

TARTU ÜLIKOOL
TÄPPISTEADUSTE KOOL

45.
KEEMIA OLÜMPIAAD

KOOSTANUD

REIN PULLERITS

TARTU 1998

SISUKORD

Eesti keemiaolümpiaadi ülesanded ja lahendused	
8. klass	3
8. klassi piirkondliku vooru ülesanded	3
8. klassi piirkondliku vooru ülesannete lahendused	4
9. klass	6
9. klassi piirkondliku vooru ülesanded	6
9. klassi vabariikliku vooru ülesanded	7
9. klassi piirkondliku vooru ülesannete lahendused	9
9. klassi vabariikliku vooru ülesannete lahendused	12
10. klass	15
10. klassi piirkondliku vooru ülesanded	15
10. klassi vabariikliku vooru ülesanded	17
10. klassi piirkondliku vooru ülesannete lahendused	19
10. klassi vabariikliku vooru ülesannete lahendused	22
11. klass	25
11. klassi piirkondliku vooru ülesanded	25
11. klassi vabariikliku vooru ülesanded	27
11. klassi piirkondliku vooru ülesannete lahendused	29
11. klassi vabariikliku vooru ülesannete lahendused	32
12. klass	37
12. klassi piirkondliku vooru ülesanded	37
12. klassi vabariikliku vooru ülesanded	40
12. klassi piirkondliku vooru ülesannete lahendused	41
12. klassi vabariikliku vooru ülesannete lahendused	47
Vabariikliku vooru praktilised tööd	51
9. klass - Vesinikkloriidi massi määramine kindla kontsentratsiooniga naatriumhüdroksiidi lahuse abil (tiitrimine)	51
10. klass - Raud(II)ioonide massi määramine permanganatomeetriliselt	51
11. ja 12. klass - Raud(II)ioonide massi määramine permanganato-meetriliselt	52
11. ja 12. klass - Para-hüdroksüatsetaniliidi valmistamine	52
Keemiaülesannete lahendamise lahtine võistlus	53
Noorem aste (9. ja 10. klass)	53
Vanem aste (11. ja 12. klass)	55
Ülesannete lahendused	57
Noorem aste (9. ja 10. klass)	57
Vanem aste (11. ja 12. klass)	60
Viie kooli kohtumise ülesanded	64
Ülesannete lahendused	66
Edukamad esinejad 44. keemiaolümpiaadil	69
Valikvõistluse tulemused	70
Eesti võistkond IV Balti keemiaolümpiaadil	70
Eesti võistkond 29. RKO-I	70

Ülesannete autorid:

K.Kilk, K.Klaar, H.Laus, L.Mölder, N.Nekrassova, R.Pullerits, A.Samussenko, T.Silk, O.Tšubrik, K.Viht

Kogumiku vormistas M.Moldau

*Kogumiku väljaandmist toetas
TÜ keemiaosakond*

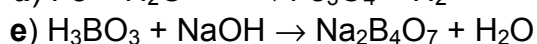
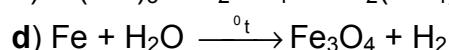
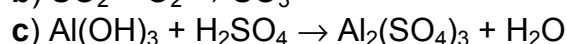
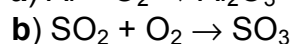
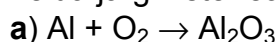
**EESTI KEEMIAOLÜMPIAADI ÜLESANDED
JA LAHENDUSED**

8. KLASS

8. klassi piirkondliku vooru ülesanded

1. Anda katsevahendite ja nõude nimetused:

2. Leida järgmiste reaktsioonivõrrandite kordajad:



3. Süsinikust ja vesinikust koosneva ühendi täielikul põlemisel on reaktsioonisaadusteks süsinikdioksiid ja vesi.

a) Mitu molekuli CO_2 ja mitu molekuli H_2O tekib ühe molekuli C_8H_{10} põlemisel?

b) Leida CO_2 ja H_2O molekulmassid (M_r) ja molekuli massid (amü/molekul).

c) Leida ühe molekuli C_8H_{10} põlemisel tekkivate saaduste massid (amü).

d) Mitu korda on selles reaktsioonis tekkinud süsinikdioksiidi mass suurem kui tekkinud vee mass?

e) Kirjutada ühendi C_8H_{10} põlemisreaktsiooni võrrand (aatommassid: H - 1; C - 12; O - 16).

4. a) Kirjutada järgmiste ühendite valemid: 1) vask(II)oksiid; 2) naatriumhüdroksiid; 3) väävelhape; 4) lämmastikhape; 5) raud(III)oksiid.

b) Anda järgmistele valemitele vastavad nimetused: 1) ZnCl_2 ; 2) CaCO_3 ; 3) FeCl_3 ; 4) H_3PO_4 ; 5) B_2O_3 .

5. 11,2 grammi CaO reageerib 25,2 grammi HNO_3 -ga (aatommassid: H - 1; N - 14; O - 16; Ca - 40).

a) Kirjutada reaktsioonivõrrand.

b) Leida CaO ja HNO_3 molaarmassid ja reaktsioonisaaduste molaarmassid (g/mol).

c) Mitu mooli CaO ja HNO_3 osales selles reaktsioonis?

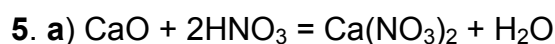
d) Mitu grammi milliseid reaktsioonisaadusi tekkis?

6. 60,3 g piiritust (C₂H₅OH) lahjendati veega 250,0 cm³-ni. Lahjendamine tehti mõõtkolvis, mille mass tühjalt ja lahusega on vastavalt 100,5 g ja 341,5 g (aatommassid: H - 1,0; C - 12,0; O - 16,0).
- Mitu mooli piiritust on 250 cm³-lises mõõtkolvis, mis on ülalnimetatud lahusega täidetud määrgini?
 - Mitu mooli piiritust oleks sama koostisega lahuses, mille ruumala on 1,00 dm³?
 - Arvutada vaadeldava lahuse tihedus (g/cm³).
 - Arvutada piirituse protsendiline sisaldus (massiprotsentides) vaadeldavas lahuses.
 - Mitu grammi piiritust ja vett tuleks võtta, et saada 850 cm³ sama koostisega lahust?
- Märkus:** Piirituse vesilahus on väiksema tihedusega kui vesi.

8. klassi piirkondliku vooru ülesannete lahendused

- | | |
|------------------|-------------------|
| 1) keeduklaas | 6) gaasipõleti |
| 2) lehter | 7) seisukolb |
| 3) mensuur | 8) ümarkolb |
| 4) tiiglitangid | 9) kooniline kolb |
| 5) Kippi aparaat | 10) mõõtekolb |
- $4\text{Al} + 3\text{O}_2 = 2\text{Al}_2\text{O}_3$
 - $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 = 2\text{SO}_3$
 - $2\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 6\text{H}_2\text{O}$
 - $3\text{Fe} + 4\text{H}_2\text{O} = \text{Fe}_3\text{O}_4 + 4\text{H}_2$
 - $4\text{H}_3\text{BO}_3 + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 + 7\text{H}_2\text{O}$
- $\text{C}_8\text{H}_{10} \rightarrow 8\text{CO}_2 + 5\text{H}_2\text{O}$
 - | | |
|--------------------------------|--|
| $M_r(\text{CO}_2) = 44$ | $m(\text{CO}_2) = 44 \text{ amü/molekul}$ |
| $M_r(\text{H}_2\text{O}) = 18$ | $m(\text{H}_2\text{O}) = 18 \text{ amü/molekul}$ |
 - $$m(\text{CO}_2) = 8 \text{ molekuli} \cdot 44 \frac{\text{amü}}{\text{molekul}} = 352 \text{ amü}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 5 \text{ molekuli} \cdot 18 \frac{\text{amü}}{\text{molekul}} = 90 \text{ amü}$$
 - $$\frac{352 \text{ amü}}{90 \text{ amü}} = 3,91 \text{ korda} \approx 3,9 \text{ korda}$$
 - $2\text{C}_8\text{H}_{10} + 21\text{O}_2 = 16\text{CO}_2 + 10\text{H}_2\text{O}$
- | | | |
|---------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| 1) CuO | 3) H ₂ SO ₄ | 5) Fe ₂ O ₃ |
| 2) NaOH | 4) HNO ₃ | |
 - | | | |
|----------------------|---------------------|--------------------|
| 1) tsinkkloriid | 3) raud(III)kloriid | 5) diboortrioksiid |
| 2) kaltsiumkarbonaat | 4) fosforhape | |



b) $M(\text{CaO}) = 56 \text{ g/mol}$ $M[\text{Ca}(\text{NO}_3)_2] = 164 \text{ g/mol}$
 $M(\text{HNO}_3) = 63 \text{ g/mol}$ $M(\text{H}_2\text{O}) = 18 \text{ g/mol}$

c) $n(\text{CaO}) = 11,2 \text{ g} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{56 \text{ g}} = 0,20 \text{ mol}$

$n(\text{HNO}_3) = 25,2 \text{ g} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{63 \text{ g}} = 0,40 \text{ mol}$

d) Lähteained on ekvivalentsetes vahekorras. Saadusainete massi võib leida nii esimese kui teise lähteaine järgi



$n[\text{Ca}(\text{NO}_3)_2] = n(\text{CaO}) \cdot \frac{1 \text{ Ca}(\text{NO}_3)_2}{1 \text{ CaO}}$

$m[\text{Ca}(\text{NO}_3)_2] = \frac{1}{1} \cdot 0,20 \text{ mol} \cdot 164 \text{ g/mol} = 32,8 \text{ g} \approx 33 \text{ g}$

$m(\text{H}_2\text{O}) = \frac{1}{2} n(\text{HNO}_3) \cdot 18 \text{ g/mol} = \frac{1}{2} \cdot 0,40 \text{ mol} \cdot 18 \text{ g/mol} = 3,6 \text{ g}$

Märkus: Vastus $m[\text{Ca}(\text{NO}_3)_2] = 32,8 \text{ g}$ lugeda õigeaks.

6. a) $n(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 60,3 \cdot \frac{1 \text{ mol}}{46,0 \text{ g}} = 1,31 \text{ mol}$

b) $250 \text{ cm}^3 \text{ (lahus)} \Leftrightarrow 1,31 \text{ mol (piiritus)}$

$n(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 1,00 \text{ liitrit} \cdot \frac{1000 \text{ cm}^3}{1 \text{ liiter}} \cdot \frac{1,31 \text{ mol}}{250 \text{ cm}^3} = 5,24 \text{ mol}$

c) $m(\text{lahus}) = 341,5 \text{ g} - 100,5 \text{ g} = 241,0 \text{ g}$

$\rho(\text{lahus}) = \frac{241,0 \text{ g}}{250,0 \text{ cm}^3} = 0,9640 \text{ g/cm}^3$

d) massiprotsent $\%(\text{piiritus}) = \frac{60,3 \text{ g}}{241 \text{ g}} \cdot 100 = 25,0$

e) *I variant:*

$m(\text{H}_2\text{O}) = 241,0 \text{ g} - 60,3 \text{ g} = 180,7 \text{ g}$

$250,0 \text{ cm}^3 \text{ (lahus)} \Leftrightarrow 60,3 \text{ g (piiritus)}$

$m(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 850 \text{ cm}^3 \text{ (lahus)} \cdot \frac{60,3 \text{ g (piiritus)}}{250,0 \text{ cm}^3 \text{ lahus}} = 205 \text{ g}$

$250,0 \text{ cm}^3 \text{ (lahus)} \Leftrightarrow 180,7 \text{ g (H}_2\text{O)}$

$m(\text{H}_2\text{O}) = 850 \text{ cm}^3 \text{ (lahus)} \cdot \frac{180,7 \text{ g (H}_2\text{O)}}{250,0 \text{ cm}^3 \text{ (lahus)}} = 614,38 \text{ g} \approx 614 \text{ g}$

II variant

$$m(\text{lahus}) = 850 \text{ cm}^3 \cdot 0,9640 \text{ g/cm}^3 = 819,4 \approx 819 \text{ g}$$

$$m(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 819 \text{ g} \cdot 0,250 = 204,75 \text{ g} \approx 205 \text{ g}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 819 \text{ g} \cdot 0,750 = 614,25 \text{ g} \approx 614 \text{ g}$$

9. KLASS

9. klassi piirkondliku vooru ülesanded

- Leida väävli sisaldus massiprotsentides:
 - püriidimaagis, mis peale rauddisulfiidi sisaldab 20,0 % lisandeid, kus väävlit ei ole;
 - fotokinnitina kasutatavas hüposulfitis ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$);
 - lahuses, kus 25,0 g hüposulfitit ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) on lahustatud 100 grammis vees.
 $M(\text{FeS}_2) = 120 \text{ g/mol}$, $M(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 284 \text{ g/mol}$.
- $0,220 \text{ dm}^3$ 17,0 %-list ammoniaagi (NH_3) vesilahust ($0,935 \text{ g/cm}^3$) neutraliseeritakse täielikult 44,0 %-lise väävelhappe lahusega ($1,34 \text{ g/cm}^3$).
 - Kirjutada reaktsioonivõrrand.
 - Avaldada ammoniaagi ja väävelhappe mass grammides.
 - Kirjutada (arvutada) ammoniaagi ja väävelhappe molaarmass.
 - Leida vajaminev väävelhappe lahuse ruumala kuupsentimeetrites.
- Soola koostises on 25,4 % vaske, 12,9 % väävlit, 25,6 % hapnikku ja 36,1 % kristallvett (massiprotsentides).
 - Leida soolas sisalduvate elementide ja vee moolide suhted.
 - Leida lihtsaim molekulaarvalem.
 - Milline on soola valem? Anda tema nimetus.
- Kaks täpselt ühesuguse ruumalaga anumad on omavahel ühendatud kraaniga. Üks nendest on täidetud veega ja teine HCl-i ja N_2 seguga moolivahekorras 4 : 1. Anumate temperatuur on 4°C ja gaasisegu rõhk on 5,00 atm. Kraani avamisel HCl lahustub täielikult. N_2 lahustumine jätta tähelepanuta.
 - Leida gaasi molaarruumala 4°C ja 5 atm korral.
 - Avaldada HCl-i hulk ja mass anuma ruumala järgi.
 - Avaldada lahuse mass anuma ruumala järgi.
 - Arvutada saadud lahuses HCl-i massiprotsendiline sisaldus.
 $p \cdot V = n \cdot R \cdot T$, kus $R = 0,0820$ (ühiku saab tuletada gaasi olekuvõrrandist).
- Lahus sisaldas lämmastikhapet ja väävelhapet. Selle lahuse neutraliseerimiseks kulus 36,0 g 30,0 %-list NaOH lahust. Saadud lahusele BaCl_2 lahuse lisamisel (ülehuulgas) tekkis 7,00 g sadet.
 - Kirjutada hapete neutraliseerimise reaktsioonide võrrandid.
 - Kirjutada reaktsioonivõrrand baariumkloriidiga.

- c) Leida neutraliseerimiseks kulunud naatriumhüdrosiidi hulk.
 d) Leida väävelhappe hulk.
 e) Leida lämmastikhappe hulk.
 $M(\text{BaSO}_4) = 233,4 \text{ g/mol}$.
6. Alkohoolsetes jookides väljendatakse etanooli suhtelist sisaldust mahuprotsentides (% Vol.), mis näitab puhta etanooli mahuosade arvu 100-s mahuosas lahuses. Lahustiks on vesi.
- a) Mitu grammi puhast etanooli on täpselt ühes liitris 40,0 mahuprotsendilises etanooli lahuses?
 b) Milline on 40,0 mahuprotsendilises etanooli lahuses etanooli massiprotsent?
 c) Mitu grammi 40,0 mahuprotsendilist etanooli lahust saab valmistada täpselt ühest liitrist puhtast etanoolist?
 d) Mitu liitrit 40,0 mahuprotsendilist etanooli lahust saab valmistada täpselt 1 kg-st puhtast etanoolist?
 e) Mitu liitrit vett tuleb lisada täpselt ühele liitrile puhtale etanoolile 40,0 % Vol. lahuse saamiseks?
 $\rho(\text{etanool}) = 0,794 \text{ g/cm}^3$; $\rho(\text{etanool } 40 \% \text{ Vol.}) = 0,950 \text{ g/cm}^3$; $\rho(\text{H}_2\text{O}) = 1,00 \text{ g/cm}^3$
Tähelepanu: Massid on liidetavad, mahud ei ole liidetavad.

9. klassi vabariikliku vooru ülesanded

1. II peaarühma elementide karbonaatide ekvimolaarse segu kuumutamisel moodustas järelejäänud segu mass 62 % esialgsest massist.
- a) Leida 2 mooli segu mass peale kuumutamist.
 b) Missuguste metallide karbonaadid on segus?
 c) Kirjutada lagunemisreaktsioonide võrrandid.
2. Teatud kogus fosfaani (PH_3) ja vesiniku segu juhiti läbi kahe järjestikuse kuuma toru, millest esimene oli täidetud vaselaastude ja teine vask(II)oksiidiga. Esimese toru mass suurenes 4,96 grammi võrra ja teise oma vähenes 5,76 g võrra. Nendes tingimustes on fosfaan oksüdeerijaks.
- a) Kirjutada reaktsioonide võrrandid.
 b) Leida lähtesegus sisaldunud fosfaani ja vesiniku hulk.
 c) Leida gaasi molaarruumala standardtingimustel (1 atm, 25 °C).
 d) Leida lähtesegu tihedus standardtingimustel.
3. Kloorubi on kaltsiumkloriidi ja kaltsiumhüpokloriti ekvimolaarne segu. Kloorubja saamise lähteaineteks on lubjapiim ($\text{Ca}(\text{OH})_2$ suspensioon), tahke KMnO_4 ja 69,8 cm³ 36,5 %-list (1,189 g/cm³) HCl-i lahust.
- a) Kirjutada kloorubja saamiseks kahe vajaliku reaktsiooni võrrandid (lähteained ja saadused).
 b) Leida kordajad nende reaktsioonide võrranditele.
 c) Leida saadud kloorubja mass, kui saagis soolhappe järgi on 26,0 %.

4. Sulam koosneb metallidest A ja B. Peenestatud sulamit töödeldi lahjendatud soolhappe lahuse liiga. Saadud lahuse kuivaksaurutamisel saadi tahke aine massiks 37,99 grammi. Destilleeritud vees moodustas osa sellest tahkest ainest aine C lahuse. Lahustumatuks jäi mingi punane aine D. Kontsentreeritud lämmastikhappes aine D lahustus, moodustades aine E sinakas-rohelise lahuse ja eraldus pruun gaas F. Aine C lahusele kaaliumsulfiidi lahuse lisamisel eraldus 14,45 g kollast ainet G, milles metalli oksüdatsiooniate on II.
- Kirjutada reaktsioonivõrrandid: 1) $A + HCl \rightarrow$; 2) $B + HCl \rightarrow$; 3) $D + HNO_3 \rightarrow$ 4) $C + K_2S \rightarrow$.
 - Kirjutada ainete A, B, C, D, E, F ja G valemid ja nimetused.
 - Leida ainete C ja D massid.
 - Leida sulami protsendiline sisaldus.
5. 100 cm³-le H₂O₂ lahusele (1,02 g/cm³) lisati 20,0 cm³ 0,100 mol/dm³ KMnO₄ lahust, mille tulemusena eraldus 2,016 dm³ (n.t.) hapnikku (O₂). Kuigi H₂O₂ lagunemine on katalüütiline protsess, kus katalüsaatoriks on MnO₂, tekib osa hapnikust KMnO₄ ja H₂O₂ vahelise reaktsiooni tulemusena.
- Kirjutada H₂O₂ reaktsiooni võrrand kaaliumpermanganaadiga ja H₂O₂ katalüütilise lagunemisreaktsiooni võrrandid.
 - Arvutada kogu eraldunud hapniku hulk.
 - Arvutada reaktsioonis osalenud KMnO₄ hulk ja selle reaktsiooni tulemusena eraldunud hapniku hulk.
 - Leida H₂O₂ hulk, mis reageeris KMnO₄-ga ja mis lagunes katalüütiliselt.
 - Arvutada H₂O₂ protsendiline sisaldus eeldusel, et kogu H₂O₂ lagunes ja kogu KMnO₄ redutseerus.
6. Reaktsiooninõu maht on 1,000 liitrit. Nõusse valati 100 grammi 36,5 %-list soolhapet (1,180 g/cm³). Nõu suleti hermeetiliselt, misjärel viidi soolhappega kontakti 9,00 grammi Zn (7,14 g/cm³). Arvutustel eeldada, et esialgse lahuse ja metalli ruumala võrdub lõpplahuse ruumalaga. Reaktsiooni algmomendil oli reaktoris olev õhk normaaltingimustel.
- Kirjutada reaktsioonivõrrand.
 - Arvutada reaktoris oleva gaasi hulk reaktsiooni alguses.
 - Arvutada reaktoris oleva gaasi hulk reaktsiooni lõpus.
 - Arvutada reaktoris olev rõhk reaktsiooni lõpus 20 °C juures.
 $p \cdot V = n \cdot R \cdot T$, kus $R = 0,0820$ (ühik tuleb ise leida)

9. klassi piirkondliku vooru ülesannete lahendused

1. Lähtume ühest moolist

a) $M(\text{FeS}_2) = 120 \text{ g/mol}$

$$m(\text{S}) = 2 \text{ mol} \cdot 32,1 \text{ g/mol} = 64,2 \text{ g}$$

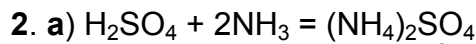
$$m(\text{püriit}) = 120 \text{ g} (\text{FeS}_2) \cdot \frac{100 (\text{püriit})}{80,0 (\text{FeS}_2)} = 150 \text{ g}$$

$$\%(\text{S}) = \frac{64,2 \text{ g (S)}}{150 \text{ g (püriit)}} \cdot 100 = 42,8$$

b) $M(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 248 \text{ g/mol}$
 $m(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 1 \text{ mol} \cdot 248 \text{ g/mol} = 248 \text{ g}$
 $m(\text{S}) = 2 \text{ mol} \cdot 32,1 \text{ g/mol} = 64,2 \text{ g}$
 $\%(\text{S}) = \frac{64,2}{284} \cdot 100 = 25,9$

c) $m(\text{lahus}) = 25,0 + 100 = 125 \text{ g}$

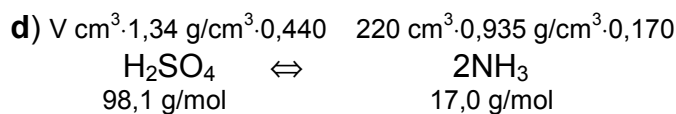
$$\%(\text{S}) = \frac{25,0 \text{ g (Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O})}{125 \text{ g (lahus)}} \cdot \frac{25,9 \text{ g (S)}}{100 \text{ g (Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O)}} \cdot 100 = 5,18$$



b) $m(\text{H}_2\text{SO}_4) = V(\text{lahus}) \text{ cm}^3 \cdot 1,34 \text{ g/cm}^3 \cdot 0,440$

$$m(\text{NH}_3) = 0,220 \text{ dm}^3 \cdot \frac{1000 \text{ cm}^3}{1 \text{ dm}^3} \cdot 0,935 \text{ g/cm}^3 \cdot 0,170$$

c) $M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98,1 \text{ g/mol}$
 $M(\text{NH}_3) = 17,0 \text{ g/mol}$



$$1,34 \cdot 0,440 V = \frac{1}{2} \cdot 220 \cdot 0,935 \cdot 0,170 \cdot \frac{1}{17,0} \cdot 98,1$$

$$V(\text{H}_2\text{SO}_4 \text{ lahus}) = \frac{1}{2} \cdot 220 \text{ cm}^3 \cdot 0,935 \text{ g/cm}^3 \cdot 0,170 \cdot \frac{1 \text{ mol}}{17,0 \text{ g}} \cdot 98,1 \text{ g/mol} \cdot \frac{1}{0,440} \cdot \frac{1 \text{ cm}^3}{1,34 \text{ g}} = 171 \text{ cm}^3$$

3. a) Lähtume 100-st grammist

$$n(\text{Cu}) = 100 \text{ g} \cdot 0,254 \cdot \frac{1 \text{ mol}}{63,5 \text{ g}} = 0,40 \text{ mol}$$

$$n(\text{S}) = 100 \text{ g} \cdot 0,129 \cdot \frac{1 \text{ mol}}{32,1 \text{ g}} = 0,40 \text{ mol}$$

$$n(\text{O}) = 100 \text{ g} \cdot 0,256 \cdot \frac{1 \text{ mol}}{16,0 \text{ g}} = 1,6 \text{ mol}$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = 100 \text{ g} \cdot 0,361 \cdot \frac{1 \text{ mol}}{18 \text{ g}} = 2,0 \text{ mol}$$

$$n(\text{Cu}) : n(\text{S}) : n(\text{O}) : n(\text{H}_2\text{O})$$

$$0,4 : 0,4 : 1,6 : 2$$

b) Valemis peavad aatomid suhtuma nagu täisarvud. Lihtsaima täisarvudega suhte saame olemasolevate moolide arvu korrutamisel 2,5-ga - $\text{Cu}_1\text{S}_1\text{O}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

c) Vaadeldud soolaks on vasksulfaat-5-vesi, mille rahvapärane nimetus on vasevitriol - $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

4. Tähistame anuma ruumala sümboliga V_a .

$$\text{a) } V_M = 1 \text{ mol} \cdot 0,0820 \frac{\text{atm} \cdot \text{dm}^3}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 277 \text{ K} \cdot \frac{1}{5,00 \text{ atm}} = 4,54 \text{ dm}^3 / \text{mol}$$

$$\text{b) } n(\text{HCl}) = \frac{4}{5} V_a (\text{dm}^3) \cdot \frac{1 \text{ mol}}{4,54 \text{ dm}^3} = 0,1762 \cdot V_a (\text{mol})$$

$$m(\text{HCl}) = 0,1762 \cdot V_a (\text{mol}) \cdot 36,5 \text{ g/mol} = 6,43 V_a (\text{g})$$

$$\text{c) } m(\text{lahus}) = m(\text{H}_2\text{O}) + m(\text{HCl})$$

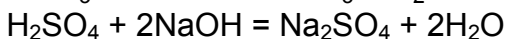
$$m(\text{H}_2\text{O}) = V_a (\text{dm}^3) \cdot 1000 \text{ g/dm}^3 = 1000 V_a (\text{g})$$

$$m(\text{lahus}) = 1006,43 V_a (\text{g})$$

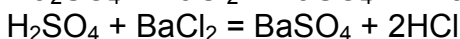
$$\text{d) } \%(\text{HCl}) = \frac{6,43 V_a (\text{g})}{1006,43 V_a (\text{g})} \cdot 100 = 0,63889 \approx 0,639$$

Märkus: 4 °C juures ei ole vee tihedus neljast tüvenumbriks täpsem. Kui lahuse massi tüvenumbrite arv on ümardatud neljani, siis lugeda see õigeks.

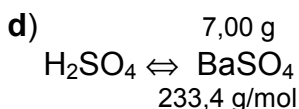
5. a) $\text{HNO}_3 + \text{NaOH} = \text{NaNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$



b) $\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{BaCl}_2 = \text{BaSO}_4 + 2\text{NaCl}$ või

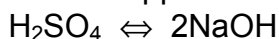


$$\text{c) } \Sigma n(\text{NaOH}) = 36,0 \text{ g} \cdot 0,300 \cdot \frac{1 \text{ mol}}{40,0 \text{ g}} = 0,270 \text{ mol}$$



$$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{1}{1} \cdot 7,00 \text{ g} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{233,4 \text{ g}} = 0,02999 \text{ mol} \approx 0,0300 \text{ mol}$$

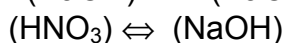
e) Väävelhappe neutraliseerimiseks kulub n' mooli NaOH



$$n'(\text{NaOH}) = \frac{2}{1} \cdot 0,0300 \text{ mol} = 0,0600 \text{ mol}$$

HNO_3 neutraliseerimiseks jääb:

$$n(\text{NaOH}) = \Sigma n(\text{NaOH}) - n'(\text{NaOH}) \Rightarrow 0,270 \text{ mol} - 0,0600 \text{ mol} = 0,210 \text{ mol}$$



$$n(\text{HNO}_3) = \frac{1}{1} \cdot 0,210 \text{ mol} = 0,210 \text{ mol}$$

6. a)

$$m(\text{etanool}) = 1 \text{ L (lahus)} \cdot \frac{1000 \text{ cm}^3}{1 \text{ L}} \cdot \frac{40,0 \text{ (etanool)}}{100 \text{ (lahus)}} \cdot 0,794 \text{ g/cm}^3 = 317,6 \text{ g} \approx 318 \text{ g}$$

$$\text{b) } m(\text{etanool } 40,0 \% \text{ Vol.}) = 1 \text{ L (lahus)} \cdot \frac{1000 \text{ cm}^3}{1 \text{ L}} \cdot 0,950 \text{ g/cm}^3 = 950 \text{ g}$$

$$\%(\text{etanool}) = \frac{317,6}{950} \cdot 100 = 33,43 \approx 33,4$$

$$\text{c) } m(\text{etanool } 40,0 \% \text{ Vol.}) = 1 \text{ L (etanool)} \cdot \frac{1000 \text{ cm}^3}{1 \text{ L}} \cdot \frac{100 \text{ (lahus)}}{40,0 \text{ (etanool)}} \cdot 0,950 \text{ g/cm}^3 = 2375 \text{ g} \approx 2380 \text{ g}$$

$$\text{d) } V(\text{etanool } 40,0 \% \text{ Vol}) = 1 \text{ kg (etanool)} \cdot \frac{1000 \text{ g}}{1 \text{ kg}} \cdot \frac{1 \text{ cm}^3}{0,794 \text{ g}} \cdot \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ cm}^3} \cdot \frac{100 \text{ (lahus)}}{40,0 \text{ (etanool)}} = 3,149 \text{ L} \approx 3,15 \text{ L}$$

e) Ühest liitrist etanoolist sai valmistada 2375 g lahust (punkt c)

$$m(\text{etanool}) = 1 \text{ L (etanool)} \cdot \frac{1000 \text{ cm}^3}{1 \text{ L}} \cdot 0,794 \text{ g/cm}^3 = 794 \text{ g}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 2375 \text{ g} - 794 \text{ g} = 1581 \text{ g}$$

$$V(\text{H}_2\text{O}) = 1581 \text{ g (H}_2\text{O)} \cdot \frac{1 \text{ cm}^3}{1,00 \text{ g}} \cdot \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ cm}^3} = 1,581 \text{ L} \approx 1,58 \text{ L}$$

10. KLASS

10. klassi piirkondliku vooru ülesanded

1. Gaasid A ja B reageerivad ainult väga kõrgel temperatuuril (~1500 °C), andes gaasi D, mille reageerimisel õhuhapnikuga tekib gaas C. Gaasi D on võimalik saada gaasi E reageerimisel hapnikuga Pt-katalüsaatori juuresolekul. Ilma katalüsaatorita tekib selles reaktsioonis gaas A ja vesi. Nii gaas E kui ka gaas C lahustuvad vees, andes aga erineva keskkonna. Gaasi C lahustumisel tekib kaks ühendit, mis mõlemad reageerivad gaasiga E, andes 2 soola F ja G. Sool F laguneb kuumutamisel, andes gaasi A ja vee. Sool G laguneb kuumutamisel, andes gaasi H ja vee. H, C ja D sisaldavad samu elemente erinevates vahekordades.

a) Identifitseerida ained A, B, C, D, E, F, G ja H.

- b) Kirjutada õigete kordajatega reaktsioonivõrrandid, märkides ka tingimused: 1) $A + B \rightarrow D$; 2) $D + O_2 \rightarrow C$; 3) $E + O_2 \rightarrow D$; 4) $E + O_2 \rightarrow A + H_2O$; 5) $E + H_2O \rightarrow$; 6) $C + H_2O \rightarrow$; 7) $E \rightarrow F$; 8) $E \rightarrow G$; 9) $F \rightarrow A + H_2O$; 10) $G \rightarrow H + H_2O$; 11) $A \rightarrow E$.
2. Alumiinium redutseerib tugevasti lahjendatud lämmastikhappe maksimaalselt.
- Millised saadused tekivad, kui lämmastikhapet on ülehulgas?
 - Kirjutada elektronide üleminekuvõrrandid.
 - Leida reaktsioonivõrrandis kordajad.
 - Leida reaktsiooniks vajalik 3,00 %-lise lämmastikhappe mass, kui saagis lämmastikhappe järgi on 40,0 % ja reaktsioonis osaleb 5,00 g alumiiniumi.
3. Vesiniku isotoopideks on prootium (H), deuteerium (D) ja triitium (T). Kui vees lahustada ainete NaT ja LiAlD₄ segu, siis tekivad vastavad hüdroksiidid ja eraldub gaas, mille tihedus He suhtes on 0,900. On teada, et gaas koosneb kahest erinevast molekulist. Ühes molekulis ei ole kahte ühesugust aatomit.
- Määrata ühendites NaT ja LiAlD₄ elementide oksüdatsiooni aste.
 - Kirjutada (õigete kordajatega) reaktsioonivõrrandid $NaT + H_2O \rightarrow$ ja $LiAlD_4 + H_2O \rightarrow$.
 - Leida ainete NaT ja LiAlD₄ protsendiline sisaldus nende segus nii mooli- kui massiprotsentides.
4. Leclanche' element on laialtkasutatav vooluallikas, milles tsinksilindrisse on paigutatud söe- ja MnO₂-pulbriga ümbritsetud söepulk. Elektrolüüdina kasutatakse küllastatud ammooniumkloriidi lahuse pastat.
- Märkida, milline elektrodidest on katood, milline anood. Märkida elektroodi laengu märk.
 - Kirjutada toimuvate elektrodreaktsioonide võrrandid.
 - Kirjutada reaktsioonivõrrand $NH_3 \cdot H_2O + Zn^{2+} \rightarrow$, kui moodustunud katioonis on tsiingi koordinatsiooni arv 4.
 - Leida elemendi teoreetiline mahtuvus (A·h), kui tsinksilindri mass on 6,54 grammi.
5. Üheks naatriumhüdroksiidi saamise meetodiks on keedusoola vesilahuse elektrolüüs. Selle protsessi kõrvalsaaduste omavahelisel reageerimisel saab toota soolhapet.
- Mitu tonni NaCl on vaja 1,00 tonni 36,5 %-lise soolhappe saamiseks?
 - Kirjutada reaktsioonivõrrandid NaCl vesilahuse elektrolüüsi katood- ja anoodprotsessi jaoks ja summaarne võrrand.
 - Märkida, milline nendest on katood- ja milline anoodprotsess ning vastava elektroodi laengu märk.
 - Kirjutada anoodruumi lahuses toimuva kõrvalreaktsiooni võrrand.
 - Kirjutada vesinikkloriidi saamise reaktsiooni võrrand.
 - Mitu kilovatt-tundi (kWh) kulub 1,00 tonni 36,5 %-lise soolhappe saamiseks, kui elektrolüüsiks kasutatav potentsiaal on 3,00 V?

6. Üks mool metalli X sulfaati kristalliseerub 18 mooli veega. 33,3 grammi kristallsoola lahustamisel saadi 111 grammi lahust, mis oli 15,4 %-line.
- Leida 33,3 grammis kristallsoolas sisalduv vee mass.
 - Leida veevaba sulfaadi molaarmass.
 - Leida metalli X molaarmass, arvestades et sulfaatioon on kahevalentne. Milline metall on X?
 - Kirjutada reaktsioonivõrrand: vaadeldav sulfaat + $K_2S + H_2O \rightarrow$.
 - Kirjutada reaktsioonivõrrand: metalli X sulfiid + $O_2 \xrightarrow{ot} \rightarrow$.

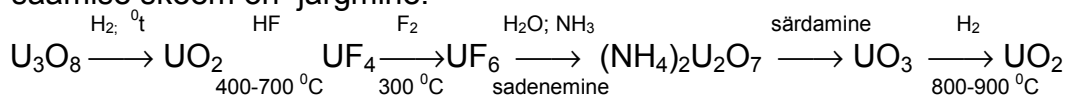
10. klassi vabariikliku vooru ülesanded

1. Oksiid A võib esineda kahe polümorfse (sama koostis, erinev kristallstruktuur) teisendina, millest üks on keemiliselt aktiivne ja teine võrdlemisi inertne. Tugeval kuumutamisel muutub aktiivne vorm passiivseks. Tugeva oksüdeerijana tuntud oranži aine B kokkusulatamisel (reduitseerimisel) väävliga tekib aine A passiivne vorm ja sool C, kus väävel on maksimaalselt oksüdeerunud. Sulatades aine A passiivse vormi koos ainega D tekib sool E ja vesi. Lahustades soola E aine D vesilahuses tekib ühend K, mille kompleksiooni tsentraalaatomi koordinatsiooniarvuks on 6. Saadud ühendi K lahuse ettevaatlikul hapustamisel sadeneb aine F, mille molekul eraldab väga kergesti ühe molekuli vett ja tekib aine G. Aine G ettevaatlikul kuumutamisel ($\sim 150^\circ C$) moodustub aine A aktiivne vorm. Aine A reduitseerimisel alumiiniumiga saadakse metall H. Metall H kokkusulatamisel naatriumkarbonaadiga õhu voolus saadakse kollane aine I. Ained B, E ja I on sama kvalitatiivse, kuid erineva kvantitatiivse koostisega.
- Kirjutada ainete A, B, C, D, E, K, F, G, H ja I valemid ja nimetused.
 - Kirjutada reaktsioonivõrrandid koos koefitsientidega: 1) $B + \text{väävel} \rightarrow$; 2) $A + D \rightarrow$; 3) $E + D \xrightarrow{+H_2O} \rightarrow$; 4) $K + H^+ \rightarrow$; 5) $F \rightarrow G$; 6) $G \rightarrow A$; 7) $A + Al \rightarrow$; 8) $H + Na_2CO_3 + O_2 \rightarrow$.
2. Aine A on punase värvusega kõrgpolümeer. Tema aurude kondenseerimisel saadakse valge aine B, mis ei lahustu vees, kuid on väga mürgine ja võib õhus süttida. Hapnikuga ühinedes moodustavad nii aine A kui aine B 14-aatomilise molekuli C, mille reageerimisel veega moodustuvad happed D ja E. Õhu vajakul tekib aine B oksüdeerimisel aine F, millel on sama kvalitatiivne koostis, kui ainel C. Aine C molaarmass on aine F molaarmassist 1,29 korda suurem. Aine F üks mool ühineb 6 mooli veega. Madalal temperatuuril tekib kahealuseline hape G, milles on kolm vesiniku aatomit. Kõrgemal temperatuuril tekib sama kolmealuseline hape, mis tekib aine C reageerimisel veega ja lisaks NH_3 molekuliga sarnase ehitusega küüslaugulõhnaline mürgine gaas H.
- Joonistada ainete A, B ja H molekuli struktuur, mis kõigil kolmel (elementaarlülina) on üsna sarnane.
 - Arvutada aine C ja aine F molekulmassid ja võrrelda nende suhet.
 - Milline on kahealuselise happe G võimalik graafiliselt kujutatav valem.

- d) Kirjutada reaktsioonivõrrandid: 1) $A + O_2 \rightarrow$; 2) $C \rightarrow D$; 3) $C \rightarrow E$;
 4) $B \rightarrow F$; 5) $F + 6H_2O \xrightarrow{\text{madal } ^\circ\text{t}} G$; 6) $F + 6H_2O \xrightarrow{\text{korge } ^\circ\text{t}} \cdot$.
 e) Kirjutada ainete A, B, C, D, E, F, G ja H valemid ja anda nimetused.

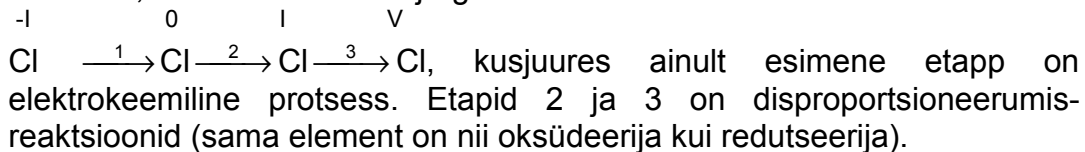
3. Tuumaenergeetikas kasutatakse reaktorites "kütusena" isotoobiga $^{235}_{92}\text{U}$ rikastatud uraandioksiidi. Selle oksidi saamise tehnoloogiline skeem algab uraanimaakidest eeltöötlemisel saadud uraani hapnikühenditest, milles aatomite suhe väljendub valemiga U_3O_8 . Isotoobiga $^{235}_{92}\text{U}$ rikastamine

toimub UF_6 staadiumis. Rikastamisprotsess pole skeemil kajastatud, kuna selles protsessis ei esine keemilisi muundumisi. $^{235}_{92}\text{U}$ -ga rikastatud oksidi saamise skeem on järgmine:



- a) Anda skeemis toodud uraani ühendite nimetused ja määrata nendes uraani oksüdatsiooniaste.
 b) Kirjutada iga vahestaadiumi jaoks tasakaalustatud reaktsioonivõrrandid.
 c) Milliste uraanioksiidide segu kajastab valem U_3O_8 ?

4. Üks võimalus sünteesida Berthollet' soola on kuuma ($50\text{-}60\text{ } ^\circ\text{C}$), intensiivselt segatava KCl vesilahuse elektrolüüs $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ juuresolekul. Eeldame, et süntees toimub järgmise skeemi kohaselt:



- a) Kirjutada katoodil ja anoodil toimuvad elektrokeemilised muundumised.
 b) Kirjutada disproportsioneerumise reaktsioonide võrrandid.
 c) Kirjutada redoksprotsessi võrrand, kui protsessi(de)s osaleks $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$.
 d) Arvutada KClO_3 mass, mis moodustuks ühes patareis ($0,35\text{ A}\cdot\text{h}$) sisalduva elektri hulga poolt ülesandes mainitud eelduse kohaselt, kui $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ protsessist osa ei võta.

Märkus: Korraliku paugu teeb ainult piisava puhtusastmega KClO_3 . Noortel püromaanidel ei maksaks siintoodud sünteesiga aega raisatagi.

5. Eesti Vabariigi 50-sendilised mündid valmistatakse sulamist, mis koosneb alumiiniumist, niklist ja vasest. Analüüsiks võeti 29,200 grammi vastavat sulamit, mis "lahustati" lahjendatud lämmastikhappes. Saadud lahus jagati pooleks. Esimest poolt töödeldi NaOH liiaga. Tekkis sade, mille mass peale kuivatamist oli 21,310 g. Teist poolt töödeldi NaOH liiaga broomivees. Tekkis sade, mille mass peale kuivatamist oli 21,395 g. Mõlemal juhul olid sademes samasse aineklassi kuuluvad ühendid.

- a) Kirjutada toimunud reaktsioonide võrrandid eeldades, et vask ja nikkel redutseerivad lämmastikhappe ühesuguselt, alumiinium aga maksimaalselt.
 b) Leida nikli hulk.
 c) Leida Al, Ni ja Cu mass ühes 50-sendilises mündis (2,92 g).

d) Arvutada sulamis Al, Ni ja Cu massiprotsent.

6. Maagaasi koostises on mahu järgi 97,7 % metaani, 0,9 % etaani, 0,3 % propaani ja 1 % lämmastikku. Lisaks on tühisel hulgal suurema molekulmassiga süsivesinikke. Väevli sisaldus on sedavõrd väike, et teda pole tehnilises iseloomustuses antud. Arvutuste lihtsustamiseks eeldame, et maagaas koosneb mahuliselt 99,0 % metaanist (CH₄) ja 1,0 % lämmastikust. Ühe mooli metaani põlemise energia on -802 kJ.
- a) Arvutada, mitu mooli metaani kulub 1 kWh (3,60 MJ) elektrienergia tootmiseks, kui soojuselektrijaama kasutegur on 30,0 %.
- b) Arvutada, mitu kilogrammi "kasvuhoonegaasi" (CO₂) tekib ühe kWh elektrienergia tootmisel.
- c) Arvutada, mitu kuupmeetrit maagaasi kulub 1 kWh elektrienergia tootmiseks suvel (+20 °C) ja talvel (-20 °C). Gaasi ja õhu soojusmahtuvusi mitte arvestada.

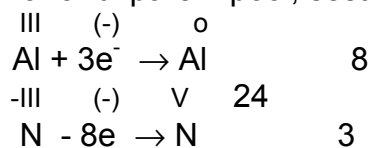
10. klassi piirkondliku vooru ülesannete lahendused

1. a) A - N₂; B - O₂; C - NO₂; D - NO; E - NH₃; F - NH₄NO₂; G - NH₄NO₃; H - N₂O

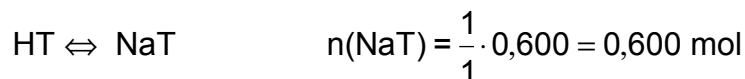
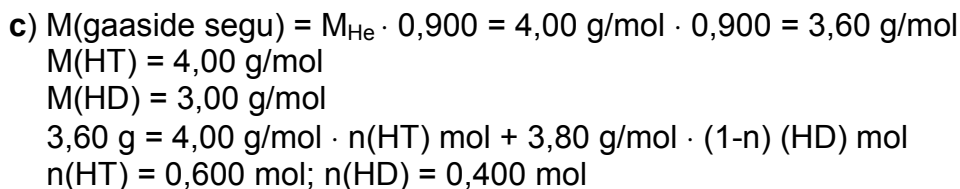
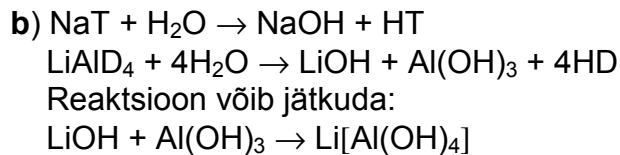
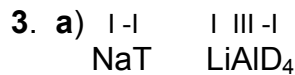
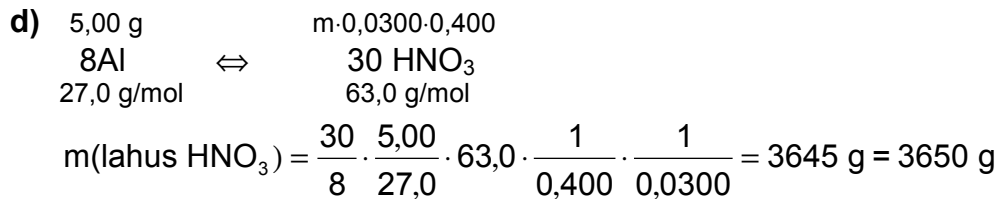
- b) 1) $N_2 + O_2 \xrightarrow{1500^\circ C} 2NO$
2) $2NO + O_2 \rightarrow 2NO_2$
3) $4NH_3 + 5O_2 \xrightarrow{Pt, ^\circ t} 4NO + 6H_2O$
4) $4NH_3 + 3O_2 \rightarrow 2N_2 + 6H_2O$
5) $NH_3 + H_2O \rightarrow NH_3 \cdot H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$
6) $2NO_2 + H_2O \rightarrow HNO_2 + HNO_3$
7) $NH_3 + HNO_2 \rightarrow NH_4NO_2$
8) $NH_3 + HNO_3 \rightarrow NH_4NO_3$
9) $NH_4NO_2 \xrightarrow{^\circ t} N_2 + 2H_2O$
10) $NH_4NO_3 \xrightarrow{^\circ t} N_2O + 2H_2O$
11) $N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$

2. a) Tekivad Al(NO₃)₃, NH₃, mis reageerides HNO₃-ga annab NH₄NO₃ ja H₂O
 $Al + HNO_3 \rightarrow Al(NO_3)_3 + NH_4NO_3 + H_2O$

- b) Elektronide ülemineku võrrandi algolekuks on ratsionaalne võtta võrrandi parem pool, sest kordajad tulevad vastavate molekulide ette



- c) $8Al + 30 HNO_3 = 8Al(NO_3)_3 + 3NH_4NO_3 + 9H_2O$



mooli % (NaH) = $\frac{0,600}{0,700} \cdot 100 = 85,7$

mooli % (LiAlD₄) = $\frac{0,100}{0,700} \cdot 100 = 14,3$

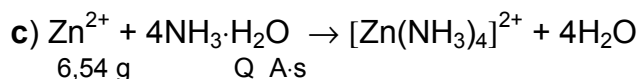
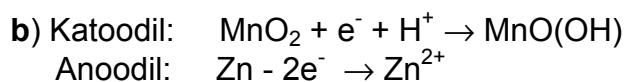
$m(\text{NaT}) = 0,600 \text{ mol} \cdot 26,0 \text{ g/mol} = 15,6 \text{ g}$

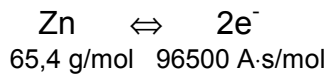
$m(\text{LiAlD}_4) = 0,100 \text{ mol} \cdot 42,0 \text{ g/mol} = 4,20 \text{ g}$

massi % (NaH) = $\frac{15,6}{19,8} \cdot 100 = 78,8$

massi % (LiAlD₄) = $\frac{4,60}{19,8} = 21,2$

4. a) Katoodiks on söepulk, mille laeng on positiivne, anoodiks on tsinksilinder, kus toimub oksüdeerumine ja tema laeng katoodi suhtes on negatiivne.



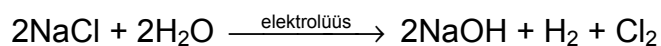
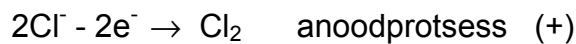
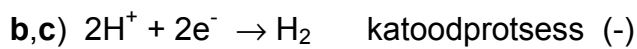


$$Q = \frac{2}{1} \cdot \frac{6,54 \text{ g}}{65,4 \text{ g/mol}} \cdot 96500 \text{ A}\cdot\text{s/mol} = 19300 \text{ A}\cdot\text{s}$$

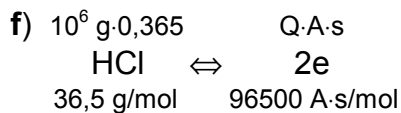
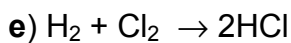
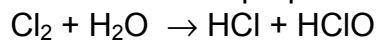
$$Q = 19300 \text{ A}\cdot\text{s} \cdot \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} = 5,36 \text{ A}\cdot\text{h}$$

5. a) $\begin{array}{ccc} m \text{ tonn} & & 1 \text{ tonn} \cdot 0,365 \\ \text{NaCl} & \Leftrightarrow & \text{HCl} \\ 58,5 \text{ g/mol} & & 36,5 \text{ g/mol} \end{array}$

$$m(\text{NaCl}) = \frac{1}{1} \cdot \frac{1 \text{ tonn} \cdot 0,365}{36,5 \text{ g/mol}} \cdot 58,5 \text{ g/mol} = 0,585 \text{ tonni}$$



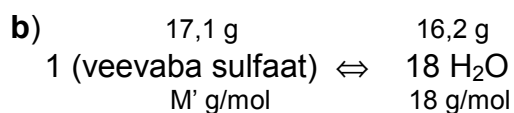
d) Eralduv kloor disproportsieerub:



$$Q = \frac{2}{1} \cdot \frac{10^6 \cdot 0,365}{36,5} \cdot 96500 = 9,65 \cdot 10^8 \text{ A}\cdot\text{s}$$

$$n(\text{kWh}) = 9,65 \cdot 10^8 \text{ A}\cdot\text{s} \cdot \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} \cdot 3 \text{ V} \cdot \frac{1 \text{ kW}}{1000 \text{ A}\cdot\text{V}} = 804$$

6. a) $m(\text{veevaba sulfaat}) = 111 \cdot 0,154 = 17,1 \text{ g}$
 $m(\text{H}_2\text{O}) = 33,3 - 17,1 = 16,2 \text{ g}$



Avaldame kas veevaba sulfaadi või vee massi

$$m(\text{veevaba sulfaat}) \Rightarrow 17,1 = \frac{1}{18} \cdot \frac{16,2}{18} \cdot M'$$

$$M' = 17,1 \text{ g} \cdot \frac{18 \text{ g/mol}}{16,2 \text{ g}} \cdot \frac{18}{1} = 342 \text{ g/mol}$$

Alternatiiv

$$m(\text{H}_2\text{O}) \Rightarrow 16,2 \text{ g} = \frac{18}{1} \cdot \frac{17,1 \text{ g}}{M' \text{ g/mol}} \cdot 18 \text{ g/mol},$$

millest $M' = 342 \text{ g/mol}$

c) Olgu sulfaadi valem $\text{X}_2(\text{SO}_4)_n$

$$342 = 2M(\text{X}) + n \cdot 96$$

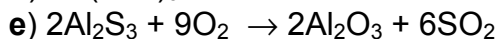
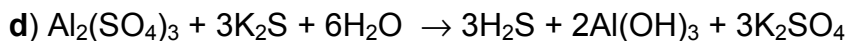
$$M(\text{X}) = \frac{342 - n \cdot 96}{2}$$

Kui $n=1$, siis $M(\text{X})=123 \text{ g/mol}$;

kui $n=2$, siis $M(\text{X})=75 \text{ g/mol}$;

kui $n=3$, siis $M(\text{X})=27 \text{ g/mol}$

Element X on alumiinium



11. KLASS

11. klassi piirkondliku vooru ülesanded

- Metall A reageerib toatemperatuuril veega. Veevaba kloriid B sisaldab 36,1 % metalli A. Soola B lahusele ammooniumoksalaadi (etaandihappe sool) lahuse lisamisel tekib sade C, mis lahustub soolhappe toimel, andes esialgse kloriidi B. Sademe C ettevaatlikul kuumutamisel toimub disproportsioneerumisreaktsioon, mille üheks saaduseks on tahke aine D, kus metalli A on 40,1 %. Tugeval kuumutamisel aine D laguneb aineks E. See lagunemisreaktsioon ei ole redoksreaktsioon.
 - Leida metalli võimalik molaarmass, kui metall oleks ühe-, kahe- või kolmevalentne.
 - Põhjendada, milline element vastab metallile A.
 - Kirjutada reaktsioonivõrrandid: 1) $\text{A} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$; 2) $\text{A}_x\text{Cl}_y + \text{ammooniumoksalaat} \rightarrow$; 3) $\text{C} + \text{HCl} \rightarrow$; 4) $\text{C} \xrightarrow{\text{mood.}^\circ\text{t}} \text{D}$; 5) $\text{D} \xrightarrow{^\circ\text{t},^\circ\text{t}} \text{E}$.
 - Millised ained tekivad lisaks ainetele D ja E aine C mõõdukal ja tugeval kuumutamisel?
 - Anda ainete A, B, C, D ja E valemid ja nimetused.

2. Metaani ja etüüni segu ruumala standardtingimustel (1 atm; 25 °C) on 12,0 dm³. Selle gaasisegu täielikul põlemisel tekkis 14,0 g vett. Ainete tekkeentalpiad: $\Delta H_f^\circ(\text{C}_2\text{H}_2(\text{g})) = 226,7 \text{ kJ/mol}$; $\Delta H_f^\circ(\text{CH}_4(\text{g})) = -74,85 \text{ kJ/mol}$; $\Delta H_f^\circ(\text{H}_2\text{O}(\text{v})) = -285,8 \text{ kJ/mol}$; $\Delta H_f^\circ(\text{CO}_2(\text{g})) = -393,5 \text{ kJ/mol}$.
- Kirjutada põlemisreaktsioonide võrrandid.
 - Arvutada gaasi molaarruumala standardtingimustel.
 - Leida gaaside ruumala.
 - Leida segu täielikuks põlemiseks kulunud õhu ruumala standardtingimustel (20,9 % hapnikku).
 - Leida metaani ja etüüni põlemisentalpiad tekkeentalpiate järgi.
 - Kirjutada põlemisreaktsioonide termokeemilised võrrandid.
 - Arvutada 12,0 dm³ metaani ja etüüni segu põlemise energeetiline efekt.
3. On antud järgmised termokeemilised reaktsioonivõrrandid: $\text{C}(\text{t}) + \text{O}_2(\text{g}) = \text{CO}_2(\text{g})$ $\Delta H = -394 \text{ kJ/mol}$; $\text{Na}_2\text{CO}_3(\text{t}) + \text{SiO}_2(\text{t}) = \text{Na}_2\text{SiO}_3(\text{t}) + \text{CO}_2(\text{g})$ $\Delta H = 123 \text{ kJ/mol}$. Süsi sisaldab 5,0 % mittepõlevaid lisandeid. Sooda ja liiva kokkusulatamisel hajub 70 % söe põlemisel tekkinud energiast kasutult ümbritsevasse keskkonda.
- Arvutada 1,00 tonni naatriumsilikaadi tootmiseks vajalik energia (kJ).
 - Arvutada ülalnimetatud kasuliku energiakoguse saamiseks vajalik söe mass kilogrammides.
4. CuCl ja NH₄Cl vesilahuses 2/3 etüünist dimeriseerub, andes vinüülatsetüleeni ja 1/3 etüünist trimeriseerub, andes divinüülatsetüleeni. 0,200 moolist etüünist reageeris 90,0 %.
- Kirjutada etüüni dimeriseerumise ja trimeriseerumise kvantitatiivne skeem ja arvutada saadud ainete hulk.
 - Kirjutada dimeeri kordsete sidemete täieliku bromeerimise reaktsiooni võrrand.
 - Arvutada Br₂ hulk, mis kulub moodustunud dimeeriga reageerimiseks.
 - Kirjutada trimeeri täieliku oksüdeerimise reaktsioonivõrrand. Oksüdeerijaks on KMnO₄ happelises keskkonnas ($\text{MnO}_4^- \rightarrow \text{Mn}^{2+}$).
5. Ooleumis on lahustunud aineks SO₃ ja lahustiks H₂SO₄. Ooleumi lahustumisel vees SO₃ reageerib H₂O-ga ja moodustub H₂SO₄. Vees lahustati 20,0 g 20,0 %-list väävelhapet ja 10,0 g ooleumi. Saadud lahuse neutraliseerimiseks kulus 10,90 g Ca(OH)₂.
- Leida 20,0 g 20,0 %-lises lahuses sisalduv väävelhappe hulk.
 - Leida ooleumi ja väävelhappe neutraliseerimiseks kulunud Ca(OH)₂ hulk.
 - Leida ooleumi neutraliseerimiseks vajaminev Ca(OH)₂ hulk.
 - Leida vaba SO₃ protsendiline sisaldus ooleumis.
- 6.*a) Orgaanilise happe valem on C₅H₁₀O₂. Joonistada kõik võimalikud happe struktuuriisomeerid ja anda nende nomenklatuursed nimetused.

Molekulides märkida kiraalne süsiniku aatom tärniga. Optiliste isomeeride nimetusi pole vaja anda, ka pole vaja välja joonistada enantiomeere.

- b) Milline orgaaniline ühend tekib happelises keskkonnas orgaanilise happe ja alkoholi vahelisel reaktsioonil? Kirjutada vastava reaktsiooni võrrand ühendite $C_2H_4O_2$ ja C_2H_6O vahel ja anda kõikide reaktsioonis osalevate ainete nimetused.

* 1998. a. juulis Melbourne'is toimuva 30. RKO harjutusülesande teisend.
<http://www.ch.adfa.oz.au/ASO/IChO/3OICHO/PrepProblems.html>

11. klassi vabariikliku vooru ülesanded

- 100 dm³-lise mahuga suletud reaktsiooninõusse asetati 2,00 mooli sulfurüülkloriidi (SO_2Cl_2). Peale tasakaaluoleku I saabumist lisati sulfurüülkloriidi senikaua, kuni tema tasakaaluline hulk oli 2,00 mooli (tasakaaluolek II). Sulfurüülkloriidi lagunemisreaktsiooni tasakaalukonstant $K_c = 0,0811 \text{ mol/dm}^3$, kui temperatuur on 173 °C.
 - Kirjutada sulfurüülkloriidi lagunemisreaktsiooni võrrand ja selle reaktsiooni tasakaalukonstandi K_c avaldis.
 - Arvutada sulfurüülkloriidi, kloori ja vääveldioksiidi tasakaalulised kontsentratsioonid tasakaalude I ja II korral.
 - Arvutada kloori ja vääveldioksiidi ühinemisreaktsiooni tasakaalukonstant.
 - Arvutada SO_2Cl_2 lagunemisreaktsiooni tasakaalukonstant K_p (tasakaaluliste osarõhkude järgi).
1986. aastal Tšernobõlis toimunud tuumaelektrijaama katastroofi tõttu paiskus atmosfääri radioaktiivne isotoop A, mille poolestusaeg on 8,054 päeva ja mis emiteerib nii pehmet (β) kui jäika (γ) kiirgust. Keemiline element, mille isotoop on A, reageerib kõrgemal temperatuuril vesinikuga. Saadud ühendi lahustamisel vees saadakse tugeva happe vesilahus. Anioonide sadestamiseks (eeldusel, et analüüsi vältel isotoop oluliselt ei lagune) kulunud $AgNO_3$ mass võrdub soola massiga, mis saadakse happe lahuse neutraliseerimisel KOH-ga.
 - Arvutada isotoobi A muundumisreaktsiooni kiiruskonstant.
 - Leida aeg, mille jooksul on muundunud 99,99 % isotoobist A.
 - Millise keemilise elemendi isotoop on A?
 - Kirjutada asetleidnud reaktsioonide võrrandid: 1) $(A) + H_2 \rightarrow$; 2) $K(A) + AgNO_3 \rightarrow$
 - Arvutada isotoobi A aatomite molaarmass.
 - Milline keemiline element (tuumalaeng ja massiarv) tekib isotoobi A muundumisel?
- Viies nummerdatud katseklaasis on järgmised lahused:
 - lahus, mis on saadud 10,00 cm³ $1,00 \cdot 10^{-2} \text{ mol/dm}^3$ soolhappe lahjendamisel 100,0 cm³-ni.

- b) $2,00 \cdot 10^{-2} \text{ mol/dm}^3 \text{ HClO}$ ($K_{\text{diss}}=5,01 \cdot 10^{-8}$)
 c) $6,00 \cdot 10^{-2} \text{ mol/dm}^3 \text{ NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ($K_{\text{diss}}=1,79 \cdot 10^{-5}$)
 d) Lahus, mis on saadud $5,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3 \text{ NaOH}$ lahuse 100-kordsel lahjendamisel.
 e) $1,00 \cdot 10^{-1} \text{ mol/dm}^3$ etanooli lahus.

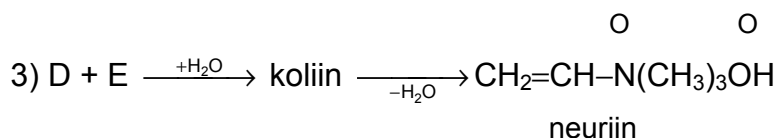
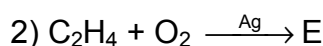
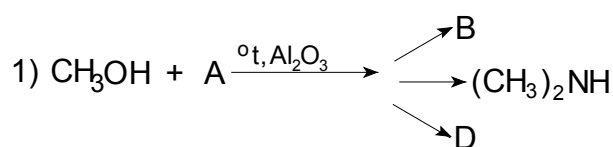
Vastava numbriga katseklaasis oleva lahuse reaktsioon indikaatoritega on esitatud tabelis:

	1	2	3	4	5
metüüloranž	punane	kollane	kollane	kollane	kollane
fenoolftaleiin	värvitu	punane	värvitu	punane	värvitu
tümoollftaleiin	värvitu	sinine	värvitu	värvitu	värvitu
metüülpunane	punane	kollane	kollane	kollane	oranzikas -punane

Indikaatori värvuse sõltuvus lahuse pH-st on esitatud tabelis

	pöördeala pH	happelises kk-s	aluselises kk-s
metüüloranž	3,1-4,4	punane	kollane
metüülpunane	4,2-6,3	punane	kollane
fenoolftaleiin	8,0-9,8	värvitu	punane
tümoollftaleiin	9,8-10,5	värvitu	sinine

- i) Avaldada $[\text{H}^+]$ arvutamise üldvalem nõrga happe dissotsiatsiooni-
konstandi ja kontsentratsiooni kaudu.
 ii) Avaldada $[\text{OH}^-]$ arvutamise üldvalem nõrga aluse dissotsiatsiooni-
konstandi ja kontsentratsiooni kaudu ning selle järgi avaldada $[\text{H}^+]$.
 iii) Arvutada kõikide lahuste pH-d.
 iv) Milline lahus on millises katseklaasis?
4. Koliin on hügrokoopne värvitu kristalne aine, milles puudub kaksikside. Koliinil on ainevahetuses tähtis osa ja ta kuulub fosfolipiidide koosseisu. Koliini üks võimalik sünteesi skeem oleks järgmine:



- a) Kirjutada ühendite A, B, D ja E struktuurvalemid ja anda nende nimetused, kui on teada, et A on binaarne gaasiline ühend.
 b) Kirjutada reaktsioonivõrrandid, kus saadusteks on ühendid D, E ja koliin.

- c) Kirjutada neuriini reaktsiooni võrrand HBr-ga, kui on teada, et ammoniumrühma tõttu toimub ühinemine vastupidiselt Markovnikovi reeglile.
5. Aine A sisaldab 72,2 % kloori, 16,3 % süsinikku, 10,82 % hapnikku ja 0,682 % vesinikku. Infrapunase spektroskoopia põhjal sisaldab aine A karbonüülrühma. Vesilahuses on aine A ühendina, mida võib vaadelda monohüdraadina $A \cdot H_2O$. Seda "monohüdraati", mille ühe süsiniku aatomi juures on kaks hüdroksüülrühma, on võimalik eraldada. 3,31 grammi monohüdraadi lahustamisel 100 grammis vees moodustub lahus, mille külmumistemperatuur on $-0,372^\circ C$. $K_{kr}(H_2O) = 1,86 \text{ K} \cdot \text{kg/mol}$.
- a) Leida aines A lihtsaim täisarvuline aatomite suhe.
- b) Leida lahuse külmumistemperatuuri järgi "monohüdraadi" ja aine A molaarmassid.
- c) Kirjutada viie võimaliku isomeeri struktuurvalemid, mis vastaksid aine A koostisele. Tähistada tärniga kiraalne süsiniku aatom ja märkida, milline isomeeridest on R, milline S.
- d) Kirjutada "monohüdraadi" struktuurvalem ja anda selle nimetus.
- e) Milline isomeeridest vastab ainele A? Anda selle nimetus.

6. Täpselt 1 kg antratsiidi (6,0 % niiskust, kuivainest 85 % süsinikku, 2,0 % vesinikku, 1,5 % hapnikku, 1,5 % väävlit ja 10 % mineraalaineid) põlemisenergia on $-28,5 \text{ MJ}$.

Täpselt 1 kg põlevkivi (12,0 % niiskust, kuivainest 27% süsinikku, 3,4 % vesinikku, 3,8 % hapnikku, 1,8 % väävlit, 41 % $CaCO_3$ ja 23 % mineraalaineid) põlemisenergia on $-10,5 \text{ MJ}$. Põlevkivi põlemisel laguneb 95 % $CaCO_3$ -st ja moodustunud SO_2 -st seotakse 80 % kaltsiumsulfitiks. Soojuselektrijaama kasutegur on 30,0 %.

1 kWh = 3,60 MJ; tekkeentalpiad:

CO_2	SO_2	CaO	$CaCO_3$	$CaSO_3$
kJ/mol	-394	-297	-636	-1207
			-1207	-1346

Arvutada 1 kWh elektrienergia tootmisel:

- a) vajalik antratsiidi ja põlevkivi mass;
- b) põlevkivi väävli (80 %) sidumiseks vajalik CaO mass;
- c) õhku paisatud CO_2 mass antratsiidi ja põlevkivi kasutamisel;
- d) summaarne soojusefekt põlevkivi väävli (80 %) sidumisel, lähtudes $CaCO_3$ -st ja väävlit; kirjutada vastavate reaktsioonide võrrandid;
- e) õhku paisatud SO_2 mass antratsiidi ja põlevkivi kasutamisel.

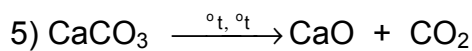
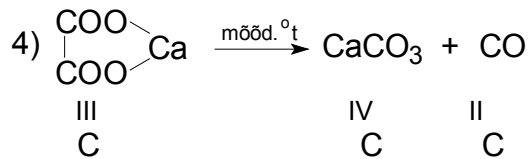
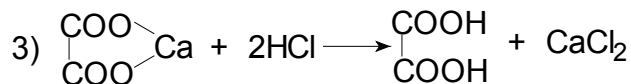
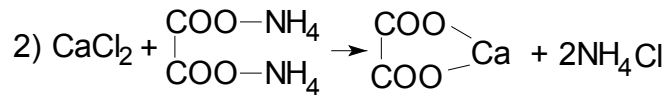
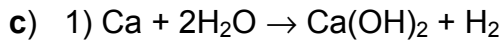
11. klassi piirkondliku vooru ülesannete lahendused

1. a) $M(A^+) = 35,5 \text{ g/mol} \cdot \frac{1}{63,9} \cdot 36,1 = 20,1 \text{ g/mol}$

$$M(A^{2+}) = 71,0 \text{ g/mol} \cdot \frac{1}{63,9} \cdot 36,1 = 40,1 \text{ g/mol}$$

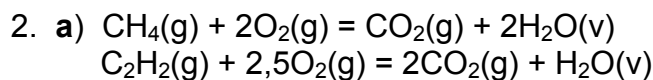
$$M(A^{3+}) = 106,5 \text{ g/mol} \cdot \frac{1}{63,9} \cdot 36,1 = 60,2 \text{ g/mol}$$

b) Ainsana sobib molaarmass 40,1, mis kuulub kaltsiumile. Kaltsium reageerib toatemperatuuril veega.



d) Disproportsioneerumisreaktsioonil tekib süsinikmonooksiid CO ja kaltsiumkarbonaadi lagunemisel tekib süsinikdioksiid CO₂.

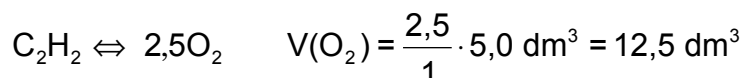
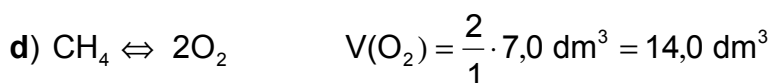
e) A – Ca, kaltsium; B – CaCl₂, kaltsiumkloriid; C – CaO₄C₂, kaltsiumoksalaat; D – CaCO₃, kaltsiumkarbonaat; E – CaO, kaltsiumoksiid.



b) $V_M = 1 \text{ mol} \cdot 0,0820 \frac{\text{atm} \cdot \text{dm}^3}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 298 \text{ K} \cdot \frac{1}{1 \text{ atm}} =$
 $= 24,436 \text{ dm}^3/\text{mol} \approx 24,4 \text{ dm}^3/\text{mol}$

c) $\frac{2}{1} \cdot V(\text{CH}_4) \text{ dm}^3 \cdot \frac{1 \text{ mol}}{24,4 \text{ dm}^3} \cdot 18 \text{ g/mol} + \frac{1}{1} [12,0 - V(\text{CH}_4)] \text{ dm}^3 \cdot$
 $\cdot \frac{1 \text{ mol}}{24,4 \text{ dm}^3} \cdot 18 \text{ g/mol} = 14,0 \text{ g}$

$V(\text{CH}_4) = 7,0 \text{ dm}^3$
 $V(\text{C}_2\text{H}_2) = 5,0 \text{ dm}^3$

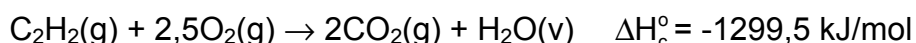
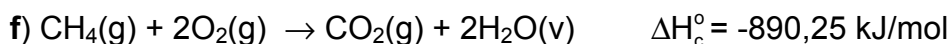


$$\overline{26,5 \text{ dm}^3}$$

$$V(\text{õhk}) = 26,5 \text{ dm}^3 \cdot \frac{1}{0,209} = 126,8 \text{ dm}^3 \approx 127 \text{ dm}^3$$

$$\text{e) } \Delta H_c^\circ(\text{CH}_4) = 2 \cdot (-285,8) + (-393,5) - (-74,85) - 2 \cdot (0) = -890,25 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H_c^\circ(\text{C}_2\text{H}_2) = (-285,8) + 2 \cdot (-393,5) - 226,7 - 2,5 \cdot (0) = -1299,5 \text{ kJ/mol}$$

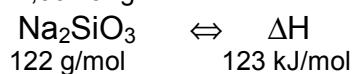


$$\text{g) } \Delta H_c^\circ(\text{CH}_4) = 7,0 \text{ dm}^3 \cdot \frac{1 \text{ mol}}{24,4 \text{ dm}^3} \cdot -890,25 \text{ kJ/mol} = -255,4 \text{ kJ} \approx -260 \text{ kJ}$$

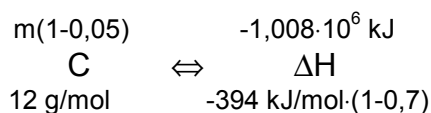
$$\Delta H_c^\circ(\text{C}_2\text{H}_2) = 5,0 \text{ dm}^3 \cdot \frac{1 \text{ mol}}{24,4 \text{ dm}^3} \cdot -1299,5 \text{ kJ/mol} = -266 \text{ kJ} \approx -270 \text{ kJ}$$

$$\Sigma \Delta H_c^\circ = -255 + (-266) = -521 \text{ kJ} \approx -520 \text{ kJ}$$

3. a) $1,00 \cdot 10^6 \text{ g}$



$$\Delta H = \frac{1}{1} \cdot 1,00 \cdot 10^6 \cdot \frac{1 \text{ mol}}{122 \text{ g}} \cdot 123 \text{ kJ/mol} = 1,008 \cdot 10^6 \text{ kJ} \approx 1,01 \cdot 10^6 \text{ kJ}$$

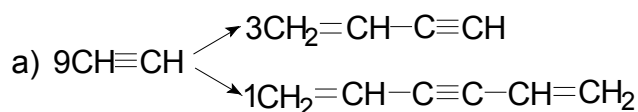


Märkus: Saagise % võib kirjutada ka süsiniku kohale: 30 % süsinikust kulub kasuliku energia saamiseks. (-) märk näitab, et süsinik eraldab vajaliku energia. Silikaadi tekkimine tarbib energiat (+).

$$\text{b) } m(\text{süsinik}) = \frac{1}{1} \cdot (-1,008 \cdot 10^6) \text{ kJ} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{-394 \text{ kJ} \cdot 0,3} \cdot 12 \text{ g/mol} \cdot \frac{1}{0,95} =$$

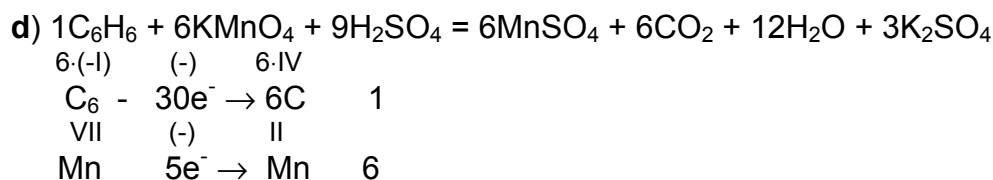
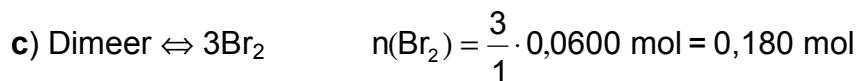
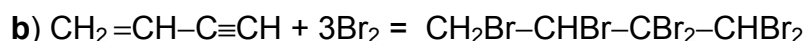
$$= 1,077 \cdot 10^5 \text{ g} \approx 108 \text{ kg}$$

4.



$$n(\text{dimeer}) = \frac{3}{9} \cdot 0,200 \text{ mol} \cdot 0,900 = 0,0600 \text{ mol}$$

$$n(\text{trimeer}) = \frac{1}{9} \cdot 0,200 \text{ mol} \cdot 0,900 = 0,0200 \text{ mol}$$



5. a) $n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 20,0 \text{ g} \cdot 0,200 \cdot \frac{1 \text{ mol}}{98,1 \text{ g}} = 0,0408 \text{ mol}$

b) $n[\text{Ca}(\text{OH})_2] = 10,90 \text{ g} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{74,10 \text{ g}} = 0,1471 \text{ mol}$

c) $n[\text{Ca}(\text{OH})_2] = 0,1471 \text{ mol} - 0,0408 \text{ mol} = 0,1063 \text{ mol}$



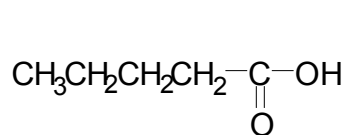
$$\frac{x \text{ g } (\text{SO}_3)}{80,1 \text{ g/mol}} + \frac{(10,0 - x) \text{ g } (\text{H}_2\text{SO}_4)}{98,1 \text{ g/mol}} = 0,1063 \text{ mol}$$

$$0,01248x + 0,1019 - 0,01019x = 0,1063$$

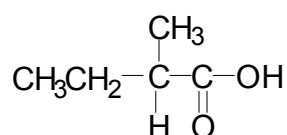
$$0,00229x = 0,0044 \quad m(\text{SO}_3) = 1,9 \text{ g}$$

$$\%(\text{SO}_3) = \frac{1,9 \text{ g}}{10,0 \text{ g}} \cdot 100 = 19$$

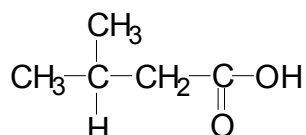
6. a)



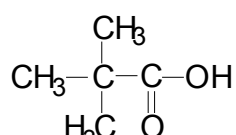
pentaanhape



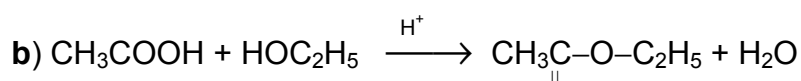
2-metüülbutaanhape



3-metüülbutaanhape



2,2-dimetüülpropanhape



O

etaanhape

etanool

etüületanaat

vesi

12. KLASS

12. klassi piirkondliku vooru ülesanded

1. Aromaatset süsinikku A, mis sisaldab 91,3 % süsinikku, kuumutatakse 500 °C juures rõhu all vesiniku atmosfääris. Katalüsaatoriks kasutatakse Cr₂O₃, mis on kantud alumiiniumoksiidile. Reaktsioonisaadusteks on ained B ja C, mille tihedused gaasifaasis erinevad üksteisest ~5 korda. Valguse toimel reageerib aine B klooriga, moodustades ühendi D, mis peale kloori sisaldab 24,7 % süsinikku ja 2,08 % vesinikku. Tsüklilist ühendit D kasutati pikka aega insektitsiidina.
 - a) Leida protsendilise koostise järgi ühendi A üldvalem, kirjutada tema struktuurvalem ja anda nimetus.
 - b) Kirjutada reaktsioonivõrrand $A + H_2 \rightarrow$.
 - c) Kontrollida saadusainete B ja C tiheduste suhet.
 - d) Leida ühendi D lihtsaim molekulvalem protsendilise koostise järgi, kirjutada tema brutovalem ja anda nimetus.
 - e) Kirjutada reaktsioonivõrrand $B + Cl_2 \rightarrow$
 - f) Millised ühendid on A, B, C ja D (valem ja nimetus)?
2. Aine A on mürgine vedelik, mille sulamistemperatuur on 236 K. Kuumutamisel ta ühineb hapnikuga, mille tulemusena tekib kollane aine B. Tugeval kuumutamisel aine B laguneb hapnikuks ja aineks A. Aine A kahe mooli ühinemisel ühe mooli Cl₂-ga tekib üks mool ainet C, mis kuumutamisel laguneb üheks mooliks aineks A ja üheks mooliks aineks D. Aine D sublimeerub. Aine A oksüdeerimisel KMnO₄ ja HCl seguga tekib sool C. Selle reaktsiooni vahesaaduseks on kloor, mis tegelikult reageerib ainega A. Paljude metallidega (leelismetallid, hõbe, kuld jne) moodustab aine A viskoosseid vedelikke. Aine A moodustab reageerimisel lämmastikhappega moolivahekorras 3:8 aine E ja moolivahekorras 6:8 aine F. Mõlemal juhul eraldub NO ja vesi. Sool F sisaldab sama katiooni, mis sool C ja temas sisaldub 5,33 % lämmastikku.
 - a) Identifitseerida ained A, B, C, D, E ja F (valem ja nimetus).
 - b) Kirjutada reaktsioonivõrrandid: 1) $A + O_2 \rightarrow B$; 2) $B \rightarrow A + O_2$; 3) $2A + Cl_2 \rightarrow C$; 4) $C \rightarrow A + D$; 5,6) $A + KMnO_4 + HCl \rightarrow$ kaheastmeliselt; 7) $3A + 8HNO_3 \rightarrow E$; 8) $6A + 8HNO_3 \rightarrow F$.
 - c) Arvutada soolas F lämmastiku protsendiline sisaldus.
 - d) Kuidas nimetatakse aine A ja metallide vahel moodustunud aineid?

3. Puiduhakkega köetava soojuselektrijaama kasutegur on 30,0 %. Võttes puidu niiskusesisalduseks 30,0 % olgu kuivaines 99,0 % põlevainet (sealhulgas 50,0 % süsinikku, 43,0 % hapnikku ja 6,0 % vesinikku). Arvutustel lähtuda lihtsustusest: põlevaine põlemisel käitub temas sisalduv hapnik ja hapnikuga ekvivalentne hulk vesinikku nagu aurufaasis olev vesi (ei võta energia tootmisest–tarbimisest osa). Põlevaines olev süsinik ja ülejäänud (energiat andev) vesinik esinevad lihtainetena.
 $1 \text{ kWh} \Leftrightarrow 3,60 \text{ MJ}$; $\Delta H_f(\text{CO}_2) = -394 \text{ kJ/mol}$; $\Delta H_f(\text{H}_2\text{O v}) = -286 \text{ kJ/mol}$; $\Delta H_f(\text{H}_2\text{O g}) = -242 \text{ kJ/mol}$.
- Arvutada täpselt 1 kg-s puiduhakkes sisalduva süsiniku ja energiat andva vesiniku hulk.
 - Arvutada täpselt 1 kg puidu põlemisel eralduv energia hulk, pidades silmas, et kogu vesi on peale põlemist aurufaasis.
 - Mitu kg puiduhaket kulub 1,00 kWh elektrienergia saamiseks?
 - Mitu kilogrammi ja mitu kuupmeetrit (n.t.) “kasvuhoonegaasi” (CO_2) paisatakse atmosfääri 1,00 kWh elektrienergia tootmisel?
4. Deuteeriumi ja prootiumi segu ruumala standardtingimustel (25°C ja 1 atm) on $2,722 \text{ dm}^3$. Selle gaasikoguse põletamisel eraldub $27,154 \text{ kJ}$ energiat. Tekkinud veeauru kondenseerumisel saadud vedeliku ruumala om $+4^\circ\text{C}$ juures $2,00 \text{ cm}^3$.
- Kirjutada kummagi põlemisreaktsiooni jaoks termokeemilise reaktsiooni võrrand.
 - Leida summaarse soojusefekti järgi H_2 ruumala ja D_2 ruumala.
 - Leida raske vee tihedus. Eeldatakse, et ühes vee molekulis ei ole erinevaid vesiniku isotoope. Kerge ja raske vee segamisel ei toimu märkimisväärset kontraktsiooni.
 $\Delta H_f^\circ(\text{D}_2\text{O g}) = -249,20 \text{ kJ/mol}$; $\Delta H_f^\circ(\text{H}_2\text{O g}) = -241,82 \text{ kJ/mol}$
5. Vedelik A saadakse vedeliku C küllastamisel gaasiga B. 1,000 g vedeliku A neutraliseerimiseks kulus $122,5 \text{ cm}^3$ $0,09820 \text{ M}$ NaOH lahust. Lahjendatud $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ lahuse toimel sadeneb neutraliseeritud lahusest $0,9018 \text{ g}$ sadet. Järelejäänud filtraat annab AgNO_3 lahusega sademe.
- Millistest ainetest koosnevad vedelikud A ja C ning gaas B?
 - Kirjutada reaktsioonivõrrandid: 1) Vedelik A + NaOH \rightarrow 2) Vedelik A + NaOH + $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow$; 3) Filtraat + $\text{AgNO}_3 \rightarrow$.
 - Leida H^+ hulk vedelikus A.
 - Leida H^+ hulk vedelikus C.
 - Leida vedeliku A ja vedeliku C koostis massiprotsentides.
- 6*. Mesilasema haudepiimas sisalduva ühendi Q koostises on 65,20 % süsinikku ja 8,75 % vesinikku ja peale nende veel hapnik. Ühendi Q molaarmass on väiksem kui 200 ja tal on *tsis-trans* isomeeriaga ahelstruktuur. 43,7 mg selle aine tiitrimiseks kulus $23,7 \text{ cm}^3$ $0,0100 \text{ M}$ NaOH lahust. Ühend Q ei anna hõbepeegli reaktsiooni. Br_2 -ga reageerib ta ekvimolaarselt. $A_r(\text{H}) = 1,008$; $A_r(\text{C}) = 12,01$; $A_r(\text{O}) = 16,00$
- Leida elementide moolide arvude suhe (näiteks 100 grammis).
 - Leida ühendi Q lihtsaim molekulaarvalem.
 - Leida ühendi Q mass, mis neutraliseerib ühe mooli NaOH-d.

- d) Milline on ühendi Q molaarmass?
- e) Millised funktsionaalsed rühmad ja süsiniku aatomite vahelised kordsed sidemed on ühendis Q?
- f) Kirjutada struktuurselt ühendi Q molekulaarvalem, kus on toodud funktsionaalsed rühmad ja kordsed sidemed (nende asukoha kohta puudub info). *Tsis-trans* isomeere pole vaja eraldi kirjutada.
- g) Kirjutada siinkirjeldatud reaktsioonide võrrandid (üldkujul).
- * 1998. a. juulis Melbourne'is toimuva 30. Rahvusvahelise keemiaolümpiaadi harjutusülesande teisend.
<http://www.ch.adfa.oz.au/ASO/IChO/30IChO/PrepProblems.html>

12. klassi vabariikliku vooru ülesanded

- Äädikhappe vesilahuse elektrolüüsil eraldus 40,0 dm³ (25 °C ja 761 mm Hg) gaasi, mille tihedus õhu suhtes oli 0,476. Saagis voolu järgi oli 85 %. Elektrolüüsiks kulus 0,393 kWh elektrienergiat. Eeldatakse, et moodustunud gaasid ei lahustu vees. Etaanhappe elektrolüüsil radikaal ei lagune. $M(\text{õhk}) = 29,0 \text{ g/mol}$
 - Millised saadused tekivad äädikhappe elektrolüüsil ja vee elektrolüüsil? Leida eraldunud gaasisegude keskmised molaarmassid.
 - Kirjutada äädikhappe vesilahuse elektrolüüsil katoodil ja anoodil toimuvate protsesside võrrandid.
 - Leida elektrolüüsil eraldunud gaaside hulk.
 - Leida elektrolüüsil osalenud äädikhappe ja vee hulgad.
 - Leida elektrolüüsiks vajaminev elektri hulk ja elektrolüüseri pinge.
- Kahe gaasilise orgaanilise ühendi ekvimolaarse segu 0,499 grammi ruumala oli standardtingimustel 230 ml. Need gaasid kuuluvad samasse aineklassi, mis koosnevad süsinikust, vesinikust ja hapnikust. Tavalistel tingimustel ei reageeri nad ei naatriumi ega broomiveega. Normaalingimustele viidud ekvimolaarse segu gaasifaasist võetud 24,0 ml mass oli 0,0497 grammi.
 - Leida segus olevate gaaside molaarmassid.
 - Leida komponentide valemid ja anda nende nimetused.
 - Miks eksperimentaalsetest andmetest saadud molaarmassid erinevad aatommasside järgi arvutatud molaarmassidest?
- Metall A reageerib klooriga, andes oksüdeerija B, milles on 45,5 % metalli ja 54,5 % kloori. Ühendi B reageerimisel metüülmagneesiumjodiidiga etoksüetaani keskkonnas moodustub tetraalküülühend C. 1,0 g ühendi C ühinemisel 4,4 g ühendiga B moodustub 5,4 g ainet D, mille molekulis on üks metalli A aatom. Aine D leeliselisel hüdrolyüsil moodustub aine E, millel on karboksüülhapetega sarnane struktuur, kuid mis erinevalt karboksüülhapetest on amfoteersete omadustega: reageerimisel NaOH liiaga moodustub vastav sool, reageerimisel HCl-ga moodustub aine D.

- Kõikides siinkirjeldatud ühendites on metalli A oksüdatsiooniaste ühesugune.
- Arvutada metalli A molaarmass.
 - Kirjutada reaktsioonivõrrandid: 1) $A \rightarrow B$; 2) $B \rightarrow C$; 3) $C + B \rightarrow D$; 4) $D \rightarrow E$; 5) $E + NaOH \rightarrow$; 6) $E + HCl \rightarrow$.
 - Kirjutada ainete A, B, C, D, E valemid ja anda nende nimetused.
4. Kahe mineraali (1 ja 2) kvalitatiivne koostis on sama. Neljast keemilisest elemendist ainult üks on metall ja tema oksüdatsiooniaste on +II. Mõlemad mineraalid lagunevad mõõdukal kuumutamisel ($\sim 300\text{ }^{\circ}\text{C}$) samadeks kahest elemendist koosnevateks aineteks, kusjuures mõlemal juhul on tekkiva gaasisegu hulk võrdne tekkiva tahke aine hulgaga. 10,00 g mineraali 1 lagunemisel saadud gaasiliste ainete ruumala $200\text{ }^{\circ}\text{C}$ ja normaalrõhu juures oli $3,51\text{ dm}^3$ ja tihedus $0,798\text{ g/dm}^3$. Sama koguse mineraali 2 lagunemisel saadi samadel tingimustel $3,38\text{ dm}^3$ gaasisegu tihedusega $0,910\text{ g/dm}^3$.
- Millised ained moodustuvad nimetatud mineraalide lagunemisel (valem ja nimetused)?
 - Leida 10,00 g mineraali 1 ja mineraali 2 lagunemisel tekkivate gaasisegude massid ja hulgad.
 - Leida metalli molaarmass.
 - Leida ühe mooli mineraali 1 ja mineraali 2 lagunemisel tekkinud gaasiliste ainete hulkade suhe.
 - Anda mineraalide 1 ja 2 valemid.
5. Orgaanilise atsüklilise ühendi X molekulis on süsinik, vesinik ja hapnik. Ühend X on üsna püsiv ja tema standardne tekkeentalpia on $-344,2\text{ kJ/mol}$. 3,00 g ühendi X põlemisenergia on $-46,32\text{ kJ}$. Ühend X ei sisalda sidemeid O–O ja O–H. Ühendi X standardne põlemisentalpia, kui tekivad gaasilised saadused, on $-926,4\text{ kJ/mol}$. Gaasiliste CO_2 ja H_2O standardsed tekkeentalpiad on vastavalt $-393,5\text{ kJ/mol}$ ja $-241,8\text{ kJ/mol}$.
- Leida ühendi X molaarmass.
 - Avaldada ühendi X põlemisentalpia põlemisreaktsiooni lähteainete ja saaduste tekkeentalpiate järgi.
 - Leida ühendi X brutovalem (kontrollida selle vastavust aine X põlemisentalpiaga).
 - Kirjutada ühendi X võimalike isomeeride valemid.
 - Anda isomeeri valem ja nimetus, mis vastab ülesande tingimustele.
6. Alkeenide reageerimisel osooniga ja sellele järgneval hüdrolüüsil katkeb süsinikuahel kaksiksideme kohalt ning mõlemasse otsa tekib karbonüülrühm.
- Joonistada ühe ja sama alkeeni 4 isomeeri (optilisi ja geomeetrilisi isomeere mitte arvestada), mille koostises oleks vastavalt 3-, 4-, 5- ja 6-lüliline tsükkel. Nende isomeeride reageerimisel osooni ja veega tekivad võrdses hulgas järgmised ained: CH_2O ; $(\text{CHO})_2$ ja $(\text{CHO})\text{CH}(\text{CH}_3)\text{C}(\text{CH}_3)(\text{CHO})_2$.
 - Tähistada leitud isomeerides kiraalsed tsentrid tärniga.

c) Leida reaktsioonisaaduste hulgast optiliselt aktiivsed ühendid. Joonistada vastavad enantiomeerid ja anda neile süstemaatilised nimetused.

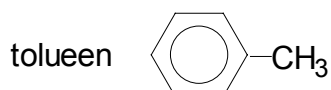
12. klassi piirkondliku vooru ülesannete lahendused

1. a) Lähtume täpselt 100 grammist

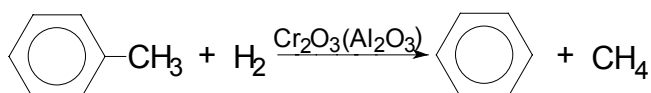
$$n(\text{C}) = 100 \text{ g} \cdot 0,913 \cdot \frac{1 \text{ mol}}{12,0 \text{ g}} = 7,61 \text{ mol}$$

$$n(\text{H}) = 100 \text{ g} \cdot 0,087 \cdot \frac{1 \text{ mol}}{1,01 \text{ g}} = 8,61 \text{ mol}$$

Üldvalem C_nH_{n+1} . Aromaatse ühendina sobib metüülbenseen ehk



b)



c) $M(\text{C}_6\text{H}_6) = 78 \text{ g/mol}$

$M(\text{CH}_4) = 16 \text{ g/mol}$

$$\text{et } \rho = M \cdot \frac{1}{V_M}, \quad \text{siis } \frac{\rho(\text{C}_6\text{H}_6)}{\rho(\text{CH}_4)} \Rightarrow \frac{78}{16} = 4,87 \approx 4,9$$

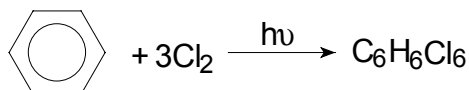
d) $n(\text{C}) = 100 \text{ g} \cdot 0,247 \cdot \frac{1 \text{ mol}}{12,0 \text{ g}} = 2,06 \text{ mol}$

$$n(\text{H}) = 100 \text{ g} \cdot 0,0208 \cdot \frac{1 \text{ mol}}{1,01 \text{ g}} = 2,06 \text{ mol}$$

$$n(\text{Cl}) = 100 \text{ g} \cdot 0,732 \cdot \frac{1 \text{ mol}}{35,5 \text{ g}} = 2,06 \text{ mol}$$

$\text{C}_n\text{H}_n\text{Cl}_n$ on $\text{C}_6\text{H}_6\text{Cl}_6$ - heksaklorotsükloheksaan

e)



f) A - $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3$, metüülbenseen; B - C_6H_6 , benseen; C - CH_4 , metaan; D - $\text{C}_6\text{H}_6\text{Cl}_6$, heksaklorotsükloheksaan.

2. a) A - Hg, elavhõbe; B - HgO, elavhõbe(II)oksiid; C - Hg₂Cl₂, elavhõbe(I)kloriid, kalomel; D - HgCl₂, elavhõbe(II)kloriid, sublumaat; E - Hg(NO₃)₂, elavhõbe(II)nitraat; F - Hg₂(NO₃)₂, elavhõbe(I)nitraat.

- b) 1) $2\text{Hg} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{ot}} 2\text{HgO}$
 2) $2\text{HgO} \xrightarrow{\text{ot}^{\text{ot}}} 2\text{Hg} + \text{O}_2$
 3) $2\text{Hg} + \text{Cl}_2 \longrightarrow \text{Hg}_2\text{Cl}_2$
 4) $\text{Hg}_2\text{Cl}_2 \longrightarrow \text{Hg} + \text{HgCl}_2$
 5) $\text{KMnO}_4 + 8\text{HCl} \longrightarrow 5\text{Cl} + \text{MnCl}_2 + \text{KCl} + 4\text{H}_2\text{O}$

Märkus: Hg oksüdeerijaks on kloor tekkimise momendil. Cl₂ tekkimine lugeda õigeks.

- 6) $2\text{Cl} + 2\text{Hg} \longrightarrow \text{Hg}_2\text{Cl}_2$
 7) $3\text{Hg} + 8\text{HNO}_3 \longrightarrow 3\text{Hg}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO} + 4\text{H}_2\text{O}$
 8) $6\text{Hg} + 8\text{HNO}_3 \longrightarrow 3\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO} + 4\text{H}_2\text{O}$

c) $\%(\text{N}) = \frac{28,0}{525} \cdot 100 = 5,33$

d) Metallide lahuseid elavhõbedas nimetatakse amalgaamideks.

3. a) $n(\text{O}) = 1 \text{ kg} \cdot \frac{1000 \text{ g}}{1 \text{ kg}} \cdot 0,700 \cdot 0,430 \cdot \frac{1 \text{ mol}}{16 \text{ g}} = 18,8 \text{ mol}$

$n(\text{H}) = 1000 \text{ g} \cdot 0,700 \cdot 0,060 \cdot \frac{1 \text{ mol}}{1,01 \text{ g}} = 41,6 \text{ mol}$

Hapnikuga reageerib: $n(\text{H}) = \frac{2}{1} \cdot 18,8 \text{ mol} = 37,6 \text{ mol}$

Energiat andev: $n(\text{H}) = 41,6 \text{ mol} - 37,6 \text{ mol} = 4,0 \text{ mol}$

$n(\text{C}) = 1000 \text{ g} \cdot 0,700 \cdot 0,500 \cdot \frac{1 \text{ mol}}{12,0 \text{ g}} = 29,17 \text{ mol} \approx 29,2 \text{ mol}$

- b) Süsiniku põlemine: $\Delta H(\text{C}) = 29,17 \text{ mol} \cdot (-394) \text{ kJ/mol} \approx -11493 \text{ kJ}$
 Vesiniku põlemine: $\Delta H(\text{H}_2) = 1/2 \cdot 4,0 \text{ mol} \cdot (-242) \text{ kJ/mol} = -484 \text{ kJ}$
 Vee aurustumine:

$\Delta H(\text{H}_2\text{O}) = 1000 \text{ g} \cdot 0,300 \cdot \frac{1 \text{ mol}}{18 \text{ g}} \cdot [-242 \text{ kJ/mol} - (-286 \text{ kJ/mol})] = +733 \text{ kJ}$

$\Delta H = -11493 \text{ kJ} + (-484) \text{ kJ} + 733 \text{ kJ} = -11244 \text{ kJ} \approx -11200 \text{ kJ}$

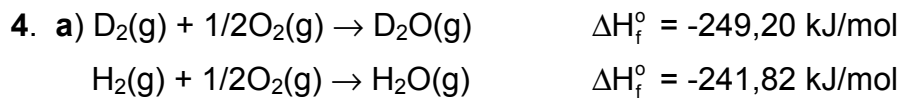
c) $m(\text{puit}) = 3,60 \text{ MJ} \cdot \frac{1}{0,300} \cdot \frac{1 \text{ kg}}{11200 \text{ kJ}} \cdot \frac{1000 \text{ kJ}}{1 \text{ MJ}} = 1,07 \text{ kg}$

d) $\text{C} \rightleftharpoons \text{CO}_2$

$$m(\text{CO}_2) = \frac{1}{1} \cdot 1070 \text{ g} \cdot 0,700 \cdot 0,500 \cdot \frac{1 \text{ mol}}{12,0 \text{ g}} \cdot \frac{44,0 \text{ g}}{1 \text{ mol}} = 1373 \text{ g} \approx 1,37 \text{ kg}$$

$$V(\text{CO}_2) = \frac{1}{1} \cdot 1070 \text{ g} \cdot 0,700 \cdot 0,500 \cdot \frac{1 \text{ mol}}{12,0 \text{ g}} \cdot \frac{22,4 \text{ dm}^3}{1 \text{ mol}} =$$

$$= 699 \text{ dm}^3 \approx 0,70 \text{ m}^3$$



b) $V_M = \frac{1 \text{ mol} \cdot 0,08201 \text{ atm} \cdot \text{dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot 298,15 \text{ K}}{1,000 \text{ atm}} = 24,45 \text{ dm}^3 / \text{mol}$

$$V(\text{H}_2) \text{ dm}^3 \cdot \frac{1 \text{ mol}}{24,45 \text{ dm}^3} \cdot (-241,82) \text{ kJ/mol} + [2,722 - V(\text{H}_2)] \text{ dm}^3 \cdot$$

$$\cdot \frac{1 \text{ mol}}{24,45 \text{ dm}^3} \cdot (-249,20) \text{ kJ/mol} = 27,154 \text{ kJ}$$

$$-241,82 V(\text{H}_2) + 249,20 V(\text{H}_2) = -663,91 + 678,32$$

$$7,38 V(\text{H}_2) = 14,41$$

$$V(\text{H}_2) = 1,953 \text{ dm}^3 \approx 1,95 \text{ dm}^3$$

$$V(\text{D}_2) = 2,722 \text{ dm}^3 - 1,953 \text{ dm}^3 = 0,769 \text{ dm}^3 = 0,77 \text{ dm}^3$$

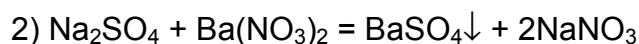
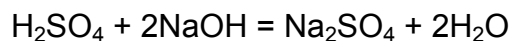
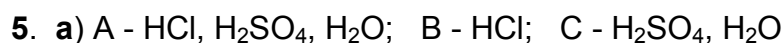
c) $m(\text{H}_2\text{O}) = \frac{1}{1} \cdot 1,953 \text{ dm}^3 \cdot \frac{1 \text{ mol}}{24,45 \text{ dm}^3} \cdot 18,0 \text{ g/mol} = 1,4378 \text{ g} \approx 1,44 \text{ g}$

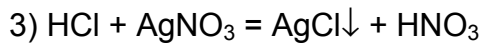
$$V(\text{H}_2\text{O}) = 1,44 \text{ g} \cdot \frac{1 \text{ cm}^3}{1,00 \text{ g}} = 1,44 \text{ cm}^3$$

$$V(\text{D}_2\text{O}) = 2,00 \text{ cm}^3 - 1,44 \text{ cm}^3 = 0,56 \text{ cm}^3$$

$$m(\text{D}_2\text{O}) = \frac{1}{1} \cdot 0,769 \text{ dm}^3 \cdot \frac{1 \text{ mol}}{24,45 \text{ dm}^3} \cdot 20,0 \text{ g/mol} = 0,629 \text{ g} \approx 0,63 \text{ g}$$

$$\rho(\text{D}_2\text{O}) = \frac{0,63 \text{ g}}{0,56 \text{ cm}^3} = 1,125 \text{ g/cm}^3 \approx 1,1 \text{ g/cm}^3$$





$$\text{c) } n(\text{H}^+) \Leftrightarrow n(\text{NaOH})$$

Vedelikus A on:

$$n(\text{H}^+) = \frac{1}{1} \cdot 122,5 \text{ cm}^3 \cdot \frac{1 \text{ dm}^3}{1000 \text{ cm}^3} \cdot 0,09820 \text{ mol / dm}^3 = 0,01203 \text{ mol}$$

$$\text{d) Vedelikus C on: } 2n(\text{H}^+) = n(\text{BaSO}_4)$$

$$n(\text{H}^+) = \frac{2}{1} \cdot 0,9018 \text{ g} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{233,4 \text{ g}} = 0,00773 \text{ mol}$$

e) HCl-i hulk ja mass gaasis B ja vedelikus A on:

$$n(\text{HCl}) = 0,01203 - 0,00773 = 0,00430 \text{ mol}$$

$$m(\text{HCl}) = 0,00430 \text{ mol} \cdot 36,45 \text{ g/mol} = 0,157 \text{ g}$$

H₂SO₄ mass vedelikus C ja vedelikus A on:

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4) \Leftrightarrow n(\text{BaSO}_4)$$

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{1}{1} \cdot 0,9018 \text{ g} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{233,4 \text{ g}} \cdot 98,1 \text{ g / mol} = 0,379 \text{ g}$$

$$m(\text{vedelik C}) = 1,000 \text{ g} - 0,157 \text{ g} = 0,843 \text{ g}$$

Vedelikus C on:

$$\%(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{0,379 \text{ g}}{0,843 \text{ g}} \cdot 100 = 44,958 \approx 45,0$$

$$\%(\text{H}_2\text{O}) = \frac{0,843 - 0,379}{0,843} \cdot 100 = \frac{0,464}{0,843} \cdot 100 \approx 55,0$$

Vedelikus A on:

$$\%(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{0,379}{1,000} \cdot 100 = 37,9$$

$$\%(\text{HCl}) = \frac{0,157}{1,000} \cdot 100 = 15,7$$

$$\%(\text{H}_2\text{O}) = \frac{0,464}{1,000} \cdot 100 = 46,4$$

6. a) Täpselt 100 grammis ühendis oleksid elementide hulgad järgmised:

$$n(\text{C}) = 65,20 \text{ g} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{12,01 \text{ g}} = 5,429 \text{ mol}$$

$$n(\text{H}) = 8,75 \text{ g} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{1,008 \text{ g}} = 8,68 \text{ mol}$$

$$n(\text{O}) = (100,00 - 65,20 - 8,75) \text{ g} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{16,00 \text{ g}} = 1,628 \text{ mol}$$

$$n(\text{C}) : n(\text{H}) : n(\text{O}) = 5,429 : 8,68 : 1,628$$

b) Leiame sellise $n(\text{O})$ väärtuse, mille korral ka vesiniku ja süsiniku hulk moolides oleks täisarv. Tegur x on kordajaks esialgsele moolide arvule

$n(\text{C})$	$n(\text{H})$	$n(\text{O})$	x
5,429	8,68	1,628	1
3,3	5,3	1	$1/1,628 = 0,61$
6,6	10,6	2	$2/1,628 = 1,22$
10,0	16,0	3	$3/1,628 = 1,843$

Ühendi Q lihtsaim empiiriline valem on $\text{C}_{10}\text{H}_{16}\text{O}_3$

$$\text{c) } n(\text{NaOH}) = 23,7 \text{ cm}^3 \cdot \frac{1 \text{ dm}^3}{1000 \text{ cm}^3} \cdot 100 \cdot 10^{-2} \text{ mol} / \text{dm}^3 = 2,37 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

$$43,7 \text{ mg} \cdot \frac{1 \text{ g}}{1000 \text{ mg}} = 4,37 \cdot 10^{-2} \text{ g}$$

$$4,37 \cdot 10^{-2} \text{ g (Q)} \Leftrightarrow 2,37 \cdot 10^{-4} \text{ mol (NaOH)}$$

$$m(\text{Q}) = 1 \text{ mol (NaOH)} \cdot \frac{4,37 \cdot 10^{-2} \text{ g (Q)}}{2,37 \cdot 10^{-4} \text{ mol (NaOH)}} = 184,4 \text{ g} \approx 184 \text{ g}$$

d) Et ühendi Q molaarmass on väiksem kui 200 ja lihtsaima empiirilise valemi korral tuleb ühe mooli massiks

$100 \text{ g} \cdot 1,843 = 184,3 \text{ g}$, siis peavad empiiriline ja molekulaarvalem olema samad.

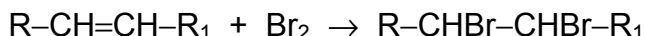
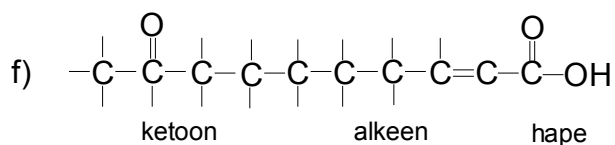
$$M(\text{C}_{10}\text{H}_{16}\text{O}_3) = 10 \cdot 12,01 \text{ g/mol} + 16 \cdot 1,008 \text{ g/mol} + 3 \cdot 16,00 \text{ g/mol} =$$

$$= 184,2 \text{ g/mol}$$

Märkus: Tegurite 10, 16 ja 3 ühikuks on mol/mol, mis taanduvad välja.

e) Molekulis Q sisaldub üks $-\text{COOH}$ rühm, sest ühe mooli neutraliseerimiseks kulub üks mool naatriumhüdrosiidi. Molekulis Q peab sisalduma süsiniku aatomite vahel üks kahekordne side, $-\text{CH}=\text{CH}-$, sest üks mool ühendit Q valastab ühe mooli Br_2 . Molekulis olevast kolmest hapnikuaatomist üks jääb üle, mis peab moodustama karbonüülrühma, $-\text{CO}-$. Karbonüülrühm saab olla seotud ainult süsinikkudega, sest ta ei saa moodustada aldehüüdrühma (ei anna hõbepeegli reaktsiooni). Kõnealune kolmas hapniku aatom ei saa moodustada hüdroksüülrühma ega ka eetrit, sest sellisel juhul jääks

molekulis kaks vesiniku aatomit puudu. *Tsis-trans*-isomeeria olemasolu viitab kaksiksidemele süsiniku aatomite vahel, kuid ta ei määra kaksiksidemete arvu. Selle määras Br₂ ekvimolaarsus.



VABARIIKLIKU VOORU PRAKTILINE TÖÖ

9. klass

Vesinikkloriidi massi määramine kindla kontsentratsiooniga naatriumhüdroksiidi lahuse abil (tiitrimine)

Molaarne kontsentratsioon näitab lahustunud aine moolide arvu ühes kuupdetsimeetris lahuses.

100 cm³-lises mõõtekolvis oleva vesinikkloriidhappe lahuse ruumala viiakse destilleeritud vee lisamisega 100 cm³-ni (mõõtekriipsuni) ja segatakse hoolikalt. Tiitrimiseks mõõdetakse sellest lahusest pipetiga 10 cm³ koonilisse kolbi ja lisatakse 2 tilka indikaatorit (fenooltaleiini). Büretist lisatakse koonilisse kolbi (seda pidevalt loksutades) aeglaselt kindla kontsentratsiooniga NaOH lahust. Momendist, mil roosa värvus korraks tekib ja loksutamisel kaob, lisatakse leelise lahust tilkhaaval. Tiitrimine lõpetatakse, kui roosa värvus jääb püsima vähemalt poole minuti vältel. Roosa värvuse püsimine näitab, et kogu hape on neutraliseeritud ning on tekkinud aluseline lahus. Eelmise tilga lisamisel peab värvus kaduma mõne sekundiga. Paralleelkatsetes ei tohiks büretist lisatud leelise lahuse ruumalad erineda rohkem kui 0,05 cm³ võrra. Arvutusteks tuleb kasutada kolme paralleelkatse ruumalade keskmist väärtust. Vastus, mõõtkolvis olnud HCl mass, tuleb anda grammides nelja tüvenumbriga.

Tähelepanu! Iga tiitrimise järel tuleb enne järgneva koguse happe lahuse pipeteerimist kooniline kolb loputada destilleeritud veega. Nii pipett kui bürett tuleb eelnevalt loputada selle lahusega, millega teda täidetakse. Nii pipeti kui büreti lugemi võtmisel ja mõõtekolvi täitmisel jälgida, et vedeliku tase oleks silmade kõrgusel. Vedeliku tase büretis (pipetis jne.) fikseeritakse tema alumise kaare järgi. Tiitrimiseks kulunud leelise lahuse ruumala tuleb määrata võimalikult täpselt. Büreti lugemi võtmisel jagada büreti kõige väiksem jaotis silma järgi täiendavalt veel vähemalt viieks osaks. Jälgida, et bürett oleks statiivile kinnitatud täpselt vertikaalselt. Büreti täitmisel kontrollida, et tema alumisse ossa ei jääks õhumulli. Täitmiseks kasutatud lehter tuleb tiitrimise

ajaks büretilt eemaldada. Lahuse nivoo fikseerimisel pipetis hoida pipetti vertikaalselt. Pipetti ei tohi tühjaks puhuda. Pipeti tühjendamisel peab pipeti ots olema vastu kolvi seina ja jääma sellesse asendisse veel 10 sekundiks (vedeliku järeljooksust tekkiva vea vältimiseks).

10. klass

Raud(II)ioonide massi määramine permanganatomeetriliselt

Kaaluklaasis olev uuritav tahke aine kantakse kvantitatiivselt üle 100 cm³-sse mõõtekolbi. Selleks puistatakse kaaluklaasis olev tahke aine lehtri abil mõõtekolbi. Kaaluklaas loputatakse veega vähemalt 3 korda, et lahustada tahke aine jäägid ja kanda need üle (kasutades klaaspulka) mõõtekolbi. Kolb täidetakse umbes poolest saadik destilleeritud veega, lisatakse lahusele 20 kuupsentimeetrit 2 M H₂SO₄ lahust ja ~8 -10 cm³ 2 M H₃PO₄ lahust. H₃PO₄ maskeerib Fe(III)-ioonide värvuse. Seejärel loksutatakse lahust tugevasti ja kolb täidetakse destilleeritud veega mõõtekriipsuni ning segatakse lahuse kontsentratsiooni ühtlustumiseni. Määramiseks pipeteeritakse koonilisse kolbi 10 cm³ uuritavat lahust.

Bürett loputatakse vähese koguse kindla kontsentratsiooniga KMnO₄ lahusega (tiitrimislahusega) ning seejärel täidetakse sama lahusega. Jälgida, et büreti otsikusse ei jääks õhumulle. Värviliste (läbipaistmatute) lahuste korral fikseeritakse nivoo meniski ülemise ääre järgi. Tiitrimislahust lisatakse uuritavale lahusele aeglaselt (viimast pidevalt segades) kuni nõrga roosa värvuse püsijäämiseni.

Kokkulangevatest tiitrimistulemustest arvutatakse keskmine tiitrimiseks kulunud KMnO₄ ruumala ja Fe(II)ioonide mass uuritavas lahuses. Vastus anda grammides nelja tüvenumbriga.

11. ja 12. klass

Raud(II)ioonide massi määramine permanganatomeetriliselt

Koonilises kolvis olev uuritav lahus kantakse kvantitatiivselt üle 100 cm³-sse mõõtekolbi ja lahuse ruumala viiakse destilleeritud veega 100 cm³-ni (mõõtekriipsuni) ning segatakse lahuse kontsentratsiooni ühtlustumiseni. Määramiseks pipeteeritakse 10 cm³ uuritavat lahust koonilisse kolbi ja lisatakse 7-8 cm³ hapete segu, mis on saadud võrdsete ruumalade 1:4 lahjendatud H₂SO₄ ja H₃PO₄ segamisel. H₃PO₄ maskeerib Fe(III)ioonide värvuse.

Värviliste (läbipaistmatute) lahuste korral toimub lahusenivoo fikseerimine meniski ülemise nivoo järgi. Tiitrimislahust lisatakse uuritavale lahusele aeglaselt (viimast pidevalt segades) kuni nõrga roosa värvuse püsijäämiseni.

Kokkulangevatest tiitrimistulemustest arvutatakse keskmine tiitrimiseks kulunud KMnO₄ ruumala ja Fe(II)ioonide mass uuritavas lahuses. Vastus anda grammides nelja tüvenumbriga.