel, reaktsiooni **I**) moodustuvad ühendid **B** ja **C**. Ühend **B** moodustub ühendi **C** oksüdeerumise teisel etapil (**III**). Ühendi **C** oksüdeerumise esimesel etapil (**II**) moodustub ühend **D**. Ühend **C** saadakse küllastumata ühendi **E** hüdreerimisel (vee molekuli liitmisel; **IV**). Gaas **E** saadakse gaasi **F** hüdrogeenimisel (vesiniku molekuli liitmisel; **V**). Gaas **F** põleb tahmava leegiga ja ta moodustab kaltsiumkarbiidi (CaC₂) reageerimisel veega (**VI**). Gaasi **E** hüdrogeenimisel saadakse küllastunud süsivesinik **G** (**VII**), mille tihedus vesiniku suhtes on $D_{H_2}(G) = 15$.
 - Tõestage, et ühendite **B–G** molekulides on ühesugune arv süsiniku aatomeid.
 - Kirjutage reaktsioonivõrrandid **I–VII**. Andke orgaaniliste ühendite nimetused.
- Kaks hõbeplaati asetati suure ruumalaga Cu(NO₃)₂ kontsentreeritud lahusesse. Peale 125 sekundilist voolu läbijuhtimist erines plaatide kogumass võrreldes esialgsuga 60,0 mg võrra.
 - Märkige katoodi ja anoodi laeng ning kirjutage vastavad elektronide ülemineku võrrandid.
 - Avaldage elektroodide masside muutused elektronide hulga järgi.
 - Arvutage katoodi ja anoodi masside muutused.

d) Arvutage, millise vooluga toimus elektrolüüs.

Eeldage, et mõlema metalli üheaegset sadenemist ega difusioonilisi piiranguid ei toimu. [$A_r(\text{Cu}) = 63,5$; $A_r(\text{Ag}) = 108$; $F = 96500 \text{ A} \cdot \text{s/mol}$]

5. Vase tootmisel on mitu vaheetappi. Ühel neist moodustub niinimetatud "vasekänkar", mis koosneb vask(II)sulfiidi ja raud(II)sulfiidi segust. 4,1865 g vasekänkarit töödeldi kontsentreeritud lämmastikhappega. Seda protsessi iseloomustavad alljärgnevad reaktsiooniskeemid:



Saadud lahusele baariumkloriidi lisamisel moodustus sade, mille mass oli 10,503 g.

a) Leidke mõlema redoksreaktsiooni võrrandi koefitsiendid koos elektronide ülemineku võrranditega.

b) Arvutage %mol(CuS) vasekänkaris.

[$A_r(\text{BaSO}_4) = 233,4$; $A_r(\text{CuS}) = 95,60$; $A_r(\text{FeS}) = 87,91$]

49. VIIIE KOOLI VÕISTLUS

Nõo Realgümnaasium

1. Kuidas saada aminobenseeni, kasutades järgmisi aineid: HCl, HNO₃, H₂SO₄, Zn, benseen? Kirjuta vastavad reaktsioonivõrrandid. Leia saagis, kui sünteesil lähtuti 20,0 g benseenist ning 5,00% saaduse tiitrimiseks (neutraliseerimiseks) kulus 32,0 mL 0,100 M HCl lahust. Pane kirja ka tiitrimisreaktsiooni võrrand.
2. Aine **A**, mille brutovalem vastab süsivesikute üldvalemile (CH₂O)_n, annab vask(II)oksiidiga reageerides punase sademe **B** ja aine **C**. Aine **C** reaktsioonil väävelhappega eraldub mürgine gaas **D**, milles on 42,9% süsinikku. Aine **A** reageerib ammoniaagiga, andes heksametüleentetraamiini, mille molaarmass on 140 g/mol ning milles on 40% lämmastikku. Ühendiga **A** toimub ka hõbepeeglireaktsioon.
 - a) Kirjuta ainete **A–D** valemid ja nimetused.
 - b) Millisesse orgaaniliste ühendite klassi kuulub aine **A**?
 - c) Millises agregaatolekus on aine **A** normaaltingimustel?
 - d) Kirjuta üks võimalikest aine **A** saamisreaktsioonidest.
 - e) Kirjuta järgmised reaktsioonivõrrandid:
 - i) **A** + CuO; ii) hõbepeeglireaktsioon **A**-ga; iii) **C** + väävelhape.
 - f) Joonista heksametüleentetraamiini struktuurivalem.
3. Elemendil **X** esineb oksüdatsiooniastmeid -II, 0, IV ja VI. Kõrgemal temperatuuril reageerib ta vesinikuga, andes gaasi **B**, mille vesilahus on happeline. Gaas **B** põleb õhus, andes gaasi **C**, mille lahustamisel vees saame happe **M**. Gaasi **B** põlemisleeki pandud külm ese kattub hetkeks kollaka kihiga. Temperatuuril üle 400 °C reageerib gaas **C** katalüsaatori juuresolekul hapnikuga, andes gaasi **D**, mis jahutamisel alla 45 °C veeldub ja alla 17 °C tahkub. Gaasi **D** lahustamine vees on väga eksotermiline, tekib hape **E**. Aine **E** lahusele Ca(OH)₂ lisamisel sadeneb valkjase aine **F**, mille teatud kristallhüdraati kasutatakse nii meditsiinis kui ka ehituses. Aines **F** on 29,4% kaltsiumit, 47,0% hapnikku, ülejäänu on element **X**. Ühendid **B**, **C** ja **D** on ebameeldiva lõhnaga mürgised gaasid. Ca(OH)₂ ja ühend **E** reageerivad moolivahekorras 1:1.
 - a) Kirjuta ainete **X**, **B**, **C**, **D**, **E**, **F** ja **M** valemid ja nimetused.
 - b) Kirjuta kõikide tekstis märgitud reaktsioonide võrrandid (7 tk).
 - c) Kontrolli arvutustega ühendis **F** sisalduvate elementide sisalduse vastavust ülesande tingimustele.

4. 1,00 kg grafiidi põlemisel tekkis gaaside segu, milles oli massi järgi 80,0% CO ja 20,0% CO₂. Arvestades järgmisi termokeemilisi võrrandeid:



- a) Arvuta CO ja CO₂ tekkeentalpia,
b) arvuta mõlema tekkinud gaasi kogused moolides,
c) arvuta põlemisel eraldunud energia.
5. Voolutugevusega 3,50 A elektrolüüsiti lahust, mis saadi 20,00 g K₂SO₄ lahustamisel 100,0 grammis vees.
- a) Kirjutada katood- ja anoodreaktsiooni võrrandid.
b) Mitu minutit peab kestma elektrolüüs, et saada 1,00 dm³ paukgaasi (20 °C ja 750 mm Hg)?
c) Mitu tundi peab kestma elektrolüüs, et saada 17,00 protsendiline lahus?

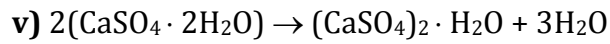
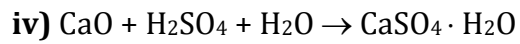
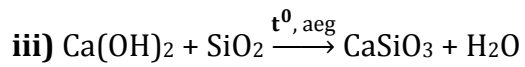
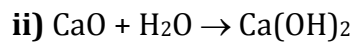
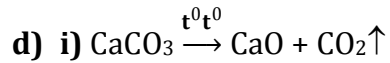
$$pV = nRT; R = 0,08206 \text{ L} \cdot \text{atm} / (\text{K} \cdot \text{mol}); 1 \text{ atm} = 760 \text{ mm Hg}; F = 96\,485 \text{ C/mol}$$

LAHENDUSED

40. VIIIE KOOLI VÕISTLUS

1. a) i) $M(B) = 2,016 \text{ g/mol} \cdot 13,9 = 28,0 \text{ g/mol}$
ii) $V_M = 22,4 \text{ dm}^3/\text{mol} \cdot 313/273 = 25,68 \text{ dm}^3/\text{mol}$ (üks lisanumber)
 $M(E) = 2,88 \text{ g/dm}^3 \cdot 25,68 \text{ dm}^3/\text{mol} \approx 74,0 \text{ g/mol}$
iii) $M(C) = 30 \text{ g/mol} - 28 \text{ g/mol} = 2 \text{ g/mol}$, vesinik
iv) $M(A) = 28 \text{ g/mol} + 18 \text{ g/mol} = 46 \text{ g/mol}$
v) $M(F) = 88 \text{ g/mol} + 18 \text{ g/mol} - 46 \text{ g/mol} = 60 \text{ g/mol}$
b) $n(C) = \frac{2 \text{ mol}}{0,5} = 4 \text{ mol}$
 $n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{45 \text{ g}}{18 \text{ g/mol}} \cdot \frac{1}{0,5} = 5 \text{ mol}$
 $\sum m(C + H) = 4 \cdot 12 + 10 \cdot 1 = 58$
 $m(O) = 74 - 58 = 16$
 $n(O) = \frac{16 \text{ g}}{16 \text{ g/mol}} = 1$
Ühendi E brutovalem on $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$ ehk $(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{O}$
c) **A** – $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$, etanool
B – $\text{CH}_2=\text{CH}_2$, eteen
D – CH_3CH_3 , etaan
E – $(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{O}$, dietüüleeter
F – CH_3COOH , etaanhape, äädikhape
G – $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$, etüületanaat
d) $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \rightarrow (\text{CH}_2=\text{CH}_2) + \text{H}_2\text{O}$
aine **B**
 $2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \rightarrow (\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$
aine **E**
 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{COOH} + \text{H}_2\text{O}$
aine **F**
 $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5 + \text{H}_2\text{O}$
aine **G**

2. a) i) $2\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 10\text{C} + 6\text{SiO}_2 \rightarrow 6\text{CaSiO}_3 + 10\text{CO} + \text{P}_4$
 ii) $2\text{F}^- \rightarrow \text{F}_2 + 2\text{e}^-$
 iii) $2\text{KBr} + \text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{KCl} + \text{Br}_2$
 iv) $\text{Al}^{3+} + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Al}$
 v) $16\text{HCl} + 2\text{KMnO}_4 \rightarrow 2\text{KCl} + 2\text{MnCl}_2 + 5\text{Cl}_2 + 8\text{H}_2\text{O}$
 vi) $\text{Fe}_3\text{O}_4 + 4\text{CO} \rightarrow 3\text{Fe} + 4\text{CO}_2$
 vii) $\text{Cr}_2\text{O}_3 + 2\text{Al} \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{Cr}$
- c) Fosfor on ühendis oksüdeerunud olekus, kloor on aga ühendis redutseerunud olekus.
3. a) Täpselt 100 cm^3 viinas on $40,0 \text{ cm}^3$ etanooli
 $m(40^0) = 100 \text{ cm}^3 \cdot 0,9475 \text{ g/cm}^3 = 94,75 \text{ g}$
 $m(\text{etanool}) = 40,0 \text{ cm}^3 \cdot 0,7895 \text{ g/cm}^3 = 31,58 \text{ g}$
 $\%(\text{etanool}) = \frac{31,58}{94,75} \cdot 100 = 33,3$
- b) $m(\text{etanool}) = 10 \cdot 31,58 \text{ g} = 315,8 \text{ g}$
 $m(95,5\% \text{ etanool}) = 315,8 \text{ g} \cdot \frac{1}{0,955} \approx 330,7 \text{ g}$
 $V(95,5\% \text{ etanool}) = 330,7 \text{ g} \cdot \frac{1 \text{ cm}^3}{0,8035 \text{ g}} = 411,6 \text{ cm}^3 \approx 412 \text{ cm}^3$
 $m(40^0) = 10 \cdot 94,75 \text{ g} = 947,5 \text{ g}$
 $V(\text{H}_2\text{O}) = 616,8 \text{ g} \cdot \frac{1 \text{ cm}^3}{0,99913 \text{ g}} = 617,33 \text{ cm}^3 \approx 617 \text{ cm}^3$
 (lähteandmete väikseim tüvenumbrite arv on kolm)
- c) $1000 \text{ cm}^3 - 412 \text{ cm}^3 - 617 \text{ cm}^3 = -29 \text{ cm}^3$
4. a) i) Mg pulbrit kasutatakse valgusrakettides
 ii) Si on kasutusel pooljuhtmaterjalina
- b) $\text{CaO} + \text{SiO}_2 \rightarrow \text{CaSiO}_3$
 kaltsiummetasilikaat
 $2\text{MgO} + \text{SiO}_2 \rightarrow \text{Mg}_2\text{SiO}_4$
 magneesiumortosilikaat
- c) $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2 \xrightarrow{\text{t}^0} \text{MgCO}_3 \downarrow + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$



5. a) Küllastunud lahuses 126,4 g lahust \Leftrightarrow 26,4 g NaCl

$$m(\text{NaCl}) = 255 \text{ g (lahust)} \cdot \frac{26,4 \text{ g NaCl}}{126,4 \text{ g lahust}} \approx 53,3 \text{ g}$$

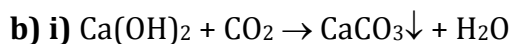
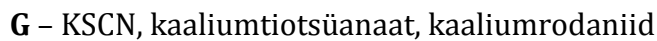
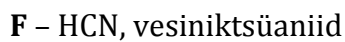
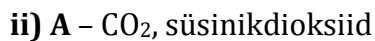
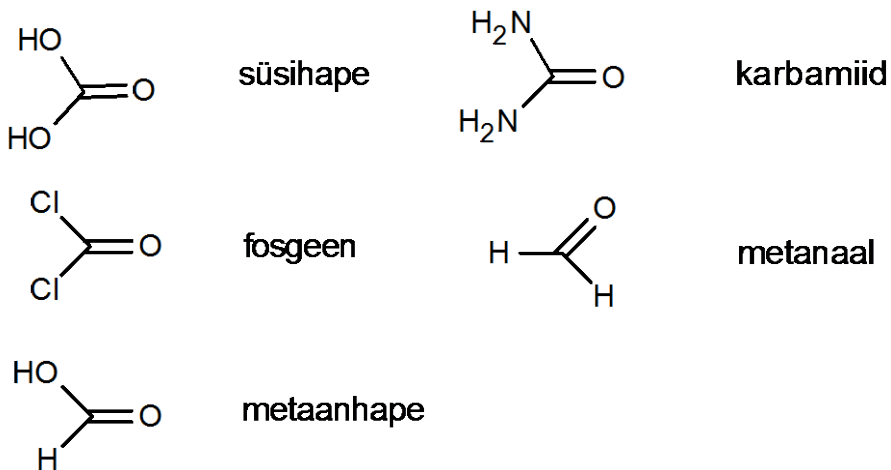
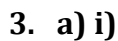
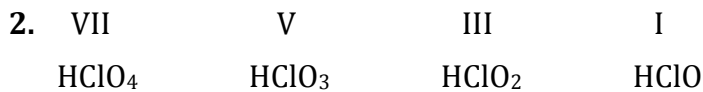
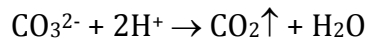
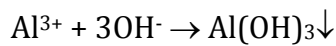
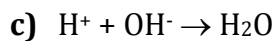
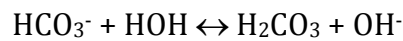
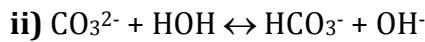
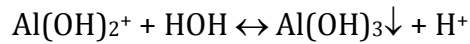
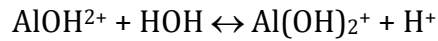
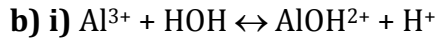
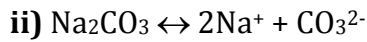
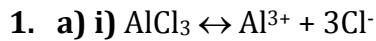
b) i) $LK(\text{AgCl}) = [\text{Ag}^+] \cdot [\text{Cl}^-] = 1,00 \cdot 10^{-10} \text{ mol}^2/\text{dm}^6$

$$[\text{Ag}^+] = [\text{Cl}^-] = \sqrt{1,00 \cdot 10^{-10}} = 1,00 \cdot 10^{-5} \text{ mol}/\text{dm}^3$$

ii) $[\text{Ag}^+] = \frac{1,00 \cdot 10^{-10} \text{ mol}^2/\text{dm}^6}{[\text{Cl}^-]} \Rightarrow \frac{1,00 \cdot 10^{-10} \text{ mol}^2/\text{dm}^6}{0,100 \text{ mol}/\text{dm}^3} = 1,00 \cdot 10^{-9} \text{ mol}/\text{dm}^3$

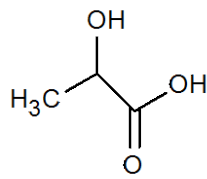
$$m[\text{Ag}^+] = 1 \text{ dm}^3 \cdot 1,00 \cdot 10^{-9} \text{ mol}/\text{dm}^3 \cdot 108 \text{ g}/\text{mol} = 1,08 \cdot 10^{-7} \text{ g}/\text{dm}^3 = 0,108 \text{ } \mu\text{g}$$

41. VIIIE KOOLI VÕISTLUS

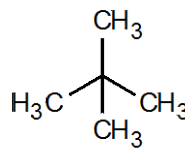
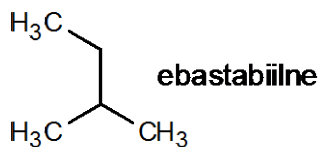
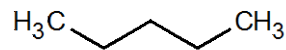


4. I a) $C_6H_8O_4$

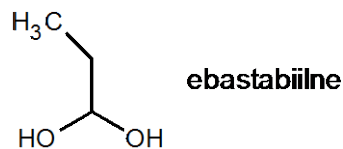
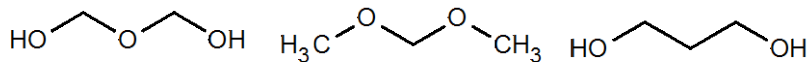
b) i) $C_3H_6O_3$



ii)



II i)



ii)

5. a) i) $n(H_2SO_4) = 0,200 \text{ dm}^3 \cdot 5,20 \text{ mol/dm}^3 = 1,04 \text{ mol}$

ii) $m(H_2SO_4) = 1,04 \text{ mol} \cdot 98,1 \text{ g/mol} = 102 \text{ g}$

b) i) $0,05 = \frac{102 \text{ g}}{m/\text{lahus}} = 2040 \text{ g}$

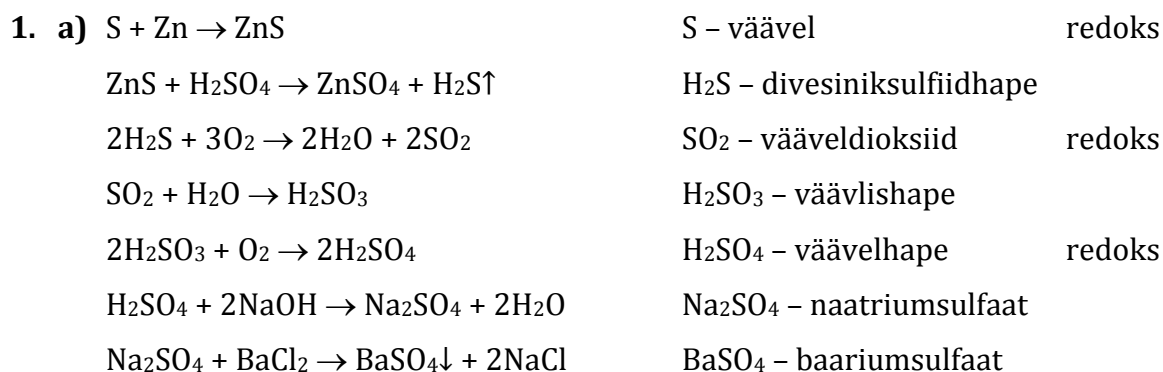
$m(\text{lahus}) = \frac{102 \text{ g}}{0,05} = 2040 \text{ g}$

ii) $V(H_2O) = (2040 \text{ g} - 200 \text{ cm}^3 \cdot 1,294 \text{ g/cm}^3) \cdot \frac{1 \text{ cm}^3}{g} = 1781,2 \text{ cm}^3 \approx 1780 \text{ cm}^3$

$V(\text{lõpplahus}) = 1,04 \text{ mol} \cdot \frac{1000 \text{ cm}^3}{0,527 \text{ mol}} = 1973 \text{ cm}^3$

$\rho(\text{lõpplahus}) = \frac{2040 \text{ g}}{1973 \text{ cm}^3} = 1,0339 \text{ g/cm}^3 \approx 1,03 \text{ g/cm}^3$

42. VIIIE KOOLI VÕISTLUS



2. a) Oletame, et küllastunud lahust on täpselt 100 g.

i) $s(FeSO_4) = \frac{100 \text{ g} \cdot 0,208 \cdot 100 \text{ g}}{100 \text{ g} \cdot (1 - 0,208)} = 26,26 \text{ g} \approx 26,3 \text{ g} \text{ (/ 100 g vees)}$

ii) $c(FeSO_4) = \frac{100 \text{ g} \cdot 0,208 / (151,9 \text{ g/mol})}{100 \text{ g} / (1,22 \text{ g/cm}^3)} \cdot \frac{1000 \text{ cm}^3}{1 \text{ dm}^3} = 1,67 \text{ mol/dm}^3 = 1,67 \text{ M}$

iii) $c_m(FeSO_4) = \frac{100 \text{ g} \cdot 0,208 / (151,9 \text{ g/mol})}{100 \text{ g} \cdot (1 - 0,208)} \cdot \frac{1000 \text{ g}}{1 \text{ kg}} = 1,73 \text{ mol/kg} = 1,73 \text{ m}$

b) i) $\%(FeSO_4) = \frac{23 \text{ g}}{(23 + 45) \text{ g}} \cdot 100 = 34 > 20,8$

ületab küllastunud lahuse protsendilise sisalduse

ii) $V(H_2O) = \left(\frac{23 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}}{26,3 \text{ g}} - 45 \text{ g} \right) \cdot \frac{1 \text{ cm}^3}{1 \text{ g}} = 42,5 \text{ cm}^3 \approx 43 \text{ cm}^3$

iii) $s(FeSO_4) = \frac{45 \text{ g} \cdot 43,7 \text{ g}}{100 \text{ g}} = 20 \text{ g} \text{ (/45 g vees)} < 23 \text{ g}$

80°C juures on lahus küllastunud ja FeSO₄ protsendilise sisalduse saab leida lahustuvusest.

$\%(FeSO_4) = \frac{43,7 \text{ g}}{100 \text{ g} + 43,7 \text{ g}} \cdot 100 = 30,4$

c) i) $m(10 \% \text{ lahus}) = 100 \text{ cm}^3 \cdot 1,1 \text{ g/cm}^3 = 110 \text{ g}$

$m(FeSO_4) = 110 \text{ g} \cdot 0,1 = 11,0 \text{ g}$

6% lahuse mass: m_1 küllastunud lahuse mass: $m_2 = 110 \text{ g} - m_1$

$m_1 \cdot 0,06 + (110 \text{ g} - m_1) \cdot 0,208 = 11 \text{ g}$

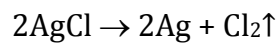
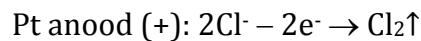
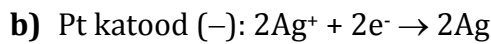
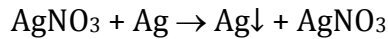
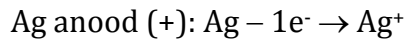
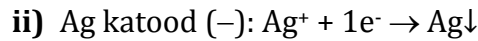
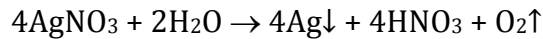
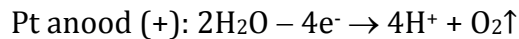
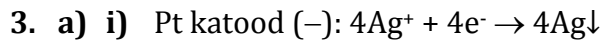
$0,148 \cdot m_1 = -11,88 \text{ g} \quad m_1 = 80,3 \text{ g} \quad m_2 = 110 \text{ g} - 80,3 \text{ g} = 29,7 \text{ g}$

$V(6\% \text{ lahus}) = 80,3 \text{ g} \cdot 1 \text{ cm}^3 / 1,06 \text{ g} = 75,8 \text{ cm}^3$

$V(\text{küllastunud lahus}) = 29,7 \text{ g} \cdot 1 \text{ cm}^3 / 1,22 \text{ g} = 24,3 \text{ cm}^3 \approx 24 \text{ cm}^3$

ii) $\Delta V = (75,8 + 24,3) \text{ cm}^3 - 100 \text{ cm}^3 = (100,1 - 100) \text{ cm}^3 = 0,1 \text{ cm}^3 \approx 0 \text{ cm}^3$

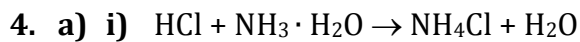
Kontraktsiooni ei toimu!



c) i) $n(\text{AgNO}_3) = n(\text{e}^-) = \frac{1}{1} \cdot \frac{100 \text{ cm}^3}{10 \text{ cm}^3} \cdot 12,1 \text{ cm}^3 \cdot \frac{1 \text{ dm}^3}{1000 \text{ cm}^3} \cdot \frac{0,1321 \text{ mol}}{\text{dm}^3} = 0,0160 \text{ mol}$

ii) $t = 0,0160 \cdot \frac{96485 \text{ A} \cdot \text{s}}{1 \text{ mol}} \cdot \frac{1}{20 \text{ mA}} \cdot \frac{1000 \text{ mA}}{1 \text{ A}} = 77190 \text{ s} \cdot \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} \approx 21 \text{ h}$

d) Ei muutu.



ii) $n(\text{HCl}) = 203,1 \text{ cm}^3 \cdot 1,02 \text{ g/cm}^3 \cdot 0,044 \cdot \frac{1 \text{ mol}}{36,5 \text{ g}} = 0,25 \text{ mol}$

$n(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) = 315 \text{ g} \cdot 0,05 \cdot \frac{1 \text{ mol}}{35 \text{ g}} = 0,45 \text{ mol}$

iii) $n(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) = (0,45 - 0,25) \text{ mol} = 0,20 \text{ mol}$

$n(\text{NH}_4\text{Cl}) = 0,25 \text{ mol}$



c) i) $\text{pH} = 9,25 - \log \frac{0,25 \text{ mol}}{0,2 \text{ mol}} = 9,15$ v) $\text{pH} > 7$, aluseline

ii) $n(\text{HCl}) = 17,4 \text{ cm}^3 \cdot 1,05 \text{ g/cm}^3 \cdot 0,1 \cdot \frac{1 \text{ mol}}{36,5 \text{ g}} = 0,0500 \text{ mol}$

$n(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) = (0,20 - 0,05) \text{ mol} = 0,15 \text{ mol}$

$n(\text{NH}_4\text{Cl}) = (0,25 + 0,05) \text{ mol} = 0,30 \text{ mol}$

$\text{pH} = 9,25 - \log \frac{0,3 \text{ mol}}{0,15 \text{ mol}} = 8,95$ v) $\text{pH} > 7$, aluseline

$\Delta\text{pH} = 9,15 - 8,95 = 0,20$

iii) $\text{pH}(\text{dest. vesi}) = 7$ v) neutraalne

iv) $\text{pH} = -\log \left[\frac{0,05}{(525 + 17,4) \text{ cm}^3} \cdot \frac{1000 \text{ cm}^3}{1 \text{ dm}^3} \right] = 1,04$

v) $\text{pH} < 7$, happeline

$\Delta\text{pH} = 7 - 1,04 = 5,96$

5. a) i) Süsiniku hulka ületab $\frac{1}{1} \cdot 7,99 \text{ dm}^3 \cdot \frac{1 \text{ mol}}{22,4 \text{ dm}^3}$

süivesiku hulka $2 \text{ dm}^3 \cdot \frac{1 \text{ mol}}{22,4 \text{ dm}^3}$

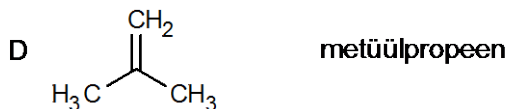
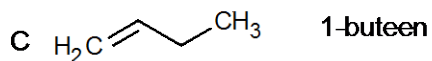
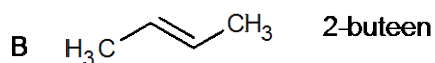
$7,99/2 \approx 4$ korda

Vesiniku hulka ületab $\frac{2}{1} \cdot 6,42 \text{ g} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{180 \text{ g}} = 0,713 \text{ mol}$

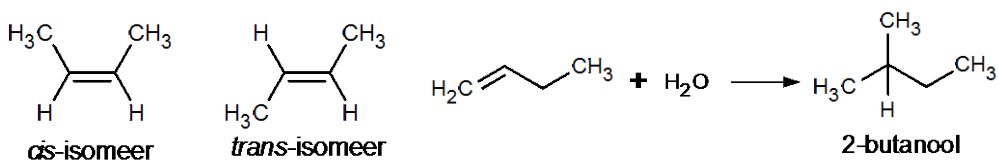
süivesiku hulka $2 \text{ dm}^3 \cdot \frac{1 \text{ mol}}{22,4 \text{ dm}^3} = 0,0893 \text{ mol}$

$0,713/0,0893 = 8$ korda

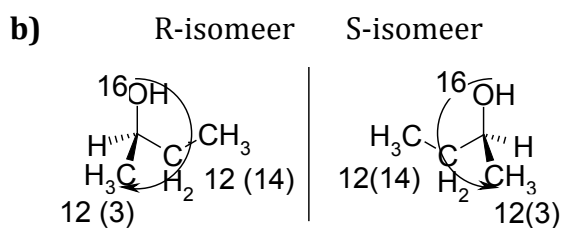
Süivesiku brutovalem on C_4H_8



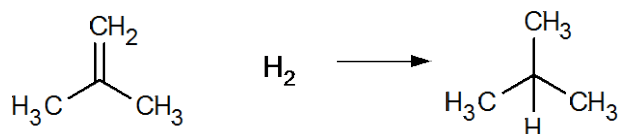
ii)



iii)



c)



$\text{CH}_3\text{C}(\text{CH}_3)_2\text{H}$ – metüülpropaan

43. VIIIE KOOLI VÕISTLUS

1. Lähteainete sünteesireaktsioonid:

- a) CaO: $2\text{Ca} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CaO}$
- b) CO₂: $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3 + 4\text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{MgCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{CO}_2\uparrow$
 $(\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow 2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2\uparrow)$
- c) Ca(OH)₂: $\text{Ca} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2 + \text{H}_2\uparrow$
 $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2$
- d) H₂CO₃: $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3$
- e) CaCl₂: $\text{Ca} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\uparrow$
 $\text{CaO} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$
 $\text{Ca(OH)}_2 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

CaCO₃ sünteesireaktsioonid:

- a) $\text{CaO} + \text{CO}_2 \xrightarrow{t^0} \text{CaCO}_3$
- b) $\text{Ca(OH)}_2 + \text{CO}_2 \xrightarrow{t^0} \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
- c) $\text{Ca(OH)}_2 + \text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{CaCO}_3\downarrow + \text{H}_2\text{O}$
- d) $\text{CaCl}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{CaCO}_3\downarrow + 2\text{NaCl}$
- e) $\text{Ca(HCO}_3)_2 \xrightarrow{t^0} \text{CaCO}_3\downarrow + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2\uparrow$
- f) $\text{CaO} + \text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{CaCO}_3\downarrow + \text{H}_2\text{O}$

2. a) i) Hapniku aatomprotsendiline sisaldus:

$$\text{H}_2\text{O} (1/3, 33\%) < \text{H}_2\text{O}_2 (1/2, 50\%) < \text{KMnO}_4, \text{KClO}_4 (2/3, 66\%) < \text{O}_2 (1, 100\%)$$

ii) Hapniku massiprotsendiline sisaldus:

$$\begin{aligned} \%(\text{H}_2\text{O}) &= 16/18 \cdot 100 = 88,8 & \%(\text{H}_2\text{O}_2) &= 32/34 \cdot 100 = 94,1 \\ \%(\text{KMnO}_4) &= 64/158 \cdot 100 = 40,5 & \%(\text{KClO}_4) &= 64/138,5 \cdot 100 = 46,2 \\ \text{KMnO}_4 &< \text{KClO}_4 < \text{H}_2\text{O} < \text{H}_2\text{O}_2 < \text{O}_2 (100\%) \end{aligned}$$

b) $n(\text{O}_2) = 1 \text{ dm}^3 \cdot \frac{1 \text{ mol}}{22,4 \text{ dm}^3} = 0,04464 \text{ mol}$

$$2\text{KMnO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{MnO}_2 + \text{O}_2\uparrow \quad m = 2 \cdot 0,04464 \text{ mol} \cdot 158 \text{ g/mol} = 14,1 \text{ g}$$

$$\text{KClO}_4 \rightarrow \text{KCl} + 2\text{O}_2\uparrow \quad m = \frac{1}{2} \cdot 0,04464 \text{ mol} \cdot 138,5 \text{ g/mol} = 3,09 \text{ g}$$

$$2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}_2\uparrow + \text{O}_2\uparrow \quad m = 2 \cdot 0,04464 \text{ mol} \cdot 18 \text{ g/mol} = 1,61 \text{ g}$$

$$2\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2\uparrow \quad m = 2 \cdot 0,04464 \text{ mol} \cdot 34 \text{ g/mol} \cdot 1/0,3 = 10 \text{ g}$$

$$\text{õhk} \quad m = 0,04464 \text{ mol} \left(32 \text{ g/mol} + \frac{1-0,207}{0,207} \cdot 28 \text{ g/mol} \right) = 6,22 \text{ g}$$

H₂O < KClO₄ < õhk < H₂O₂ 30% vesilahus < KMnO₄

Vee mass on kõige väiksem 1 dm³ hapniku saamiseks.

c) $V = 1175 \cdot 10^{15} \text{ t} \cdot \frac{3,8}{10^6} \cdot \frac{10^6}{1 \text{ t}} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{32 \text{ g}} \cdot \frac{22,4 \text{ dm}^3}{1 \text{ mol}} = 3100 \cdot 10^{15} \text{ dm}^3$

3. a) $\text{KOH} + \text{HCl} \rightarrow \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$

$$n(\text{KOH, alg}) = 20 \text{ cm}^3 \cdot \frac{1 \text{ dm}^3}{1000 \text{ cm}^3} \cdot \frac{0,15 \text{ mol}}{1 \text{ dm}^3} = 0,0030 \text{ mol}$$

i) $n(\text{HCl, alg}) = 20 \text{ cm}^3 \cdot \frac{1 \text{ dm}^3}{1000 \text{ cm}^3} \cdot \frac{0,2 \text{ mol}}{1 \text{ dm}^3} = 0,0040 \text{ mol}$

$$c(\text{H}^+) = c(\text{HCl}) = \frac{(0,004 - 0,003) \text{ mol}}{(20 + 20) \text{ cm}^3} \cdot \frac{1000 \text{ cm}^3}{1 \text{ dm}^3} = 0,025 \text{ M}$$

ii) $n(\text{HCl, alg}) = 15 \text{ cm}^3 \cdot \frac{1 \text{ dm}^3}{1000 \text{ cm}^3} \cdot \frac{0,2 \text{ mol}}{1 \text{ dm}^3} = 0,0030 \text{ mol}$

$n(\text{KOH, alg}) = n(\text{HCl, alg}) \Rightarrow$ Tegemist on neutraalse lahusega.

$$\text{pH} = 7 \quad c(\text{H}^+) = 10^{-7} \text{ M}$$

iii) Leelise liia korral $c(\text{H}^+) < 10^{-7} \text{ M}$

iv) Neutralisatsioonireaktsioon on praktiliselt pöördumatu, suunatud täielikult saaduste suunas.

b) $\text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{H}^+ + \text{OH}^-$

$$c(\text{H}_2\text{O}) = 0,9989 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \cdot 1000 \frac{\text{cm}^3}{\text{dm}^3} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{18,02 \text{ g}} = 55,45 \text{ M}$$

$$\alpha = \frac{10^{-7} \text{ M}}{55,45 \text{ M}} = 1,804 \cdot 10^{-9}$$

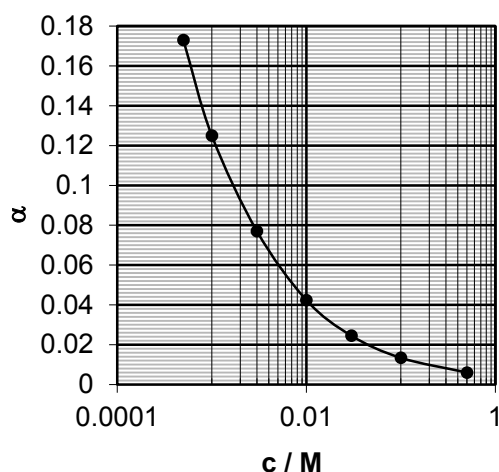
Reaktsioon (1) toimub, sest tekib väga nõrk elektrolüüt – vesi.

c) i) $\text{CH}_3\text{COONa} + \text{HCl} \leftrightarrow \text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaCl}$

ii) Reaktsioon kulgeb, sest tekib nõrk elektrolüüt – etaanhape.

d) i)

c / M	0,5	0,1	0,03	0,01	0,003	0,001	0,0005
α	0,006	0,0134	0,0245	0,0424	0,077	0,125	0,173

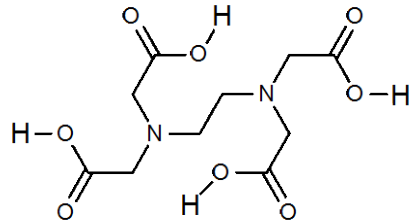


ii) $c(\text{CH}_3\text{COOH}) = c(\text{CH}_3\text{COONa}) = c(\text{HCl}) = \frac{12 \text{ cm}^3 \cdot 0,01 \text{ M}}{(12 + 10) \text{ cm}^3} = 0,0055 \text{ M}$

$$\alpha = 0,058 \quad c(\text{H}^+) = 0,0055 \text{ M} \cdot 0,058 = (3,2 \pm 0,1) \cdot 10^{-4} \text{ M}$$

- iii)** Reaktsioon (2) on osaliselt pöörduv, sest etaanhape on osaliselt dissotsieerunud.
- iv)** Reageerima peaksid võimalikult kontsentreeritud lähteained, sest siis on tekkiva etaanhappe kontsentratsioon suurem ja ionideks jagunemine on allasurutud.

4. a) i)

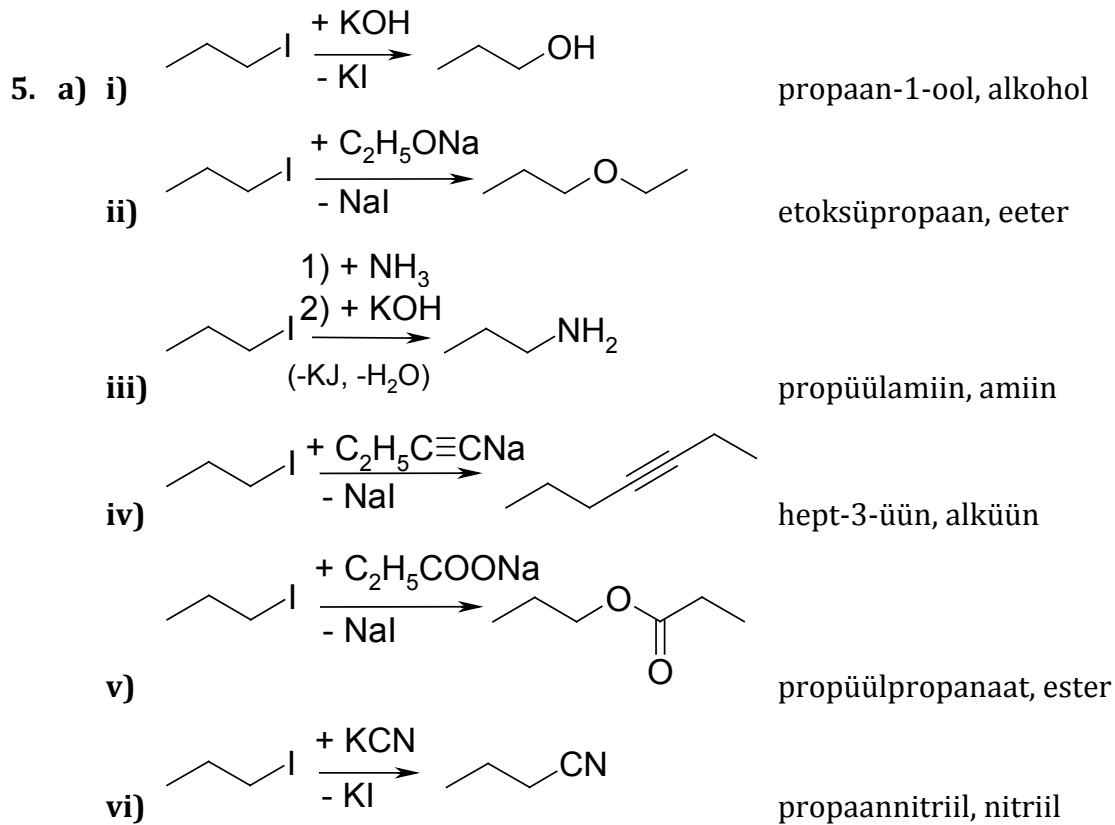


- ii)** I aste $H_4Y \rightarrow H^+ + H_3Y^-$
 II aste $H_3Y^- \rightarrow H^+ + H_2Y^{2-}$
 III aste $H_2Y^{2-} \rightarrow H^+ + HY^{3-}$
 IV aste $HY^{3-} \rightarrow H^+ + Y^{4-}$

b) i) Üldkaredus $= \frac{1}{1} \cdot 13,48 \text{ cm}^3 \cdot 0,05105 \text{ mol/dm}^3 \cdot \frac{1}{100 \text{ cm}^3} \cdot \frac{1000 \text{ mmol}}{1 \text{ mol}} = 6,882 \text{ mmol/dm}^3$

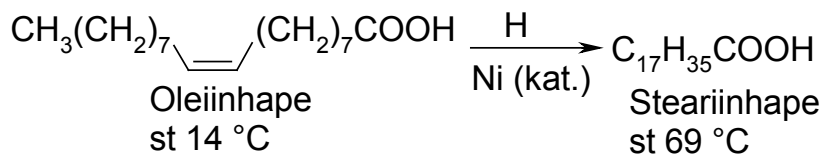
Arvuliselt sama suur on 1 dm³ vees sisalduvate karedust põhjustavate soolade kationide millimoolide hulk.

- ii)** $Ca^{2+} + Na_2H_2Y \rightarrow Na_2H_2Y + 2H^+$
- iii)** Kuna tiitrimise käigus eralduvad prootonid, siis muutub lahuse pH vähem aluseliseks (pH väheneb). pH muutus pole eriti märgatav, sest lisatav ammooniumpuhverlahus väldib pH olulist vähenemist.
- iv)** Vee mööduv karedus on tingitud kaltsiumi ja magneesiumi vesiniksooladest Ca(HCO₃)₂ ja Mg(HCO₃)₂. Vee keetmisel need soolad lagunevad, tekitades sademe ja karedus kõrvaldub (näiteks Ca(HCO₃)₂ lagunemine). Püsiv karedus on tingitud kaltsiumi ja magneesiumi teiste soolade sisaldumisest vees.



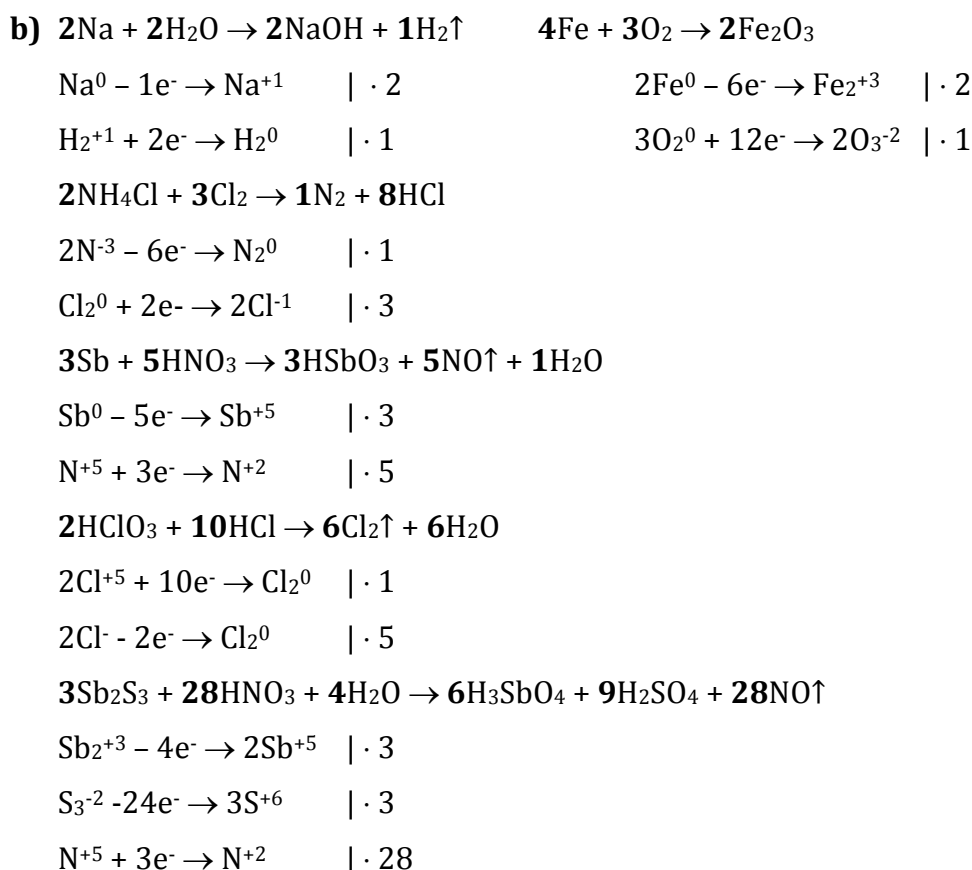
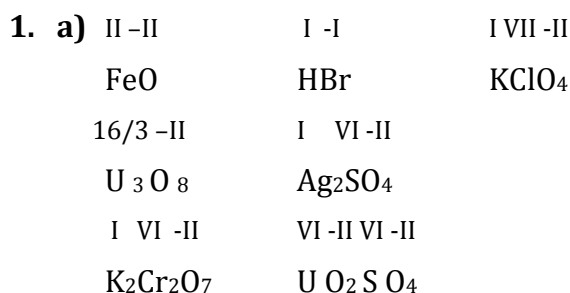
Tegemist on nukleofiilse asendusreaktsiooniga ($\text{S}_{\text{N}}2$).

b)



Oleiinhape on toatemperatuuril vedel. Hüdrogeenimise käigus muutub molekuli struktuur lineaarseks (struktuur korrastub, molekulid saavad asetseda üksteise kõrvale ja steariinhappe molekulide vahelised jõud on tugevamad) ja seetõttu on steariinhappe sulamistemperatuur kõrgem ning steariinhape on toatemperatuuril tahke.

44. VIIIE KOOLI VÕISTLUS



2. $m(\text{siirup}) = 3 \text{ dm}^3 \cdot 1,125 \text{ kg/dm}^3 = 3,375 \text{ kg}$ ($1 \text{ g/cm}^3 = 1 \text{ kg/dm}^3$)

$m(\text{vesi}) = (3,375 - 1) \text{ kg} = 2,375 \text{ kg}$

a) $\%(\text{suhkur}) = 1 \text{ kg} / 3,375 \text{ kg} \cdot 100 = 29,63 = 29,6$

$M(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) = (12 \cdot 12,01 + 22 \cdot 1,01 + 11 \cdot 16) \text{ g/mol} = 342,3 \text{ g/mol}$

$c(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) = \frac{n}{V} = 1000 \text{ g} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{342,3 \text{ g}} \cdot \frac{1}{3 \text{ dm}^3} = 0,9738 \text{ M} = 0,974 \text{ M}$

v1 $V(\text{vesi}) = 2,375 \text{ kg/dm}^3 / 0,998 \text{ kg} = 2,38 \text{ dm}^3$

v2 $m(65\% \text{ siirup}) = 1 \text{ kg} \cdot 100/65 = 1,538 \text{ kg}$

$V(65\% \text{ siirup}) = 1,538 \text{ kg} \cdot 1 \text{ dm}^3 / 1,32 \text{ kg} = 1,17 \text{ dm}^3$

$V(\text{vesi}) = (3,375 - 1,538) \text{ kg} \cdot 1 \text{ dm}^3 / 0,998 \text{ kg} = 1,84 \text{ dm}^3$

$$v3 \quad m(10\% \text{ siirup}) = 1 \text{ kg} \cdot 100/10 = 10 \text{ kg}$$

$$V(10\% \text{ siirup}) = 10 \text{ kg} \cdot 1 \text{ dm}^3 / 1,04 \text{ kg} = 9,62 \text{ dm}^3$$

$$V(\text{vesi}) = (10 - 3,375) \cdot 1 \text{ dm}^3 / 0,998 \text{ kg} = 6,64 \text{ dm}^3$$

v4

$$\begin{cases} V_{10\%} \cdot \frac{1,04 \text{ kg}}{1 \text{ dm}^3} + V_{65\%} \cdot \frac{1,32 \text{ kg}}{1 \text{ dm}^3} = 3,375 \text{ kg} \Rightarrow V_{10\%} = 3,245 \text{ dm}^3 - 1,269V_{65\%} \\ V_{10\%} \cdot \frac{1,04 \text{ kg}}{1 \text{ dm}^3} \cdot 0,1 + V_{65\%} \cdot \frac{1,32 \text{ kg}}{1 \text{ dm}^3} \cdot 0,65 = 1 \text{ kg} \Rightarrow 0,104V_{10\%} + 0,858V_{65\%} = 1 \text{ dm}^3 \end{cases}$$

$$(3,245 \text{ dm}^3 - 1,268V_{65\%}) \cdot 0,104 + 0,858V_{65\%} = 1 \text{ dm}^3$$

$$0,3375 \text{ dm}^3 - 0,132V_{65\%} + 0,858V_{65\%} = 1 \text{ dm}^3$$

$$0,726V_{65\%} = 0,6625 \text{ dm}^3 \quad V_{65\%} = V(65\% \text{ siirup}) = 0,91 \text{ dm}^3$$

$$V_{10\%} = V(10\% \text{ siirup}) = 3,245 \text{ dm}^3 - 1,269 \cdot 0,913 \text{ dm}^3 = 2,09 \text{ dm}^3$$

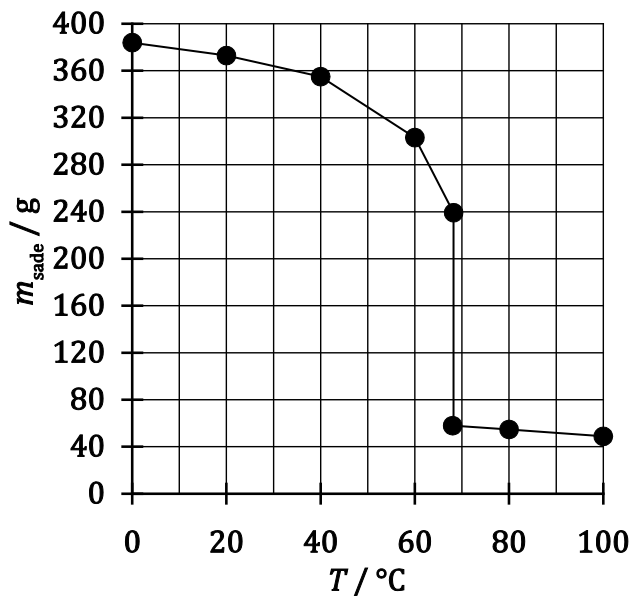
v5 Lisada 10,0% siirupile suhkrut.

$$m(10\% \text{ siirup}) = \frac{2,375 \text{ kg}}{100 - 10} \cdot 100 = 2,639 \text{ kg}$$

$$V(10\% \text{ siirup}) = 2,639 \text{ kg/dm}^3 / 1,04 \text{ kg} = 2,54 \text{ dm}^3$$

$$m(\text{lisatav suhkur}) = (3,375 - 2,639) \text{ kg} = 0,74 \text{ kg}$$

3. a)



b) $0 \leq T < 68,2 \text{ }^\circ\text{C}$ $\text{NaI} \cdot x\text{H}_2\text{O}$

$68,2 < T \leq 100 \text{ }^\circ\text{C}$ NaI

c) $m(\text{NaI lahuses, } 68,21 \text{ }^\circ\text{C}) = 350 \text{ g} - 56,6 \text{ g} = 293,4 \text{ g}$

Lahustuvus(NaI, $68,21 \text{ }^\circ\text{C}$) = $293,4 \text{ g} / 100 \text{ g H}_2\text{O}$

$$d) m(\text{lahus}, 68,19\text{ }^{\circ}\text{C}) = 350\text{ g} + 100\text{ g} - 238,2\text{ g} = 211,8\text{ g}$$

$$\text{Lahustuvus}(\text{NaI}, 68,19\text{ }^{\circ}\text{C}) = 293,4\text{ g} = \frac{x}{211,8\text{ g} - x} \cdot 100\text{ g}$$

$$m(\text{NaI lahuses}, 68,19\text{ }^{\circ}\text{C}) = x = 158,0\text{ g}$$

$$m(\text{NaI sademes}, 68,19\text{ }^{\circ}\text{C}) = 350\text{ g} - 158\text{ g} = 192,0\text{ g}$$

$$m(\text{vesi sademes}, 68,19\text{ }^{\circ}\text{C}) = 238,2\text{ g} - 192\text{ g} = 46,2\text{ g}$$

$$e) n(\text{NaI sademes}, 68,19\text{ }^{\circ}\text{C}) = 192\text{ g} / 149,9\text{ g/mol} = 1,281\text{ mol}$$

$$n(\text{vesi sademes}, 68,19\text{ }^{\circ}\text{C}) = 46,2\text{ g} / 18,02\text{ g/mol} = 2,564\text{ mol}$$

$$x = 2,564\text{ mol} / 1,281\text{ mol} = 2 \quad \text{NaI} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$$

4. a) Rõhu tõstmine ei nihuta tasakaalu saaduste suunas, sest gaasiliste ainete hulk ($\Delta n_g = 0$) reaktsiooni käigus ei muutu.

b) Lähteainete suunas

c) Aeglustab

d) Uuritav reaktsioon on endotermiline, seega temperatuuri tõstmisel nihkub tasakaal saaduste, see on endotermilise protsessi suunas ($\Delta H > 0$).

e) Kasvab

f) Väheneb

g) $c(\text{C}_2\text{H}_6)$ ei muutu

$$h) K = \frac{[\text{C}_4\text{H}_{10}][\text{H}_2]}{[\text{C}_2\text{H}_6]^2}$$

$$i) n(\text{C}_2\text{H}_6) = (1 - 0,221) \cdot 2,5\text{ mol} = 1,948\text{ mol} \approx 1,95\text{ mol}$$

$$n(\text{C}_4\text{H}_{10}) = n(\text{H}_2) = \frac{1}{2} \cdot 0,221 \cdot 2,5\text{ mol} = 0,2673\text{ mol} \approx 0,276\text{ mol}$$

$$K = \frac{(0,2673\text{ mol})^2}{(1,948\text{ mol})^2} = 0,0201$$

5. a) Ühend **X** on orgaanilise aine molekul, mis võib koosneda süsinikust, vesinikust ja hapnikust. $\text{X} - \text{C}_a\text{H}_b\text{O}_c$

$$n(\text{C}) = n(\text{CO}_2) = 19,5\text{ dm}^3 / 22,4\text{ dm}^3/\text{mol} = 0,871\text{ mol}$$

$$n(\text{H}) = 2n(\text{H}_2\text{O}) = 2 \cdot 19,6\text{ g} / 18,02\text{ g/mol} = 2,18\text{ mol}$$

$$m(\text{O}) = 16,02\text{ g} - 0,871\text{ mol} \cdot 12,01\text{ g/mol} - 2,18\text{ mol} \cdot 1,008\text{ g/mol} = 3,462\text{ g}$$

$$n(\text{O}) = 3,462\text{ g} / 16\text{ g/mol} = 0,216\text{ mol}$$

$$N(\text{C}) : N(\text{H}) : N(\text{O}) \quad 0,871 : 2,18 : 0,216 \quad 4 : 10 : 1$$

Aine **X** empiiriline valem on $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$.

Kuna aine **X** reageerimisel naatriumiga eraldus vesinik, siis sisaldus molekulis üks või mitu $-\text{OH}$ rühma.

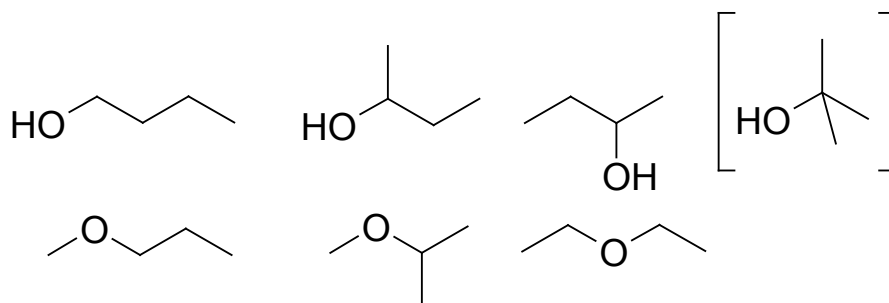
- * Ühele -OH rühmale vastab kolm -CH₃ rühma.
Nendele tingimustele vastab tert-butüülalkohol.



X - C₄H₁₀O

- ** Empiirilise valemi täisarv kordsed (C₄H₁₀O)₂, (C₄H₁₀O)₃ jne ei sobi lahendiks.

b)



45. VIIIE KOOLI VÕISTLUS

1. a) $\text{NH}_4\text{NO}_3 \xrightarrow{t^0} \text{N}_2\text{O} + 2\text{H}_2\text{O}$
 b) $2\text{N}_2\text{O} \xrightarrow{t^0} 2\text{N}_2 + \text{O}_2$
 c) $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightarrow 2\text{NH}_3$
 d) $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$
 e) $2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \rightarrow (\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
 f) $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 + 2\text{HNO}_3 \rightarrow 2\text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2\uparrow$
 g) $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 \xrightarrow{t^0} 2\text{NH}_3\uparrow + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2\uparrow$
 h) $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \xrightarrow{\text{kat}} 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$
 i) $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{NO}_2$
 j) $2\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HNO}_3 + \text{HNO}_2$
 k) $2\text{HNO}_3 + \text{MgO} \rightarrow \text{Mg}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O}$
 l) $\text{Ag} + 2\text{HNO}_3 \text{ (konts)} \rightarrow \text{AgNO}_3 + \text{NO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$
 m) $2\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \xrightarrow{t^0} 2\text{MgO} + 4\text{NO}_2\uparrow + \text{O}_2\uparrow$
 n) $2\text{AgNO}_3 \xrightarrow{t^0} 2\text{Ag} + 2\text{NO}_2\uparrow + \text{O}_2\uparrow$
2. a) $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2\uparrow$
 $\text{MgCO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{MgCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2\uparrow$
 $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3\downarrow + \text{H}_2\text{O}$
 $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$
- b)
$$\begin{cases} m(\text{CaCO}_3) + m(\text{MgCO}_3) = 5,10 \text{ g} \\ m(\text{CaCO}_3) + m(\text{MgCO}_3) \cdot \frac{100,1}{84,31} = 5,20 \text{ g} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} m(\text{CaCO}_3) = 4,565 \text{ g} \\ m(\text{MgCO}_3) = 0,535 \text{ g} \end{cases}$$
- $\%(\text{CaCO}_3) = 4,565 \text{ g} / 5,10 \text{ g} \cdot 100 = 89,5$ $\%(\text{MgCO}_3) = 10,5$
3. a) $\text{CaCO}_3 + 2\text{CH}_3\text{COOH} \rightarrow (\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ca} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2\uparrow$
 $\text{CaCO}_3 + 2(\text{HO})\text{C}(\text{COOH})(\text{CH}_2\text{COOH}) \rightarrow$
 $\rightarrow [(\text{HO})\text{C}(\text{COO})(\text{CH}_2\text{COOH})]_2\text{Ca} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2\uparrow$
 $\text{CaCO}_3 + 2\text{HNO}_3 \rightarrow \text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2\uparrow$
 $\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \neq$

b) $n(\text{CaCO}_3) = 5 \text{ g} / 100 \text{ g/mol} = 0,05 \text{ mol}$

$V(\text{äädikas}) = 2 \cdot 0,05 \text{ mol} \cdot 60 \text{ g/mol} / (1,04 \text{ g/cm}^3 \cdot 0,3) = 19 \text{ cm}^3$

$m(\text{sidrunhape}) = 2 \cdot 0,05 \text{ mol} \cdot 192 \text{ g/mol} = 19 \text{ g}$

$V(\text{lämmastikhape}) = 2 \cdot 0,05 \text{ mol} \cdot 63 \text{ g/mol} / (1,4 \text{ g/cm}^3 \cdot 0,6) = 7,5 \text{ cm}^3$

c) $\text{Hind}(\text{äädikas}) = 19 \text{ cm}^3 \cdot \frac{1 \text{ dm}^3}{1000 \text{ cm}^3} \cdot \frac{9,9 \text{ krooni}}{0,3 \text{ dm}^3} = 0,63 \text{ krooni}$

$\text{Hind}(\text{sidrunhape}) = 19 \text{ g} \cdot \frac{5,7 \text{ krooni}}{30 \text{ g}} = 3,6 \text{ krooni}$

$\text{Hind}(\text{lämmastikhape}) = 7,5 \text{ cm}^3 \cdot \frac{1 \text{ dm}^3}{1000 \text{ cm}^3} \cdot \frac{95 \text{ krooni}}{1 \text{ dm}^3} = 0,71 \text{ krooni}$

Kõige odavam oleks kasutada 60% lämmastikhapet.

Kõige mõistlikum on kodus kasutada sidrunhapet, sest äädikhape aurustub suhteliselt kergesti õhku (tekib iseloomulik hingamisteid ärritav lõhn), lämmastikhape võib reageerida metallist küttekehaga ja väävelhappega töötlemisel katlakivi ei lahustu.

4. a) $\text{C}_{20}\text{H}_{30}\text{O}$ $M_r(\text{retinool}) = 286,46$

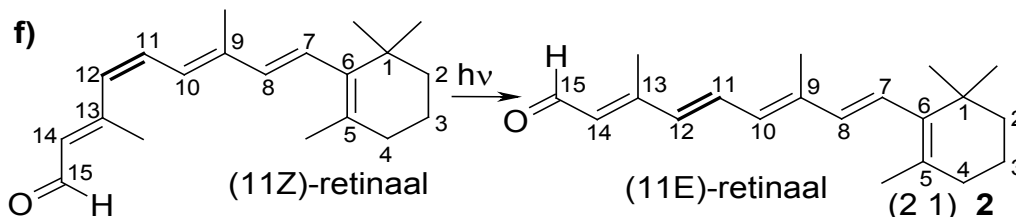
$M_r(\text{retinaal}) = 286,46 \cdot (1 - 0,00704) = 284,44$

b) **i)** küllastumata **ii)** tsükliline

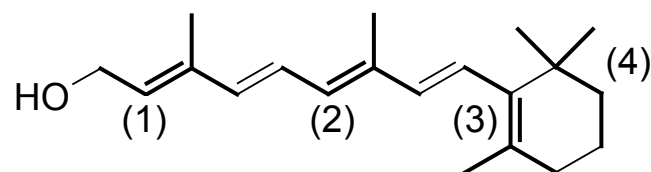
c) alkeen, alkohol

d) e) Nii retinool kui ka retinaal sisaldavad konjugeeritud kaksiksidemeid.

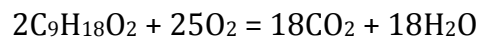
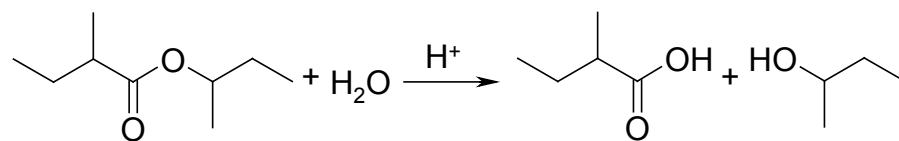
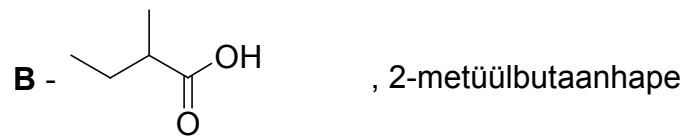
N	Retinool	Retinaal
süsinikud sp-hübriidses olekus	0	0
süsinikud sp ² -hübriidses olekus	10	11
süsinikud sp ³ -hübriidses olekus	10	9
konjugeeritud kaksiksidemed	5	6



g) Vitamiin A koosneb neljast isopreeni ühikust.

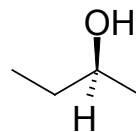
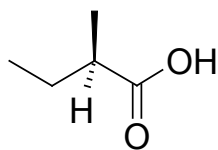


5. a)



b) **R**-isomeer

S-isomeer



Estri molekulis on kaks kiraalset tsentrit (tähistatud tärniga). Seega on kokku $2^2 = 4$ optilist isomeeri – võimalikud variandid on R,R, R,S, S,S ja S,R.

46. VIIIE KOOLI VÕISTLUS

1. a) divesiniksulfiidhape < etaanhape < fosforhape < väävelhape < soolhape

b) Üheprootoniline hape: CH_3COOH , HCl

Kaheprootoniline hape: H_2S , H_2SO_3

Kolmeprootoniline hape: H_3PO_4

c) $\text{F} > \text{Cl} > \text{C} > \text{H} > \text{Cs}$

d) $A_r(\text{O}) = (215,5 - 79,904 - 87,62)/3 = 16,0$

e) $2,5 \text{ gallon} = 2,5 \text{ gallon} \cdot \frac{8 \text{ pint}}{1 \text{ gallon}} \cdot \frac{2 \text{ tass}}{1 \text{ pint}} \cdot \frac{16 \text{ supilusikas}}{1 \text{ tass}} \cdot \frac{3 \text{ teelusikas}}{1 \text{ supilusikas}} \cdot \frac{29,6 \text{ cm}^3}{6 \text{ teelusikas}} \cdot \frac{1 \text{ dm}^3}{1000 \text{ cm}^3} = 9,5 \text{ dm}^3$

f) Neutraalne keskkond: CsCl

Happeline keskkond: NH_4NO_3 , FeSO_4 , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$

Aluseline keskkond: Rb_2CO_3

2. a) Na_2SO_4 – naatriumsulfaat

Na_2CO_3 – naatriumkarbonaat

NaCl – naatriumkloriid

KCl – kaaliumkloriid

Esitame arvutustulemused tabelina:

Aine	M / g/mol	m / g	%	n / mmol	c / mM
PEG		64	6,0 ⁽³⁾		
Na_2SO_4	142,04	5,7	0,53	40,1 ⁽⁴⁾	37,4 ⁽⁵⁾
Na_2CO_3	105,99	1,68	0,16	15,85	14,8
NaCl	58,44	1,46	0,14	24,98	23,3
KCl	74,55	0,75	0,070	10,1	9,37
H_2O		1000 ⁽¹⁾	93		

Lahuse mass: 1074⁽²⁾ (100)

⁽¹⁾ $m(\text{H}_2\text{O}) = 1 \text{ dm}^3 \cdot 1000 \text{ cm}^3/\text{dm}^3 \cdot 1 \text{ g/cm}^3 = 1000 \text{ g}$

⁽²⁾ $m(\text{lahus}) = (64 + 5,7 + 1,68 + 1,46 + 0,75 + 1000) \text{ g} = 1073,59 \text{ g}$

⁽³⁾ $\%(\text{PEG}) = 64 \text{ g} / 1074 \text{ g} \cdot 100 = 6,0$

⁽⁴⁾ $n(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 5,7 \text{ g} / 142,04 \text{ g/mol} = 0,0401 \text{ mol} = 40,1 \text{ mmol}$

⁽⁵⁾ $V(\text{lahus}) = 1074 \text{ g} / 1 \text{ g/cm}^3 = 1074 \text{ cm}^3 = 1,074 \text{ dm}^3$

$$c(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 40,1 \text{ mmol} / 1,074 \text{ dm}^3 = 37,4 \text{ mM}$$

$$c(\text{Na}^+) = [2 \cdot (37,4 + 14,8) + 23,3] \text{ mM} = 127,7 \text{ mM} \approx 128 \text{ mM}$$

$$c(\text{K}^+) = 9,4 \text{ mM}$$

$$c(\text{SO}_4^{2-}) = 37 \text{ mM}$$

$$c(\text{CO}_3^{2-}) = 15 \text{ mM}$$

$$c(\text{Cl}^-) = (23,3 + 9,4) \text{ mM} = 32,7 \text{ mM} \approx 33 \text{ mM}$$

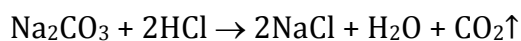
- b)** Anioonide ja kationide laengute summa on võrdne nulliga, sest lahus on elektroneutraalne.

$$c(\text{kationide laeng}) = (127,7 + 9,4) \text{ mM} = 137 \text{ mM}$$

$$c(\text{anioonide laeng}) = [2 \cdot (37,4 + 14,8) + 32,7] \text{ mM} = 137 \text{ mM}$$

$$c(\text{kationide laeng}) = c(\text{anioonide laeng})$$

- c)** Soolhappega reageerib naatriumkarbonaat.



$$V(\text{CO}_2) = 15,85 \text{ mmol} \cdot 22,4 \text{ dm}^3/\text{mol} / 1000 \text{ mmol/mol} = 0,355 \text{ dm}^3$$

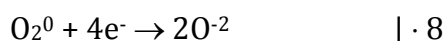
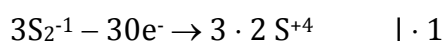
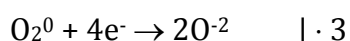
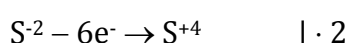
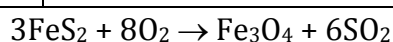
- 3. a)** 1 mol H_2SO_4 kohta tuleb 1 mol SO_3

Ooleumi valem: $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7$

- b)**

Kontaktmenetlus	Märgprotsess
$\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_2$	
$\text{SO}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{V}_2\text{O}_5} \text{SO}_3$	
$\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7$	$\text{SO}_3 (\text{g}) + \text{H}_2\text{O} (\text{g}) \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 (\text{g})$
$\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}_2\text{SO}_4$	$[\text{H}_2\text{SO}_4 (\text{g}) \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 (\text{aq})]$

- c)** $2\text{H}_2\text{S} + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{SO}_2$

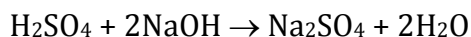


(Fe_3O_4 on segaoksiid valemiga $\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$)

- d)** Kui protsessides kadusid ei ole, siis saadakse mõlema meetodiga lisaks täpselt sama kogus väävelhapet (1 mol $\text{S} \Leftrightarrow 1$ mol H_2SO_4).

- e)** Vääveltrioksiidi reageerimine veega on väga eksotermiline protsess ja tekkiiv väävelhapet lahus aurustub eralduva soojuse toimetel.

4. a) Tiitrimisel toimub reaktsioon:



Leiame tiitrimiseks kasutatava väävelhappe lahuse molaarse kontsentratsiooni:

$$c(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{1}{2} \cdot 10 \text{ cm}^3 \cdot 0,1 \text{ M} / 10 \text{ cm}^3 = 0,0500 \text{ M}$$

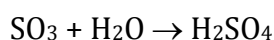
Leiame 10 cm³ ooleumise H₂SO₄ ja vaba SO₃ moolide arvud:

$$m(\text{ooleum}) = 10 \text{ cm}^3 \cdot 1,98 \text{ g/cm}^3 = 19,8 \text{ g}$$

$$n(\text{vaba SO}_3) = 19,8 \text{ g} \cdot 0,37 / 80,06 \text{ g/mol} = 0,0915 \text{ mol}$$

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4 \text{ ooleumis}) = 19,8 \text{ g} \cdot (1 - 0,37) / 98,08 \text{ g/mol} = 0,127 \text{ mol}$$

Ooleumi lahjenamisel toimub reaktsioon:



Leiame väävelhappe moolide arvu valmistavas 0,05 M lahuses:

$$n(0,05 \text{ M H}_2\text{SO}_4) = n(\text{vana SO}_3) + n(\text{H}_2\text{SO}_4 \text{ ooleumis}) = 0,0915 \text{ mol} + 0,127 \text{ mol} = 0,219 \text{ mol}$$

Leiame valmistatava 0,05 M väävelhappe lahuse ruumala ja massi:

$$c = n/V \Rightarrow V = n/c \quad V(0,05 \text{ M H}_2\text{SO}_4) = 0,219 \text{ mol} / 0,05 \text{ mol/dm}^3 = 4,37 \text{ dm}^3$$

$$m(0,05 \text{ M H}_2\text{SO}_4) = 4,37 \text{ dm}^3 \cdot 1 \text{ g/cm}^3 \cdot 1000 \text{ cm}^3/\text{dm}^3 = 4370 \text{ g}$$

Nüüd on võimalik leida 0,05 M väävelhappe lahuse valmistamiseks kasutava vee ruumala:

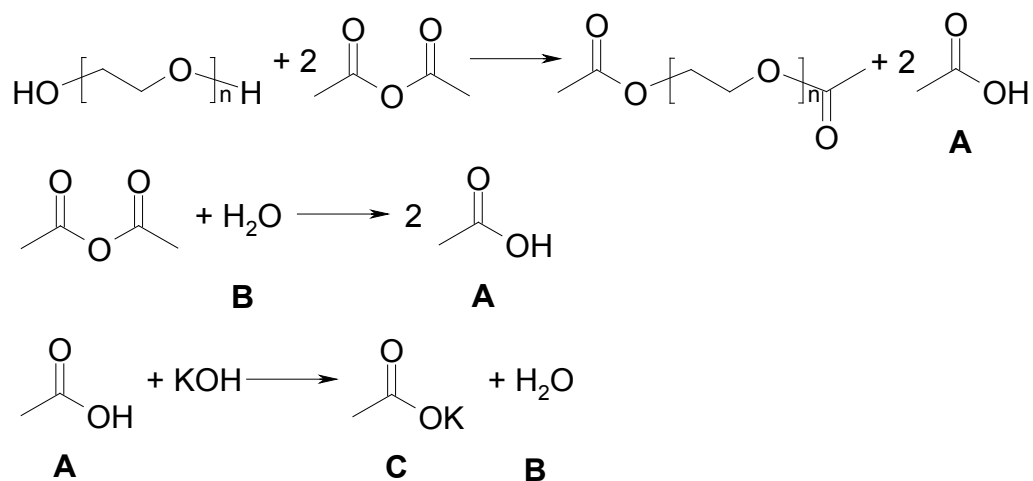
$$V(\text{H}_2\text{O}) = (4370 - 19,8) \text{ g} / 1 \text{ g/cm}^3 = 3350 \text{ cm}^3 \approx 4400 \text{ cm}^3$$

b)

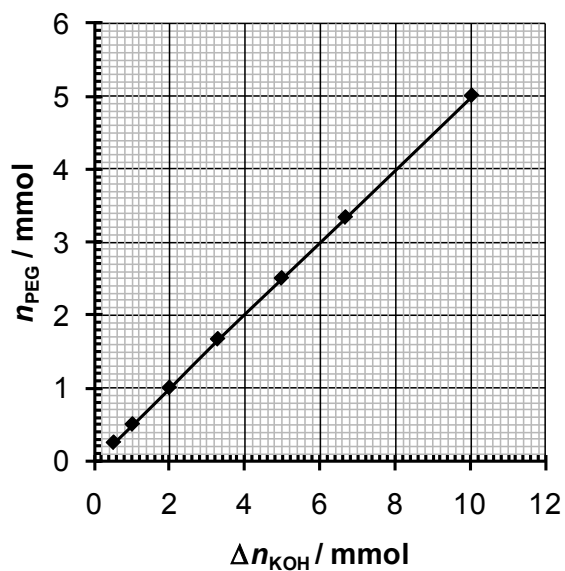
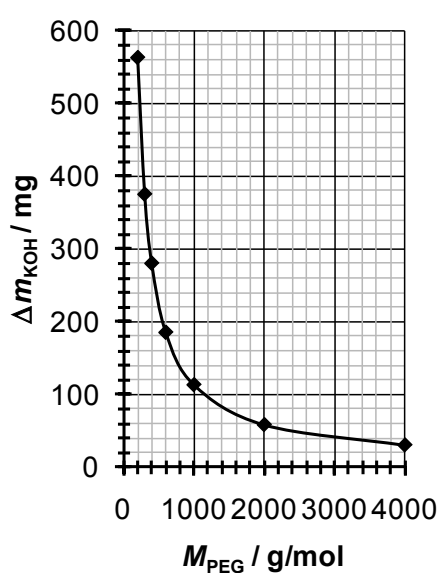
Indikaator	Happe liig (pH < 7)	Neutraalne lahus (pH ≈ 7)	Leelise liig (pH > 7)
Fenoolftaleiin	Värvusetu	Värvusetu	Lillakasroosa
Lakmus	Punane	Lilla	Sinine
Metüüloranž	Punane	Kollane	Kollane

- c) Ooleumi transporditakse terasest tsisternides, sest raud passiveerub kontsentreeritud väävelhappe toimel ja tsistern ei korrodeeru.
- d) Ei. Kuna vee tihedus on väiksem, siis jääb vesi ooleumi pinnale, kus toimub lokaalne ülekuumenemine, mille tulemusel võib väävelhappe lahus kolvist välja pritsida ja eralduva kuumuse arvelt kolvi lõhkuda.

5. a)



b) c)



Leiame PEG-i ja KOH moolide arvud.

M _{PEG} / g/mol	Δm _{KOH} / mg	n _{PEG} / mmol	Δn _{KOH} / mmol	n _{PEG} /Δn _{KOH}
200	563	5,00 ⁽¹⁾	10,03 ⁽²⁾	0,50 ⁽³⁾
300	375	3,33	6,68	0,50
400	280	2,50	4,99	0,50
600	185	1,67	3,30	0,51
1000	113	1,00	2,01	0,50
2000	58	0,50	1,03	0,48
4000	30	0,25	0,53	0,47

$$^{(1)} n_{\text{PEG}} = 1 \text{ g} / 200 \text{ g/mol} \cdot 1000 \text{ mmol/mol} = 5 \text{ mmol}$$

$$^{(2)} \Delta n_{\text{KOH}} = 563 \text{ mg} / 56,11 \text{ g/mol} = 10,0 \text{ mmol}$$

$$^{(3)} n_{\text{PEG}} / \Delta n_{\text{KOH}} = 5 \text{ mmol} / 10 \text{ mmol} = 0,5$$

Sõltuvus on lineaarne ja selle tõus on 1/2 s.t 1 mooli PEG-iga võib liituda 2 mooli atsetüülühmi ehk 1 mool PEG-i sisaldab 2 mooli hüdroksüülühmi.

$$\mathbf{d)} M_{\text{PEG}} = 1 \text{ g} / (\frac{1}{2} \cdot 33,5 \text{ mg}) / 56,11 \text{ g/mol} = 3,350 \text{ g/mmol} = 3350 \text{ g/mol}$$

$$N(\text{PEG}) = \frac{M(\text{PEG}) - M(\text{OH}) - A(\text{H})}{M(\text{C}_2\text{H}_4\text{O})} = \frac{3350 - 18}{44,06} = 76$$

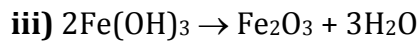
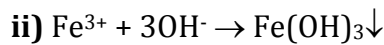
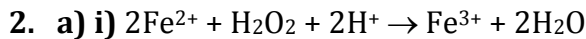
47. VIIIE KOOLI VÕISTLUS

1.

2-propanool	Signaalide suhe	Sisalduste suhe
0,15	$40/60 = 0,66$	$0,15/0,1 = 1,5$
0,28	$87/70 = 1,24$	$0,28/0,1 = 2,8$
X	$60/50 = 1,20$	$x/0,1 = 2,7$

Proovi signaalide suhtele ($50/60 = 1,2$) vastab sisalduse suhe 2,7.

$$X = 0,25\%$$



b) Lähtudes täpselt ühest liitrist veest, mille kareduskraad on $20^0(10^0 + 10^0)$

$$m(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 10 \cdot 0,01424 \text{ g} = 0,1424 \text{ g}$$

$$n(\text{FeO}) = 2/1 \cdot 0,1424 \text{ g} \cdot 1\text{mol}/159,7 \text{ g} = 0,001783 \text{ mol}$$

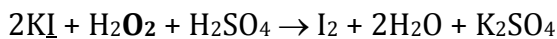
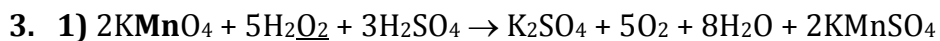
$$m(\text{FeO}) = 0,001783 \text{ mol} \cdot 71,85 \text{ g/mol} = 0,1281 \text{ g}$$

$$\text{Kareduskraad}(\text{FeO}) = 0,1281 \text{ g} \cdot 1^0/0,01281 \text{ g} = 10^0$$

$$\text{Kareduskraad}(\text{CaO}) = 20^0 - 10^0 = 10^0$$

$$n(\text{CaO}) = 10^0 \cdot 0,01 \text{ g}/1^0 \cdot 1\text{mol}/56,08 = 0,001783 \text{ mol}$$

$$n(\text{FeO})/n(\text{CaO}) = 0,001783/0,001783 = 1 : 1$$



Allajoonitud on redutseerijad, rasvaselt tähistatud oksüdeerijad.

2) i) Enne on näha kaaliumpermanganaadiga joonistatud roosa kiri. Kaaliumjodiidi näha pole, kuna see on värvitu.

ii), iii) Pärast sukeldumist permanganaat reageerib (kiri muutub värvituks), samal ajal ilmub nähtavale sinine jodiidiga kirjutatud rida, kuna tekkiv jood (muidu kollane) annab tärklisega sinise kompleksi.

4. a) A – Ca, kaltsium (20)

B – Cu, vask (23)

C – Ga, gallium (31)

D – Nd, neodüüm (60)

E – Li, liitium (3)

F – Au, kuld (79)

G – Sn, tina (50)

b) B – Cu (I, II)

F – Au (I, III)

G – Sn (II, IV)

c) i) $Nd/Ca = 60/20 = 3$

$Nd/Li = 60/3 = 20$

ii) $Au = Cu + Sn$; vastavalt $79 = 29 + 50$

$Nd = Cu + Ga$; vastavalt $60 = 29 + 31$

5. a) $n(A) = 5,90 \text{ dm}^3 \cdot 1 \text{ mol}/29,0 \text{ dm}^3 = 0,200 \text{ mol}$

$M(A) = (17,6 \text{ g} + 10,8 \text{ g} - 19,2 \text{ g}) \cdot 1/0,2 \text{ mol} = 46,0 \text{ g/mol}$

b) $n(C) = 1/1 \cdot 1/0,2 \cdot 17,6 \cdot 1 \text{ mol}/44 \text{ g} = 2,0 \text{ mol}$

$n(H) = 2/1 \cdot 1/0,2 \cdot 10,8 \cdot 1 \text{ mol}/18 \text{ g} = 6,0 \text{ mol}$

$n(O) = [46 \text{ g} - (2 \text{ mol} \cdot 12 \text{ g/mol} - 6 \text{ mol} \cdot 1 \text{ g/mol})] \cdot 1 \text{ mol}/16 \text{ g} = (46 \text{ g} - 24 \text{ g} - 6 \text{ g}) \cdot 1 \text{ mol}/16 \text{ g} = 1 \text{ mol}$

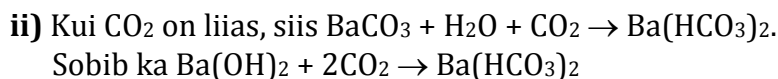
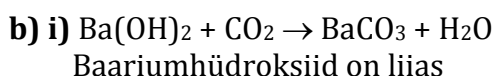
c) i) C_2H_6O

ii) H_3COCH_3 , C_2H_5OH

iii) dimetüüleeter, metüüleeter, etanool

48. VIIIE KOOLI VÕISTLUS

1. a) $n[\text{Ba}(\text{OH})_2] = \frac{100 \text{ g} \cdot 0,015}{171,3 \text{ g/mol}} = 0,08756 \text{ mol} \approx 0,0876 \text{ mol}$



c) i) $n(\text{CO}_2) = n(\text{BaCO}_3) = \frac{13,23 \text{ g}}{197,4 \text{ g/mol}} = 0,06702 \text{ mol} \approx 0,0670 \text{ mol}$

ii) CO_2 liiaga reageerides $0,0876 \text{ mol} - 0,0670 \text{ mol} = 0,0206 \text{ mol}$. $\text{Ba}(\text{OH})_2$, millest moodustus sama hulk $\text{Ba}(\text{HCO}_3)_2$.

$$n_{\text{ii}}(\text{CO}_2) = 0,0670 \text{ mol} + n[\text{CO}_2; \text{Ba}(\text{HCO}_3)_2]$$

$$n[\text{CO}_2; \text{Ba}(\text{HCO}_3)_2] = 2 \cdot 0,0206 \text{ mol} = 0,0412 \text{ mol}$$

$$n_{\text{ii}}(\text{CO}_2) = 0,0670 \text{ mol} + 0,0412 \text{ mol} = 0,108 \text{ mol}$$

2. a) $M(\text{A}) = (128 \text{ g} + 40 \text{ g})/\text{mol} = 88 \text{ g/mol}$

b) $n(\text{C}) = \frac{88 \text{ g}}{1 \text{ g}} \cdot \frac{2 \text{ g}}{44,0 \text{ g/mol}} \cdot 1 \frac{\text{mol}}{\text{mol}} = 3,99 \text{ mol} \approx 4 \text{ mol}$

$$n(\text{H}) = \frac{88 \text{ g}}{1 \text{ g}} \cdot \frac{0,818 \text{ g}}{18 \text{ g/mol}} \cdot 2 \frac{\text{mol}}{\text{mol}} = 7,99 \text{ mol} \approx 8 \text{ mol}$$

$$m(\text{C}) = 4 \text{ mol} \cdot 12 \text{ g/mol} = 48 \text{ g}$$

$$m(\text{H}) = 8 \text{ mol} \cdot 1 \text{ g/mol} = 8 \text{ g}$$

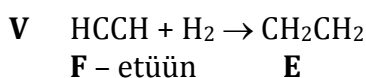
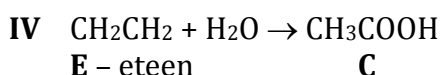
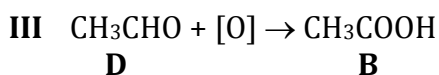
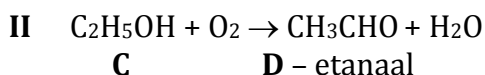
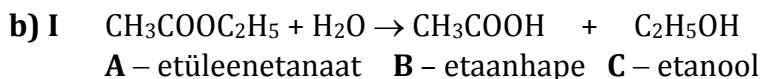
$$m(\text{O}) = 88 \text{ g} - 48 \text{ g} - 8 \text{ g} = 32 \text{ g}$$

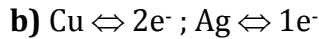
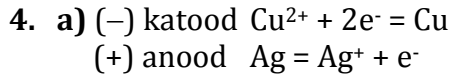
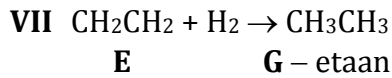
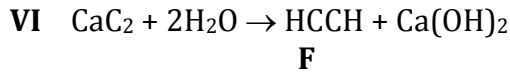
$$n(\text{O}) = 32 \text{ g} \cdot 1 \text{ mol}/16 \text{ g} = 2 \text{ mol}$$

Ühendi **A** brutovalem on $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$.

c) Ühendi **A** lihtsustatud struktuurvalem on $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$.

3. a) $M(\text{G}) = 15 \cdot 2 = 30$. Et ühend **G** on küllastunud süsivesinik, siis seal saab olla ainult 2 süsiniku aatomit. Muutuste II–VII korral süsiniku aatomite arv ei muutu. Ka CaCl_2 kaks süsiniku aatomit tõestavad molekulides **B–G** süsiniku aatomite sama arvu.





Katood $\Delta m(\text{Cu}) = \frac{1}{2} n(\text{e}^-) \cdot 63,5 \text{ g/mol}$

Anood $\Delta m(\text{Ag}) = -n\text{e}^- \cdot 108 \text{ g/mol}$

c) $-0,06 \text{ g} = n(\text{e}^-) \cdot (31,75 \text{ g} - 108 \text{ g}) \cdot \frac{1}{\text{mol}}$

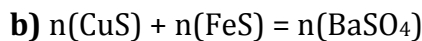
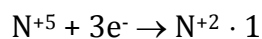
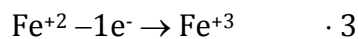
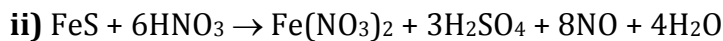
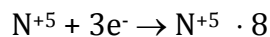
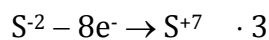
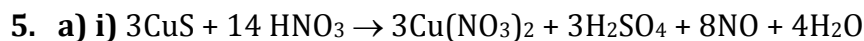
$$n(\text{e}^-) = \frac{0,06}{76,25} \text{ mol} \approx 7,868 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

Katood $\Delta m(\text{Cu}) = \frac{1}{2} \cdot 7,868 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot 63,5 \text{ g/mol} \approx 0,0250 \text{ g}$

Anood $\Delta m(\text{Ag}) = -7,868 \cdot 10^{-4} \cdot 108 \text{ g/mol} \approx 0,0850 \text{ g}$

d) $7,868 \cdot 10^{-4} \text{ mol} = \frac{125 \text{ s} \cdot I}{96500 \text{ A} \cdot \text{s}} \cdot \text{mol}$

$$I = \frac{7,868 \cdot 10^{-4}}{125} \cdot 96500 \text{ A} \approx 0,607 \text{ A}$$



$$n(\text{BaSO}_4) = 10,503 \text{ g} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{233,4 \text{ g}} = 0,04500 \text{ mol}$$

$$m(\text{FeS}) = 4,1865 \text{ g} - m(\text{CuS})$$

$$n(\text{CuS}) + \frac{4,1865 \text{ g} - n(\text{CuS}) \cdot 95,60 \text{ g/mol}}{87,91 \text{ g/mol}} = 0,045 \text{ mol}$$

$$n(\text{CuS}) \cdot 87,91 \text{ g/mol} + 4,1865 \text{ g} - n(\text{CuS}) \cdot 95,60 \text{ g/mol} = 0,045 \text{ mol} \cdot 87,91 \text{ g/mol}$$

$$87,91 \cdot n(\text{CuS}) \cdot \frac{1}{\text{mol}} \cdot 95,60 - n(\text{CuS}) \cdot \frac{1}{\text{mol}} = -4,1865 + 3,9560$$

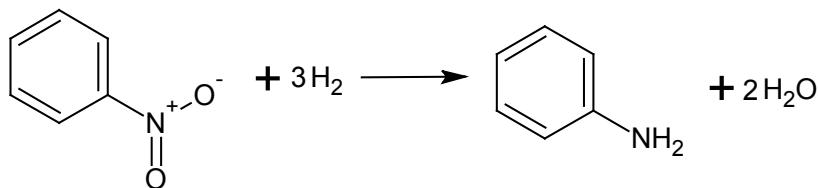
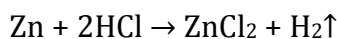
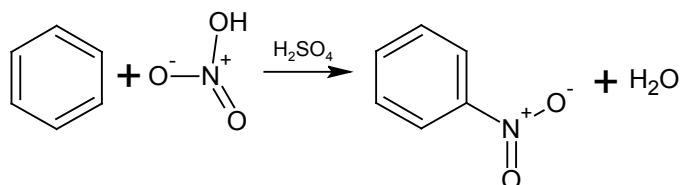
$$-7,69n(\text{CuS}) \cdot \frac{1}{\text{mol}} = -0,2305$$

$$n(\text{CuS}) = 0,02997 \text{ mol} \approx 0,0300 \text{ mol}$$

$$\% \text{mol}(\text{CuS}) = \frac{0,0300}{0,04500} \cdot 100 \approx 66,7$$

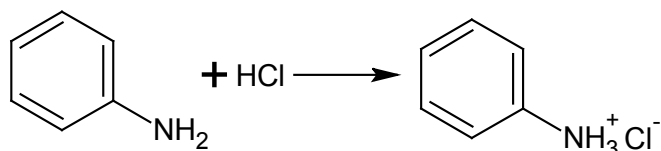
49. VIIIE KOOLI VÕISTLUS

1.



$M(\text{benseen}) = 78,1 \text{ g/mol}$; $M(\text{aniliin}) = 93,1 \text{ g/mol}$

$m(\text{aniliin, teor.}) = 20,0 \text{ g} / 78,1 \cdot 93,1 = 23,8 \text{ g}$



$m(\text{aniliin, eksp.}) = 0,032 \text{ L} \cdot 0,100 \text{ M} \cdot 93,1 \text{ g/mol} / 5\% \cdot 100\% = 5,96 \text{ g}$

$\%(\text{saagis}) = 5,96 \text{ g} \cdot 100 / 23,8 \text{ g} = 25,0$

2. a)

A – HCHO, metanaal, formaldehüüd;

B – Cu₂O, vask(I)oksiid;

C – HCOOH, metaanhape, sipelghape;

D – CO, süsinikoksiid, vingugaas.

b) Aldehüüdid.

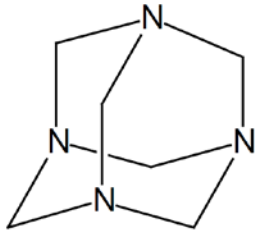
c) Gaas.

d) Nt. $\text{CH}_3\text{OH} + 0,5\text{O}_2 \rightarrow \text{HCHO} + \text{H}_2\text{O}$

e) i) $\text{HCHO} + 2\text{CuO} \rightarrow \text{HCOOH} + \text{Cu}_2\text{O}$;

ii) $\text{HCHO} + \text{Ag}_2\text{O} \rightarrow \text{HCOOH} + 2\text{Ag}\downarrow$;

iii) väävelhappe juuresolekul: $\text{HCOOH} \rightarrow \text{CO}\uparrow + \text{H}_2\text{O}$



f)

3. a) X – väävel (S);

B – divesiniksulfiid (H_2S);

C – vääveldioksiid (SO_2);

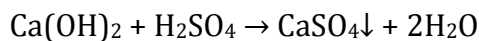
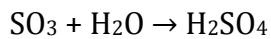
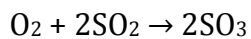
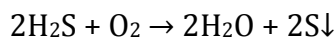
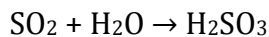
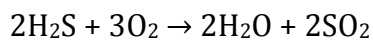
D – vääveltrioksiid (SO_3);

E – väävelhape (H_2SO_4);

F – kaltsiumsulfaat (CaSO_4);

M – väävlishape (H_2SO_3).

b) $\text{S} + \text{H}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{S}$



c) $M(\text{CaSO}_4) = 136 \text{ g/mol}$

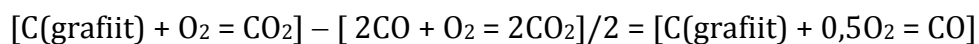
$$\%(\text{Ca}) = 40 / 136 \cdot 100 = 29,4$$

$$\%(\text{O}) = 64 / 136 \cdot 100 = 47,1$$

$$\%(\text{S}) = 32 / 136 \cdot 100 = 23,5$$

$$29,4 + 47,1 + 23,5 = 100,0$$

4. a) $\Delta H^\circ_f(\text{CO}_2) = \Delta H^\circ_c(\text{grafiit}) = -393 \text{ kJ/mol}$ [f – tekkimine; c – põlemine]



$$-393 \text{ kJ/mol} - (-566 \text{ kJ/mol})/2 = -110 \text{ kJ/mol} = \Delta H^\circ_f(\text{CO})$$

b) $n(\text{C}) = 1000 \text{ g} / 12 \text{ g/mol} = 83,3 \text{ mol}$

$$n(\text{CO}) = x; n(\text{CO}_2) = 83,3 \text{ mol} - x$$

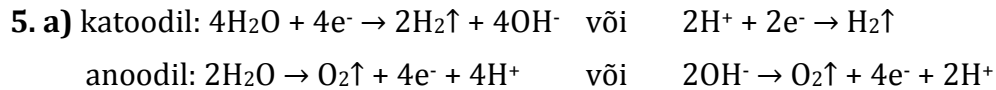
$$m(\text{CO}) = 28x; m(\text{CO}_2) = 44(83,3 - x)$$

$$m(\text{CO}) = 4 \cdot m(\text{CO}_2)$$

$$28x = 4 \cdot 44 \cdot (83,3 - x)$$

$$n(\text{CO}) = 71,9 \text{ mol}; n(\text{CO}_2) = 11,4 \text{ mol}$$

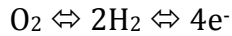
c) $Q = 71,9 \text{ mol} \cdot 110 \text{ kJ/mol} + 11,4 \text{ mol} \cdot 393 \text{ kJ/mol} = 12,4 \text{ MJ}$



b) $750 \text{ mm Hg} = 750/760 = 0,9868 \text{ atm}$

$$n(\text{gaas}) = pV/RT = 0,9868 \text{ atm} \cdot 1 \text{ L} / (0,08206 \cdot 293,15 \text{ K}) = 0,04102 \text{ mol}$$

Paukgaasis on üks kolmandik hapnikku ja kaks kolmandikku vesinikku.



$$n(\text{e}^-) = 0,04102 \text{ mol} / 3 \cdot 4 = 0,05470 \text{ mol}$$

$$t = 0,05470 \text{ mol} \cdot 96\,485 \text{ C/mol} / 3,50 \text{ C/s} = 1508 \text{ s} = 25,1 \text{ min}$$

c) $m(\text{lagunenud vesi}) = 100 \text{ g} - (20 \text{ g}/17\% \cdot 83\%) = 2,353 \text{ g}$

$$n(\text{lagunenud vesi}) = 2,353 \text{ g} / 18 \text{ g/mol} = 0,1307 \text{ mol}$$

Ühe veemolekuli lagundamiseks kulub 2 elektroni.

$$t = 0,1307 \text{ mol} \cdot 2 \cdot 96\,485 \text{ C/mol} / 3,50 \text{ C/s} = 7207 \text{ s} = 2,00 \text{ h}$$