# KEEMIAÜLESANNETE LAHENDAMISE LAHTINE VÕISTLUS

**Noorem rühm (9. ja 10. klass)**

***Tallinn, Tartu, Kuressaare, Narva, Pärnu, Kohtla-Järve 6. november 2010***

**Ülesannete lahendused**

**1. a)** $NaOH + HCl = NaCl + H_2O$

$$\mathbf{m(NaOH)} = 12{,}15\ \text{cm}^3 \cdot \frac{0{,}05000\ \text{mol}}{1\ \text{dm}^3} \cdot \frac{1{,}000\ \text{dm}^3}{1000\ \text{cm}^3} \cdot 40{,}00\ \frac{\text{g}}{\text{mol}} \cdot \frac{1000\ \text{cm}^3}{10{,}00\ \text{cm}^3} = \mathbf{2{,}430\ g}$$

**b)** $c(\text{NaOH}) = \frac{12{,}15\ \text{cm}^3}{10{,}00\ \text{cm}^3} \cdot 0{,}05000\ \text{M} = 0{,}06075\ \text{M}$

$V(0{,}06075\ \text{M lahus}) = 1000\ \text{cm}^3 - 3 \cdot 10\ \text{cm}^3 = 970\ \text{cm}^3$

$$\mathbf{V(vesi)} = \frac{0{,}06075\ \text{M}}{0{,}050\ \text{M}} \cdot 0{,}970\ \text{dm}^3 - 0{,}970\ \text{dm}^3 = 0{,}209\ \text{dm}^3 \approx \mathbf{210\ cm^3}$$

**2. a)** Tähistame elementide **X**, **Y** ja **Z** järjenumbrid vastavalt $x$, $y$ ja $z$, siis saame kirjutada järgneva võrrandisüsteemi:

$\begin{cases} x + y = z \\ 8x = z \\ z - y = 1 \end{cases}$ Lahendades võrrandisüsteemi, saame et $\begin{cases} x = 1 \\ y = 7 \\ z = 8 \end{cases}$

Seega:
**X** – H, vesinik
**Y** – N, lämmastik
**Z** – O, hapnik

**b)** **A** – CaO, kaltsiumoksiid
**B** – $CO_2$, süsinikdioksiid
**C** – $NH_3$, ammoniaak
**D** – $H_2O$, vesi
**E** – $NaHCO_3$, naatriumvesinikkarbonaat
**F** – $NH_4Cl$, ammooniumkloriid
**G** – $Ca(OH)_2$, kaltsiumhüdroksiid

**3. a)** Molekulite arv Caesari viimases hingetõmbes oli:

$$N = \frac{97300\ \text{Pa} \cdot 0{,}001\ \text{m}^3 \cdot 6{,}02 \cdot 10^{23}\ \text{mol}^{-1}}{283{,}15\ \text{K} \cdot 8{,}314\ \text{J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}} = 2{,}49 \cdot 10^{22}$$

Atmosfääri ruumala:

$$V = 4\pi \cdot (6{,}37 \cdot 10^6\ \text{m})^2 \cdot 1{,}5 \cdot 10^4\ \text{m} = 7{,}65 \cdot 10^{18}\ \text{m}^3$$

Atmosfääri ruumala võib arvutada ka lähtudes kera ruumala valemist ($V = 4/3\pi r^3$):

$$V = \frac{4\pi}{3} \cdot \left((6{,}37 \cdot 10^6 + 1{,}5 \cdot 10^4\ \text{m})^3 - (6{,}37 \cdot 10^6\ \text{m})^3\right) = 7{,}67 \cdot 10^{18}\ \text{m}^3$$

Seega, kui eeldada, et kõik „Caesari" viimse hingetõmbe molekulid on ühtlaselt jaotunud, siis keskmiselt sisaldaks iga tänapäevase inimese hingeõhk:

$$N = 2{,}49 \cdot 10^{22} \cdot \frac{0{,}5\ \text{dm}^3}{7{,}65 \cdot 10^{21}\ \text{dm}^3} = 1{,}6$$

Arvestades, et õhk on atmosfääri allosas tihedam, oleks see molekulide arv veelgi suurem. Järelikult väide võib olla tõene.

Kuid samas ei ole arvesse võetud keemilisi protsesse, mille käigus vastavad molekulid võivad olla ära seotud. Näiteks:

põlemine: $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 = 6CO_2 + 6H_2O$
fotosüntees: $6CO_2 + 6H_2O = C_6H_{12}O_6 + 6O_2$
lahustumine: $CO_2 + H_2O = H_2CO_3$
sademine: $Ca^{2+} + CO_3^{2-} = CaCO_3$ jne.

**b)** Molekulide arvu pardis võib hinnata pardi veesisalduse järgi. On mõistlik eeldada, et veesisaldus on 75% pardi massist (õigeteks piirideks võib lugeda: minimaalselt 10% ja maksimaalselt 90%). Kõigi molekulide hulk on ligilähedaselt võrdne vee molekulite hulgaga, seega

$$\mathbf{N(part)} = \frac{75}{100} \cdot 1000m\ \text{g} \cdot \frac{1\ \text{mol}}{18{,}02\ \text{g}} \cdot \frac{6{,}02 \cdot 10^{23}}{1\ \text{mol}} = \mathbf{2{,}51 \cdot 10^{25}\, m}$$

$(N_{min}(\text{part}) = 3{,}34 \cdot 10^{24};\ N_{max}(\text{part}) = 3{,}01 \cdot 10^{25})$

Arvestades seda, et pardi mass on $m$ ja ekstrakti lahjendatakse üks osa 100 osa kohta ning seda protsessi korratakse 200 korda, siis algne ekstakt on lahjendatud $10^{400}m$ (kg) vees*****. Siit saab arvutada pardi molekulide hulga lahjendamiseks kasutatud vees:

$$c(\text{part}) = \frac{2{,}51 \cdot 10^{25} m}{10^{400} m\ \text{kg}} \cdot \frac{1\ \text{kg}}{1\ \text{dm}^3} = 2.51 \cdot 10^{-375}\ \text{dm}^{-3}$$

$(c_{min}(\text{part}) = 3.34 \cdot 10^{-376}\ \text{dm}^{-3};\ c_{max}(\text{part}) = 3.01 \cdot 10^{-375}\ \text{dm}^{-3})$

Ühes doosis olev molekulide arv on seega:

$$N(\text{part, doosis}) = 2{,}51 \cdot 10^{-375}\ \text{dm}^{-3} \cdot 0{,}001\ \text{dm}^3 = 2{,}51 \cdot 10^{-378} << 1$$

$(N_{min}(\text{part, doosis}) = 3.34 \cdot 10^{-379};\ N_{max}(\text{part, doosis}) = 3.01 \cdot 10^{-378})$

Kuna pardi molekulide arv ühes doosis on oluliselt väksem ühest, siis **pole mõtet** parti droogi valmistamisretseptis mainida.

***** Lahjendusteguri saamiseks võib lähtuda analoogiast – mitu osa vett tuleb algse ekstrakti kohta, kui ektrakti lahjendatakse veega üks ühele ja lahjendamist korratakse viis korda:

1. lahjendus $2^1 - 1 = 1$ osa 3. lahjendus $2^3 - 1 = 7$ osa
2. lahjendus $2^2 - 1 = 3$ osa 4. lahjendus $2^4 - 1 = 15$ osa

5. lahjendus $2^5 - 1 = 31$ osa
(2 – näitab mitu korda lahuse kontsentratsioon väheneb s.o kaks korda iga lahjendusega; 5 – astmenäitaja, ütleb mitu järjestikust lahjendust tehakse s.o esialgset lahust lahjendatakse viis korda)
Lähtudes ülesandest saame, et ühe osa ekstrakti kohta tuleb

$100^{200} - 1 \approx (10^2)^{200} = 10^{400}$ osa vett.

**4. a)** *Kaur* $Cu + 4HNO_3 = Cu(NO_3)_2 + 2NO_2\uparrow + 2H_2O$

*Sander* $2Cu + O_2 = 2CuO$

$CuO + 2HNO_3 = Cu(NO_3)_2 + H_2O$

*Jasper* $3Cu + 8HNO_3 = 3Cu(NO_3)_2 + 2NO\uparrow + 4H_2O$

Õhuga kokku puutudes: $2NO + O_2 = 2NO_2\uparrow$

**b)** *Kaur* $\boldsymbol{n(HNO_3)} = \frac{4}{1}\cdot 3000\ \text{g}\cdot\frac{1\ \text{mol}}{187{,}5\ \text{g}} = \mathbf{64\ mol}$

*Sander* $\boldsymbol{n(HNO_3)} = \frac{2}{1}\cdot 3000\ \text{g}\cdot\frac{1\ \text{mol}}{187{,}5\ \text{g}} = \mathbf{32\ mol}$

*Jasper* $\boldsymbol{n(HNO_3)} = \frac{8}{3}\cdot 3000\ \text{g}\cdot\frac{1\ \text{mol}}{187{,}5\ \text{g}} = 42{,}7\ \text{mol} \approx \mathbf{43\ mol}$

**c)** Nii Kauri kui Jasperi kasutatud meetodil moodustub lõpptulemusena keskkonda reostav $NO_2$.

*Kaur* $\boldsymbol{n(NO_2)} = \frac{2}{1}\cdot 3000\ \text{g}\cdot\frac{1\ \text{mol}}{187{,}5\ \text{g}} = \mathbf{32\ mol}$

*Jasper* $\boldsymbol{n(NO_2)} = \boldsymbol{n(NO)} = \frac{2}{3}\cdot 3000\ \text{g}\cdot\frac{1\ \text{mol}}{187{,}5\ \text{g}} \approx 10{,}7\ \text{mol} = \mathbf{11\ mol}$

Sanderi meetodis mürgiseid gaase ei eraldunud.

**d)** Kõik vennad lähtusid samast vase hulgast, lämmastikhapet kulus aga Sanderil kõige vähem. Temal ei tekkinud ka keskkonda saastavat gaasi. **Sanderi meetod** on kõige odavam ja keskkonnasõbralikum.

**5. a)** **A** – $Fe_2(SO_4)_3$

**B** – $SO_2$ $\%(O) = \frac{2\cdot 16}{64{,}07}\cdot 100 = 49{,}95$

**C** – TiN $\%(Ti) = \frac{47{,}867}{61{,}874}\cdot 100 = 77{,}36$

**D** – $\overset{IV}{Ti}O_2$ $\%(Ti) = \frac{47{,}867}{79{,}866}\cdot 100 = 59{,}93$

**Z** – Ti

Metalli **Z** ühend **D** on tõenäoliselt oksiid, sest tekib põlemisel (hapniku juuresolekul. Kuna ühendis **D** on metalli o.a +IV, siis on **D** valem **Z**$O_2$. Nüüd on võimalik leida **Z** aatommass:

$\%(\mathbf{Z}) = \frac{A_r(\mathbf{Z})}{A_r(\mathbf{Z}) + 31{,}999}\cdot 100 = 59{,}93 \qquad A_r(\mathbf{Z}) = 47{,}86$

Tegu on titaaniga. Ühend **Z** ($TiO_2$) on kasutusel valge pigmendina.

**b)** $2Fe + 6H_2SO_4 = Fe_2(SO_4)_3\uparrow + 3SO_2 + 6H_2O$

$Ti + O_2 \overset{t^\circ}{=} TiO_2$

$2Ti + N_2 \overset{t^\circ}{=} 2TiN$

$Fe_2(SO_4)_3 \overset{t^\circ}{=} Fe_2O_3 + 3SO_3$ või $4Fe + 3O_2 \overset{t^\circ}{=} 2Fe_2O_3$

**6.** Tasakaalustatud võrrandid:

$Bi(OH)_3 + Cl_2 + 3KOH \overset{t^\circ}{=} KBiO_3 + 2KCl + 3H_2O$

$Cl_2 + 2e^- = 2Cl^-$

$Bi^{III} - 2e^- = Bi^{V}$

$10KBiO_3 + 14H_2SO_4 + 4MnSO_4 = 5Bi_2(SO_4)_3 + 4KMnO_4 + 3K_2SO_4 + 14H_2O$

$2Bi^{V} + 4e^- = 2Bi^{III} \,|\times 5$

$Mn^{II} - 5e^- = Mn^{VII} \,|\times 4$

$2KMnO_4 + 16HCl = 2MnCl_2 + 2KCl + 8H_2O + 5Cl_2\uparrow$

$Mn^{VII} + 5e^- = Mn^{II} \,|\times 2$

$2Cl^- - 2e^- = Cl_2 \,|\times 5$

Summaarse mitte redoksreaktsiooni võrrandi välja kirjutamiseks eemaldame kõik redoksprotsessis osalevad vormid korrutades enne liitmist esimest võrrandit kümnega ja viimast võrrandit kahega.

$10Bi(OH)_3 + 10Cl_2 + 30KOH \overset{t^\circ}{=} 10KBiO_3 + 20KCl + 30H_2O$

$10KBiO_3 + 14H_2SO_4 + 4MnSO_4 = 5Bi_2(SO_4)_3 + 4KMnO_4 + 3K_2SO_4 + 14H_2O$

$4KMnO_4 + 32HCl = 4MnCl_2 + 4KCl + 16H_2O + 10Cl_2$

---

$10Bi(OH)_3 + 30KOH + 14H_2SO_4 + 4MnSO_4 + 32HCl =$
$20KCl + 30H_2O + 5Bi_2(SO_4)_3 + 3K_2SO_4 + 14H_2O + 4MnCl_2 + 4KCl + 16H_2O$

Kirjutame summaarse ioonvõrrandi ja eemaldame kõik korduvad ioonid:

$10Bi^{3+} + 60OH^- + 60H^+ + 18SO_4^{2-} + 4Mn^{2+} + 32Cl^- + 30K^+ =$
$10Bi^{3+} + 60H_2O + 32Cl^- + 18SO_4^{2-} + 4Mn^{2+} + 30K^+$

Lihtsaim summaarne võrrand on:

$$\mathbf{OH^- + H^+ = H_2O}$$

Arvestades, et vismut(III)hüdroksiid ei dissotsieeru neutraalses lahuses saame:

$$\mathbf{Bi(OH)_3 + 3HCl = BiCl_3 + 3H_2O}$$

Viimane reaktsioon on oluliselt mõjutatud pH poolt n.t happelises keskkonnas on vismut ioonidena $Bi^{3+}$.

## KEEMIAÜLESANNETE LAHENDAMISE LAHTINE VÕISTLUS

**Vanem rühm** (11. ja 12. klass)

***Tallinn, Tartu, Kuressaare, Narva, Pärnu, Kohtla-Järve 6. november 2010***

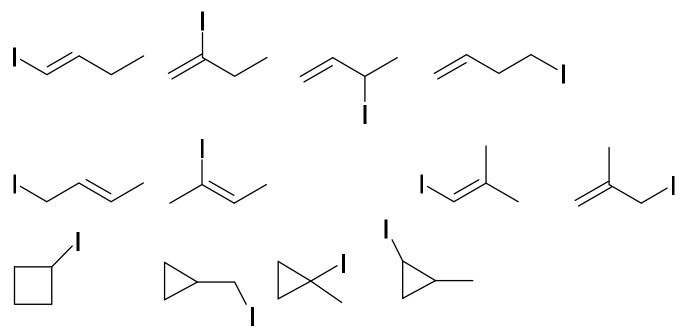
### Ülesannete lahendused

**1. a)** **B** – $NaNO_3$, tšiili salpeeter
**C** – $KNO_3$, india salpeeter
**H** – $NH_4HCO_3$, põdrasarvesool

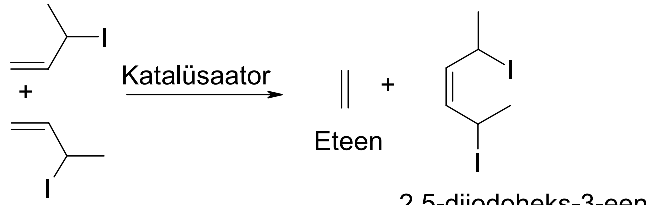
**b)** **X** – N, lämmastik
**A** – $N_2$, lämmastik
**B** – $NaNO_3$, naatriumnitraat
**C** – $KNO_3$, kaaliumnitraat
**D** – $NH_3$, ammoniaak
**E** – $\overset{II}{N}\overset{-II}{O}$, lämmastikmonooksiid $\quad \%(N) = \frac{16}{30} \cdot 100 = 53{,}3$
**F** – $O_2$, hapnik
**G** – $NO_2$, lämmastikdioksiid
**H** – $NH_4HCO_3$, ammooniumvesinikkarbonaat
**I** – $HNO_3$, lämmastikhape

**b)** **reaktsioon 1:** $N_2 + 3H_2 \underset{kat.}{\overset{t°,p}{=}} 2NH_3$
**reaktsioon 2:** $NH_3 + 3O_2 = 2N_2 + 6H_2O$
**reaktsioon 3:** $4NH_3 + 5O_2 \underset{Pt}{\overset{p}{=}} 4NO + 6H_2O$
**reaktsioon 4:** $2NO + O_2 = 2NO_2$
**reaktsioon 5:** $NH_4HCO_3 \overset{t°}{=} NH_3\uparrow + H_2O + CO_2\uparrow$
**reaktsioon 6:** $3NO_2 + H_2O = 2HNO_3 + NO$

**2. a)**



**b)**




2,5-dijodoheks-3-een

**c)** $\boldsymbol{c}(\textbf{3-jodobut-1-een}) = 1\ \text{mmol} \cdot (1-0{,}97) \cdot \frac{1}{0{,}025\ \text{dm}^3} = 1{,}2\ \text{mM} \approx \mathbf{\approx 1\,mM}$

$\boldsymbol{c}(\textbf{2,5-dijodoheks-3-een}) = \frac{1}{2} \cdot 1\ \text{mmol} \cdot 0{,}97 \cdot \frac{1}{0{,}025\ \text{dm}^3} = \mathbf{19\ mM}$

Eteen lendub reaktsiooni segust.

**3. a)** $x NH_3 \cdot H_2O + CuSO_4 \overset{etanool}{=} [Cu(NH_3)_x]SO_4 + xH_2O$
$[Cu(NH_3)_x]SO_4 + xHCl = CuSO_4 + xNH_4Cl$
$HCl + NaOH = NaCl + H_2O$

**b)** $n(NH_3) = n(HCl) = (20\ \text{cm}^3 \cdot 0{,}2097\ \text{M} - 12{,}19\ \text{cm}^3 \cdot 0{,}1\ \text{M}) \cdot \frac{1\ \text{dm}^3}{1000\ \text{cm}^3} = 2{,}975 \cdot 10^{-3}\ \text{mol}$

$M([Cu(NH_3)_x]SO_4) = M(CuSO_4) + x \cdot M(NH_3)$

$M([Cu(NH_3)_x]SO_4) = (159{,}62 + 17{,}03x)\text{g/mol}$

$n([Cu(NH_3)_x]SO_4) = \frac{0{,}1805\ \text{mol}}{(159{,}62 + 17{,}03x)} = \frac{1}{x} n(NH_3) = \frac{2{,}975 \cdot 10^{-3}\ \text{mol}}{x}$

$\boldsymbol{x} = \frac{159{,}62 \cdot 2{,}975 \cdot 10^{-3}}{0{,}1805 - 17{,}03 \cdot 2{,}975 \cdot 10^{-3}} = 3{,}7 \approx \mathbf{4}$

Kompleksoola valem on $[Cu(NH_3)_4]SO_4$ (227,73 g/mol).

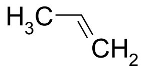
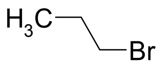
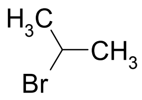
**c)** $m(H_2O) = 0{,}1805\ \text{g} - \frac{1}{4} \cdot 2{,}975 \cdot 10^{-3}\ \text{mol} \cdot \frac{227{,}73\ \text{g}}{1\ \text{mol}} = 0{,}01112\ \text{g}$

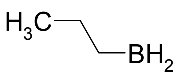
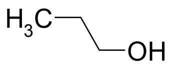
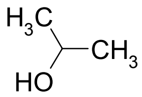
$\mathbf{\%(H_2O)} = \frac{0{,}01112\ \text{g}}{0{,}1805\ \text{g}} \cdot 100 = \mathbf{6{,}16}$

**4. a)** $n(\mathbf{A}) > \frac{101000\ \text{Pa} \cdot 0{,}003\ \text{m}^3}{298{,}15\ \text{K} \cdot 8{,}314\ \text{J mol}^{-1}\ \text{K}^{-1}} = 0{,}122\ \text{mol}$

$\boldsymbol{M}(\mathbf{A}) < \frac{6{,}4\ \text{g}}{0{,}122\ \text{mol}} = \mathbf{52\ g/mol}$

**b)**

**A -** 
**C1 -** 
**C2 -** 

**B -** 
**D1 -** 
**D2 -** 

**5. I a)** $\boldsymbol{n}(\mathbf{HCl}) = \frac{100\ \text{cm}^3}{20\ \text{cm}^3} \cdot 0{,}0127\ \text{dm}^3 \cdot \frac{0{,}1015\ \text{mol}}{1\ \text{dm}^3} = 0{,}006445\ \text{mol} \approx$

$\approx \mathbf{6{,}45 \cdot 10^{-3}\ mol}$

**b)** $\boldsymbol{V}(\mathbf{tilk}) = 0{,}006445\ \text{mol} \cdot \frac{36{,}5\ \text{g}}{1\ \text{mol}} \cdot \frac{1}{0{,}394} \cdot \frac{1\ \text{cm}^3}{1{,}195\ \text{g}} \cdot \frac{1}{10} = 0{,}04996\ \text{cm}^3 \approx$

$\approx \mathbf{5{,}00 \cdot 10^{-2}\ cm^3}$

**II a) i)** $\left[H^+\right] = \sqrt{2{,}1 \cdot 10^{-13}} = 4{,}58 \cdot 10^{-7}\ \text{M}$

**pH =** $-\log 4{,}58 \cdot 10^{-7} = 6{,}34 \approx \mathbf{6{,}3}$

**ii)** Neutraalne, sest $[H^+] = [OH^-]$

**b)** Summaarne $\left[H^+\right] = 10^{-\log\left[H^+\right]} = 10^{-6} = \left[H^+, \text{HCl-st}\right] + \left[H^+, H_2O\text{-st}\right]$

$\left[H^+, H_2O\text{-st}\right] = \left[OH^-, \text{antud pH juures}\right]$

$\left[OH^-\right] = \frac{2{,}1 \cdot 10^{-13}}{10^{-6}} = 2{,}1 \cdot 10^{-7} = \left[H^+, H_2O\text{-st}\right]$

$n\left(H^+, \text{1 tilgas}\right) = 6{,}445 \cdot 10^{-4}\ \text{mol}$

$10^{-6}\ \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} = \frac{6{,}445 \cdot 10^{-4}\ \text{mol}}{V} + 2{,}1 \cdot 10^{-7}\ \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$

$10^{-6}\ \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \cdot V = 6{,}445 \cdot 10^{-4}\ \text{mol} + 2{,}1 \cdot 10^{-7}\ \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \cdot V$

$\boldsymbol{V} = \frac{6{,}445 \cdot 10^{-4}\ \text{mol}}{\left(10^{-6} - 2{,}1 \cdot 10^{-7}\right)\text{mol/dm}^3} = 0{,}8158 \cdot 10^3 \approx \mathbf{820\ dm^3}$

**6. a)** Lähtevõrrandiks on tasakaalustamata võrrand:

$2La(NO_3)_3 + Ni(NO_3)_2 + H_2NCH_2COOH \rightarrow La_2NiO_4 + CO_2\uparrow + N_2\uparrow + H_2O$

**i)** Redutseerumine:

$8NO_3^- + 40H^+ + 2La^{3+} + Ni^{2+} + 40e^- = 4N_2\uparrow + 20H_2O + La_2NiO_4$ (**I**)

Oksüdeerumine:

$2H_2NCH_2COOH + 4H_2O - 18e^- = 4CO_2\uparrow + N_2\uparrow + 18H^+$ (**II**)

**ii)** Oksüdeerija: $NO_3^-$

Redutseerija: $H_2NCH_2COOH$

**iii)** Tasakaalustamiseks korrutada **I** võrrandit 9-ga ja **II** võrrandit 20-ga.

Tasakaalustatud reaktsioonivõrrand:

$18La(NO_3)_3 + 9Ni(NO_3)_2 + 40H_2NCH_2COOH =$

$= 9La_2NiO_4 + 80CO_2\uparrow + 56N_2\uparrow + 100H_2O$

Võib ka lähtuda elektronbilansi meetodist:

$$\left\{\begin{array}{lll} (2\cdot 3 + 2)\overset{V}{N} & + 40e^- = & 4\overset{0}{N_2} \;\Big|\; \cdot 9 \quad \text{(oksüdeerija redutseerub)} \\ 2\overset{-III}{N} & -\ 6e^- = & \overset{0}{N_2} \\ 2\overset{-I}{C} & -10e^- = & 2\overset{IV}{C} \quad\Big|\; \cdot 20 \quad \text{(redutseerija oksüdeerub)} \\ 2\overset{III}{C} & -\ 2e^- = & 2\overset{IV}{C} \\ \hline 2H_2NCH_2COOH - 18e^- \rightarrow 4CO_2 + N_2 & & \end{array}\right.$$

**b) i)** $2Ni^{3+} + 2I^- = 2Ni^{2+} + I_2$

**ii)** $I_2 + 2S_2O_3^{2-} = 2I^- + S_4O_6^{2-}$

**c)** 0,200 g LNO-s sisaldub:

$n\left(Ni^{3+}\right) = 2n\left(I_2\right) = n\left(S_2O_3^{2-}\right)$

$n\left(Ni^{3+}\right) = \frac{2}{2} \cdot 29{,}50\ \text{cm}^3 \cdot \frac{1\ \text{dm}^3}{1000\ \text{cm}^3} \cdot 0{,}00100\ \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \cdot \frac{50{,}00\ \text{cm}^3}{10{,}00\ \text{cm}^3} = 0{,}000148\ \text{mol}$

$La_2Ni^{+II}_{1-2\delta}Ni^{+III}_{2\delta}O_{4+\delta}$

Saame võrrandi:

$2\delta \frac{m(\text{LNO})}{M(\text{LNO})} = 2\delta \frac{m(\text{LNO})}{2M(\text{La}) + M(\text{Ni}) + M(\text{O}) \cdot (4+\delta)} = n\left(Ni^{3+}\right)$

$m(LNO) = 0.200\ \text{g}$

$2\delta m(\text{LNO}) = n\left(Ni^{3+}\right)\left[2M(\text{La}) + M(\text{Ni}) + 4M(\text{O}) + \delta M(\text{O})\right]$

$2\delta m(\text{LNO}) - \delta M(\text{O}) n\left(Ni^{3+}\right) = n\left(Ni^{3+}\right)\left[2M(\text{La}) + M(\text{Ni}) + 4M(\text{O})\right]$

$\delta = \frac{n\left(Ni^{3+}\right)\left[2M(\text{La}) + M(\text{Ni}) + 4M(\text{O})\right]}{2m(\text{LNO}) - M(\text{O}) n\left(Ni^{3+}\right)}$

$\boldsymbol{\delta} = \frac{0{,}000148\ \text{mol} \cdot 400{,}5\ \text{g/mol}}{2 \cdot 0{,}200\ \text{g} - 16\ \text{g/mol} \cdot 0{,}000148\ \text{mol}} = \mathbf{0{,}149}$