

## 10. klass

### 1998/99. õa piirkonnavoor: 10. klass, 4. ülesanne

220 g lahuses, mille tihedus on  $1,016 \text{ g/cm}^3$  on lahustunud  $4,40 \text{ g Na}_2\text{SO}_4$ .

- Arvutada lahuses lahustunud aine protsendiline sisaldus.
- Arvutada lahuse molaarne kontsentratsioon ( $\text{mol/dm}^3$ ).
- Mitu g  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  kristalliseerub selle lahuse ettevaatlikul kuivaksaurutamisel?
- Mitu grammi  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  tuleb eelpoolnimetatud lahusele lisada, et saada 10,0% lahus?

Lahendus: <http://eko.olunet.org/pdf/eko2/eko46v2k10lah.pdf>

### 2002/03. õa piirkonnavoor: 10. klass, 1. ülesanne

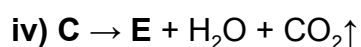
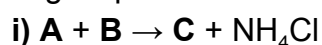
- Millise agregaatolekuga aine lahustamisel lahuse temperatuur alati tõuseb?
- Missugused protsessid esinevad nende tahkete ainete lahustamisel, kus lahuse temperatuur kasvab?
- Määrake ammooniumnitraadis mõlema lämmastikuaatomi oksüdatsiooniaste.
- Kirjutage elemendi nr. 23 elektronkatte ehitus (orbitaali tähistus ja elektronide arv seal).
- Reaktsioonis osalevad  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{O}_2$  ja  $\text{H}_2$ . Kirjutage nende ainete vahelise reaktsiooni võrrand, mis on: **i)** eksotermiline ja **ii)** endotermiline.
- Märkida lahuste pH ( $\text{pH} = 7$ ,  $\text{pH} > 7$  või  $\text{pH} < 7$ ) kui segada veega (igat ainet eraldi): **i)** lihtaineid: Na,  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{S}_8$ ; **ii)** okside:  $\text{SiO}_2$ , CaO,  $\text{SO}_2$ ; **iii)** aluseid ja happeid:  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ , HCl, NaOH,  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ; **iv)** sooli:  $\text{NH}_4\text{Cl}$ , NaCl,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . Põhjendage (näiteks: ei lahustu, reageerib veega ja moodustub alus, on tugeva aluse ja nõrga happe sool jne).

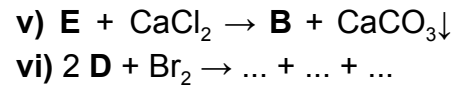
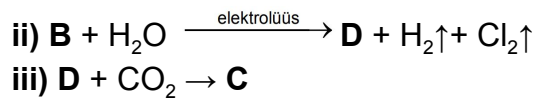
Lahendus: <http://eko.olunet.org/pdf/eko2/eko50v2k10lah.pdf>

### 2010/11. õa piirkonnavoor: 9. klass, 4. ülesanne

Ained **B**, **C** ja **E** on soolad (o.a(**X**) = I), mille koostisse kuulub metall **X**. Lihtaine **X** ( $\rho(\text{X}) = 0,97 \text{ g/cm}^3$ ) elektronid paiknevad mitteoksüdeeritud vormis kolmel elektronihil ja elektronide arv on 2,09 korda väiksem kui aatommass. Looduses esineb aine **B** kiviisoolana. Soola **C** kasutatakse happeliste lahuste neutraliseerimisel. Aine **D** lahus muudab lakmuspaberi siniseks. Aine **D** reageerimisel broomiga toimub disproportsioneerumine, mille käigus tekib vesi ja kaks broomi sisaldavat soola: ühes on Br o.a –I ja teises I. Üks sooladest sisaldab hapnikku. Soola **E** kasutatakse tulekustutites süsihappegaasi allikana.

- Kirjutage ainete **X**, **A–E** valemid ja nimetused.
- Kirjutage lõpuni toodud reaktsioonide võrrandid:





Lahendus: <http://eko.olunet.org/pdf/eko2/eko58v2k09lah.pdf>

### 2011/12. õa piirkonnavoor: 10. klass, 2. ülesanne

Teravalõhnaline ühend **A** stimuleerib sissehingamisel närvisüsteemi, millel põhineb tema kasutamine minestuse korral. Suuline manustamine võib aga põhjustada kõri ja söögitoru põletikku. Ühendi **A** põlemisel puhtas hapnikus moodustuvad ühendid **B** ja **C** (**reaktsioon 1**). Kui põlemisreaktsioon toimub plaatina-katalüsaatori juuresolekul (**reaktsioon 2**), tekib **B** asemel binaarne gaas **D**, mis on 15 korda tihedam kui  $\text{H}_2$  ja seda moodustavate elementide oksüdatsiooniastmete absoluutväärtustelt on võrdsed. Lakmuspaber värvub ühendi **A** toimel siniseks. **A** reageerimisel süsihappega tekib sõltuvalt lähteainete suhtest kas sool **E** (**reaktsioon 3**) või **F** (**reaktsioon 4**). Soola **F** vesilahus on happelisem kui soola **E** oma. Ühend **A** võib reageerida ka orgaaniliste hapetega, nt äädikhappega (etaanhape), moodustades ühendi **G** (**reaktsioon 5**).

a) Kirjuta ühendite **A–G** valemid ja nimetused.

b) Kirjuta kõikide (5) kirjeldatud reaktsioonide tasakaalustatud võrrandid.

Lahendus: <http://eko.olunet.org/pdf/eko2/eko59v2k10lah.pdf>

### 2017/18. õa piirkonnavoor: 9. klass, 2. ülesanne

a) Eraldi katseklaasides on vette lisatud  $\text{BaO}$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{FeO}$ ,  $\text{KNO}_3$ ,  $\text{SO}_3$ , ning  $\text{CuSO}_4$ . Kirjutage tasakaalustatud reaktsioonide võrrandid, mis toimuvad saadud katseklaasi sisude paarikaupa kokkuvalamisel.

b) Eraldi katseklaasides (**A–C**) on  $\text{NaCl}$ ,  $\text{CuSO}_4$  ja  $\text{BaCl}_2$  vesilahused. Katseklaasis **A** on sinine lahus, mille valamisel katseklaasi **B** tekib valge sade. Katseklaasis **C** olev lahus ei reageeri teiste lahustega. Millises katseklaasis on milline lahus?

c) Eraldi katseklaasides lahustati kolm soola, milles esinevad järgnevad ioonid:  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{I}^-$ ,  $\text{CH}_3\text{COO}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ . Iga ioon esineb vaid ühes katseklaasis ja kõik soolad lahustuvad täielikult. Kirjutage soolade valemid.

Lahendus: <http://eko.olunet.org/pdf/eko2/eko65v2k09lah.pdf>

### 2012/13. õa lahtine võistlus: noorem rühm, 6. ülesanne

Viies katseklaasis on lahused, milles esinevad järgmised ioonid:  $\text{Ba}^{2+}$ ,  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{I}^-$ ,  $\text{S}^{2-}$ . Igas katseklaasis on ainult ühe soola lahus. Katseklaasides olevatele lahustele  $\text{NaOH}$  lahuse lisamisel toimusid järgmised muutused: nr **2** – tekkis pruun sade; nr **3** ja **5** – tekkis valge sade; nr **1** ja **4** – muutuseta.

a) Millised lahustuvad soolad võisid moodustuda loetletud ionidest (grupeerige kationide järgi)? Anda nende süstemaatilised nimetused.

b) Millised soolad on katseklaasides nr **1–5**? Kirjutada reaktsioonivõrrandid  $\text{NaOH}$  lahusega.

c) Kirjutada reaktsioonivõrrandid, mis kirjeldavad katseklaasides nr **3** ja **5** asetleidvat sademe lahustumist leelise liias. Kuidas seda nähtust nimetatakse?

Lahendus: <http://eko.olunet.org/pdf/open/klv19nrl.pdf>

### 2002/03. õa piirkonnavoor: 9. klass, 2. ülesanne

Õpetaja andis õpilasele viis katseklaasi, milles olid vastavalt  $\text{AgNO}_3$  lahus,  $\text{KNO}_3$  lahus,  $\text{NaCl}$  lahus, happe lahus ja leelise lahus. Õpilane pidi happe lahust sisaldava katseklaasi tähistama tähega **A**; leelise lahust – tähega **B**; lahust, mis annab kolme nimetatud lahusega sademe – tähega **C**; ühe lahusega – tähega **D** ja lahust, mis ei anna ühegi teise lahusega sadet – tähega **E**. Õpilasel oli kasutada indikaatorpaber ja teave, et happe ja leelise lahuse kokkuvalamisel moodustub  $\text{BaSO}_4$  sade.

a) i) Mille abil lahust **A** ja **B** kindlaks teha? ii) Millised ained (valem ja nimetus) on lahustes **A** ja **B**? iii) Kirjutage **A** ja **B** vahelise reaktsiooni võrrand.

b) i) Millise aine lahus on katseklaasis **C**? ii) Kirjutage vastavate reaktsioonide võrrandid.

c) Millise aine lahus on katseklaasis **D**?

d) Millise aine lahus on katseklaasis **E**?

Lahendus: <http://eko.olunet.org/pdf/eko2/eko50v2k09lah.pdf>

### 1996/97. õa lõppvoor: 9. klass, 2. ülesanne

Katseklaasides **A**, **B**, **C**, **D** ja **E** on  $\text{HCl}$ ,  $\text{KOH}$ ,  $\text{K}_2\text{S}$ ,  $\text{NaNO}_3$  ja  $\text{CuSO}_4$  lahused. Katseklaasides olevate lahuste kokkuvalamisel täheldatakse järgmisi efekte:

**A** + **B** → sinine sade, **A** + **C** → must sade, **C** + **E** → ebameeldiv lõhn.

Lahus katseklaasis **E** lahustab sinise sademe, kuid ei lahusta musta sadet. Ülejäänud kombinatsioonide korral väliselt märgatavaid muundumisi ei täheldata.

a) Märkida, milline lahus oli millises katseklaasis.

b) Kirjutada reaktsioonide võrrandid eeltoodud muundumiste kohta ja anda saaduste nimetused.

Lahendus: <http://eko.olunet.org/pdf/eko3/eko44v3k09lah.pdf>

### 2014/15. õa piirkonnavoor: 10. klass, 6. ülesanne

Süsivesinike põlemine on eksotermiline protsess, mille käigus vabaneb suurel hulgal soojust. 1,00 kg propaani ja butaani segu põlemisel vabanes 49,7 MJ energiat.

a) Kasutades allpool olevaid andmeid, leia kui palju oli selles segus propaani  
i) massiprotsendiliselt,      ii) ruumalaprotsendiliselt?

Teinekord on keemiliste üleminekute soojusefektide arvutamiseks lihtsaim viis kasutada Hessi seadust, seda eriti juhul, kui uuritava reaktsiooni soojusefekti otsene mõõtmine on tüsilik. Hessi seadus ütleb, et keemilise reaktsiooni soojusefekt sõltub ainult süsteemi alg- ja lõppolekust, aga mitte nendeni jõudmise teekonnast.

b) Kasutades Hessi seadust ja allolevat infot, leia eteeni tekkeentalpia lihtainetest. Ainete põlemisentalpiad on järgmised: propaan:  $-2200$  kJ/mol; butaan:  $-2877$  kJ/mol; eteen:  $-1299$  kJ/mol; grafiit:  $-393,5$  kJ/mol; vesinik:  $-285,8$  kJ/mol.

**Lahendus:** <http://eko.olunet.org/pdf/eko2/eko62v2k10lah.pdf>

### 2017/18. õa lõppvoor: 9.–10. klass, 6. ülesanne

Matkates pole alati lihtne sooja sööki valmistada. Seetõttu on loodud tooted, kus puljongi portsjon (400 g) soojeneb keemilisel reaktsioonil eralduva energia arvelt. Enim kasutatakse CaO ja vee vahelist eksotermilist reaktsiooni. Sõdurite toidupakkides kasutatakse Mg reaktsiooni veega. Sellises pakendis on vesi ja segu naatriumkloriidist ning Mg ja Fe sulami purust ( $\omega_{\text{Mg}} = 95\%$ ). Lugege puljongi erisoojus võrdseks 4,2 J/(K·g).

	$\Delta H_f$ , kJ/mol
CaO, t	-634,9
H <sub>2</sub> O, v	-285,8
Ca(OH) <sub>2</sub> , t	-986,1
Mg(OH) <sub>2</sub> , t	-924,5

a) Arvutage, mitu grammi CaO oleks vaja puljongi portsjoni soojendamiseks 21,0 °C-lt 70,0 °C-ni. Soojuskadudeks arvestada 40%.

b) Arvutage, mitu grammi Mg ja Fe sulami puru on vaja ühe puljongi portsjoni soojendamiseks. Soojuskadudeks arvestada 40%.

c) i) Miks lisatakse pakendisse ka naatriumkloriidi? ii) Miks kasutatakse puhta Mg asemel sulamit? iii) Miks on Mg ja Fe sulami puru sisaldavad pakendid CaO sisaldavatest pakenditest ohtlikumad?

Toidu kiireks soojendamiseks kasutatakse sageli mikrolaineahju, kus toit soojeneb elektromagnetkiirguse (lainepikkusega  $\lambda = 12,0$  cm) toimel.

d) Arvutage, kui kaua peab puljongi portsjonit soojendama mikrolaineahjus, kus ühes sekundis kiirgub  $5,45 \cdot 10^{26}$  footonit.

**Lahendus:** <http://eko.olunet.org/pdf/eko3/eko65v3k0910lah.pdf>

### 1998/99. õa piirkonnavor: 10. klass, 4. ülesanne

Rauda võib saada tema oksiididest pulbrilise alumiiniumiga redutseerimisel. Lihtaine tekkeentalpia on null. Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, FeO ja Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tekkeentalpiad on vastavalt -821 kJ/mol, -264 kJ/mol ja -1675 kJ/mol. Reaktsioonientalpia võrdub saadusainete ja lähteainete tekkeentalpiate vahega.

a) Kirjutada FeO ja Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> aluminotermilise redutseerimise reaktsioonivõrrandid.

b) Arvutada ühe mooli FeO ja ühe mooli Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> aluminotermilise redutseerimise energeetiline efekt (võiksime tähistada sümboliga  $\Delta H_{\text{red}}$ ).

c) Arvutada ühe mooli raua aluminotermilise saamise energeetiline efekt (võiksime tähistada sümboliga  $\Delta H_{\text{saamine}}$ ) **1)** raud(II)oksiidist, **2)** raud(III)oksiidist.

**Lahendus:** <http://eko.olunet.org/pdf/eko2/eko46v2k10lah.pdf>

### 2004/05. õa piirkonnavoor: 11. klass, 2. ülesanne

Küttena on maagaasi kasutamine üks keskkonnasõbralikumaid. 10 °C juures on maagaasi tihedus 0,705 kg/m<sup>3</sup> ja selle koostises on massi järgi 95,0% metaani ning 2,0% etaani, ülejäänud 3% moodustavad niiskus ja mittepõlevad lisandid. Ülesandes kasutatavate ainete standardsed tekkeentalpiad ( $\Delta H_f^\circ$ ) on järgmised:

Aine	$\Delta H_f^\circ$ , kJ/mol	Aine	$\Delta H_f^\circ$ , kJ/mol
CO <sub>2</sub> (g)	-393,5	CH <sub>4</sub> (g)	-74,6
H <sub>2</sub> O(g)	-241,8	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> (g)	-84,0

- Kirjutage **i)** metaani ja **ii)** etaani täieliku põlemise reaktsioonivõrrandid.
- Arvutage **i)** metaani ja **ii)** etaani põlemisentalpia  $\Delta H_c^\circ$ , kui moodustub veeaur.
- Arvutage täpselt 1 m<sup>3</sup> maagaasi põlemisel eraldunud energia, kui moodustub veeaur.
- Arvutage, mitu kuupmeetrit maagaasi kulub ühe toa (22,1 m<sup>2</sup> × 2,5 m) õhu soojendamiseks 5 °C → 25 °C standardrõhul, kui õhu keskmine soojusmahtuvus  $C_p = 29,16 \text{ J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$  eeldusel, et kadusid ja õhurõhu kasvu ei arvesta.

**Lahendus:** <http://eko.olunet.org/pdf/eko2/eko52v2k11lah.pdf>

### 2005/06. õa piirkonnavoor: 10. klass, 6. ülesanne

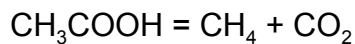
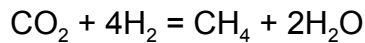
Raketi projekteerimise lähtetingimused lubasid kasutatava kütuse (oksüdeerija + redutseerija) kogumassiks täpselt 5 kg. Oksüdeerijaks planeeriti hapnik, redutseerijaks kas metaan (CH<sub>4</sub>), hüdrasiin (N<sub>2</sub>H<sub>4</sub>) või vesinik (H<sub>2</sub>). Lihtainete tekkeentalpiad  $\Delta H_f = 0$ ;  $\Delta H_f(\text{H}_2\text{O}) = -286 \text{ kJ/mol}$ ;  $\Delta H_f(\text{N}_2\text{H}_4) = 51 \text{ kJ/mol}$ ,  $\Delta H_f(\text{CO}_2) = -394 \text{ kJ/mol}$  ja  $\Delta H_f(\text{CH}_4) = -74 \text{ kJ/mol}$ . Raketi kandevõime sõltub kütuse põlemisel saadavast energiast, mistõttu on sobiva kütuse valik väga oluline.

- Kirjutage **i)** metaani, **ii)** hüdrasiini, **iii)** vesiniku täieliku põlemise võrrandid.
- Arvutage **i)** metaani, **ii)** hüdrasiini, **iii)** vesiniku põlemisentalpiad ( $\Delta H_c^\circ$ ).
- Arvutage hapniku ja redutseerija moolide suhe, kui põleb **i)** metaan, **ii)** hüdrasiin, **iii)** vesinik.
- Arvutage, mitu mooli **i)** metaani, **ii)** hüdrasiini, **iii)** vesinikku osaleb täpselt 5 kg kütuse (oksüdeerija + redutseerija) täielikul põlemisel.
- Arvutage maksimaalne põlemisentalpia ( $\Delta H$ ), mis eraldub kokku 5,00 kg **i)** hapniku ja metaani, **ii)** hapniku ja hüdrasiini, **iii)** hapniku ja vesiniku reageerimisel ning **iv)** kirjutage, milline kütus (segu) oleks kõige ökonoomsem.

**Lahendus:** <http://eko.olunet.org/pdf/eko2/eko53v2k10lah.pdf>

### 2012/13. õa lõppvoor: 10. klass, 5. ülesanne

Metanogeenid on mikroorganismid, mis saavad elutegevuseks vajaliku energia ensüümkatalüütilistest reaktsioonidest, mille saaduseks on metaan:



Metanogeene leidub mäletsejate soolestikus, näiteks lehm võib ööpäevas emiteerida 200 liitrit metaani. Metanogeenid elavad arvatavasti ka tuldpurskavate lohede seedesüsteemis. Lohe organismis on spetsiaalne metaanipõieke, kuhu kogunenud gaasi väljapaiskamine ja süütamine põhjustabki tulepurske.

a) Märkida, millised elemendid metaani tekkereaktsioonides on redutseerijad ja millised oksüdeerijad.

b) Arvutada metaani tekkereaktsioonide entalpiamuudud, kui vee tekkeentalpia on  $-286 \text{ kJ/mol}$ , metaani põlemisentalpia  $-890 \text{ kJ/mol}$  ja etaanhappe põlemisentalpia  $-875 \text{ kJ/mol}$ .

c) Kirjutada metaani põlemisreaktsiooni võrrand ja arvutada 200 l metaani ( $25 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $R = 8,314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ ) põlemisel eralduv soojushulk.

d) Kas sama hulga (moolide) metanooli põlemisel eraldub suurem või väiksem energiahulk võrreldes metaaniga?

**Lahendus:** <http://eko.olunet.org/pdf/eko3/eko60v3k10lah.pdf>

### 1997/98. õa piirkonnavoore: 10. klass, 5. ülesanne

Üheks naatriumhüdroksiidi saamise meetodiks on keedusoola vesilahuse elektrolüüs. Selle protsessi kõrvalsaaduste omavahelisel reageerimisel saab toota soolhapet.

a) Mitu tonni NaCl on vaja 1,00 tonni 36,5 %-lise soolhappe saamiseks?

b) Kirjutada reaktsioonivõrrandid NaCl vesilahuse elektrolüüsi katood- ja anoodprotsessi jaoks ja summaarne võrrand.

c) Märkida, milline nendest on katood- ja anoodprotsess ning vastava elektroodi laengu märk.

d) Kirjutada anoodruumi lahuses toimuva kõrvalreaktsiooni võrrand.

e) Kirjutada vesinikkloriidi saamisreaktsiooni võrrand.

f) Mitu kilovatt-tundi (kWh) kulub 1,00 tonni 36,5 %-lise soolhappe saamiseks, kui elektrolüüsiks kasutatav potentsiaal on 3,00 V?

**Lahendus:** <http://eko.olunet.org/pdf/eko2/eko45v2k10lah.pdf>

### 2003/04. õa piirkonnavoore: 10. klass, 6. ülesanne

Puhast vett on raske elektrolüüsida vee väikse elektrijuhtivuse tõttu. Väävelhappe, NaOH või indiferentse soola ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) lisamine on vajalik peamiselt laengute ülekande kergendamiseks. Vee elektrolüüsil happelises lahuses osalevad  $\text{H}^+$ -ioonid, leelises lahuses osalevad  $\text{OH}^-$ -ioonid, kuid kõikides ülalnimetatud keskkondades on vähemalt üheks protsessiks kas vee redutseerumine või oksüdeerumine.

a) Kirjutage katoodreaktsioon (redutseerumine) ja anoodreaktsioon (oksideerumine), kui elektrolüüsitakse i)  $\text{H}_2\text{SO}_4$  lahust, ii) NaOH lahust, iii)  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  lahust.



b) Arvutage, mitu liitrit  $H_2$  ja  $O_2$  segu saadakse, kui elektrolüüsi ahelat läbib vooluhulk täpselt  $4F$  ( $F = 96500 \text{ A}\cdot\text{s/mol}$ ).

c) Kas  $H_2SO_4$  lahuse elektrolüüsil (kui lahust pidevalt segatakse) väheneb vee või  $H_2SO_4$  hulk?

d) Kas pikaajalisel elektrolüüsil (kui lahust pidevalt segatakse) suureneb, väheneb või jääb samaks i) väävelhappe lahuse pH, ii) NaOH lahuse pH, iii)  $N_2SO_4$  lahuse pH? Põhjendage vastuseid.

Lahendus: <http://eko.olunet.org/pdf/eko2/eko51v2k10lah.pdf>

### “Elektrolüüsi ülesanded”, näide 3

**Näide 3.** Detaili nikeldamisel kahanes nikkelanoodi mass 17,6 g võrra ja koos nikli sadenemisega eraldus 2,80 dm<sup>3</sup> vesinikku. Leida a) elektrolüüsi kestvus voolutugevuse 2,50 A korral; b) moodustunud nikkelkatte mass; c) nikkelkatte moodustumise saagise protsent. Eeldatakse, et anoodil toimub ainult nikli oksüdeerumine.

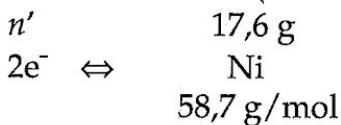
Leiame elektronide hulga, mis kulub:

1) nikli lahustamiseks [ $n'(e^-)$ ],

2) vesiniku eraldumiseks [ $n''(e^-)$ ],

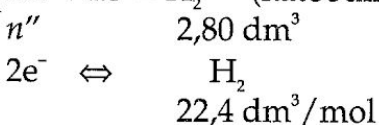
3) nikli sadestamiseks [ $n'''(e^-) = n'(e^-) - n''(e^-)$ ].

1)  $Ni = Ni^{2+} + 2e^-$  (anoodil)



$$n'(e^-) = \frac{2}{1} \cdot 17,6 \text{ g} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{58,7 \text{ g}} = 0,600 \text{ mol}$$

2)  $2H^+ + 2e^- = H_2$  (katoodil)



$$n''(e^-) = \frac{2}{1} \cdot 2,80 \text{ dm}^3 \cdot \frac{1 \text{ mol}}{22,4 \text{ dm}^3} = 0,250 \text{ mol}$$

3)  $n'''(e^-) = 0,600 \text{ mol} - 0,250 \text{ mol} = 0,350 \text{ mol}$

Elektrolüüsi kestvuse leiame nikli lahustamiseks kulunud elektronide hulgaga järgi.

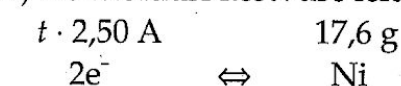
$$a) t \cdot 2,50 \text{ A} = 0,600 \text{ mol} \cdot 96500 \text{ A}\cdot\text{s/mol} \Rightarrow 57900 \text{ A}\cdot\text{s}$$

$$t = \frac{57900 \text{ A}\cdot\text{s}}{2,50 \text{ A}} \Rightarrow 23160 \text{ s} \cdot \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} \cdot \frac{1 \text{ h}}{60 \text{ min}} = 6,43 \text{ h} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 6 \text{ h} + 0,43 \text{ h} \cdot \frac{60 \text{ min}}{\text{h}} = \mathbf{6 \text{ h } 26 \text{ min}}$$

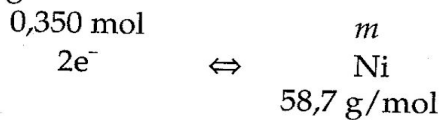
Kokkuvõtlikult:

a) elektrolüüsi kestvuse leidmine



$$t = \frac{2}{1} \cdot \frac{17,6 \text{ g}}{58,7 \text{ g/mol}} \cdot 96500 \text{ A} \cdot \text{s/mol} \cdot \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} \cdot \frac{1}{2,50 \text{ A}} = 6,43 \text{ h} = \mathbf{6 \text{ h } 26 \text{ min}}$$

b) nikkelkatte massi leiame nikli sadestamiseks kulunud elektronide hulga järgi:



$$m(\text{Ni}) = \frac{1}{2} \cdot 0,350 \text{ mol} \cdot 58,7 \text{ g/mol} = 10,27 \text{ g} \approx \mathbf{10,3 \text{ g}}$$

$$\text{c) \% (saagis)} = \frac{10,3 \text{ g}}{17,6 \text{ g}} \cdot 100 = \mathbf{58,5}$$

**Alternatiivlahendus.** Saagise protsent elektronide hulga järgi (c):

$$\% (\text{saagis}) = \frac{0,350 \text{ mol}}{0,600 \text{ mol}} \cdot 100 = \mathbf{58,3}$$

**Märkus.** Erinevus saagise protsendi arväärtustes on tingitud vahetehete ümardamisest. Arvutus elektronide hulga järgi on eelistatum.

### Näidisülesanne: elektrolüüs

Mitu kilogrammi alumiiniumi saadakse elektrolüüserist täpselt kahe nädala jooksul, kui elektrolüüserit läbiv voolutugevus on 4 kA?

**Lahendus:**

$$m = \frac{M \cdot I \cdot t}{q \cdot F} = \frac{27 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \cdot 4000 \text{ A} \cdot 60 \cdot 60 \cdot 24 \cdot 14 \text{ s}}{3 \cdot 96500 \frac{\text{A} \cdot \text{s}}{\text{mol}}} = 451249,74 \text{ g} = \mathbf{451,2 \text{ kg}}$$

### 2012/13. öa lõppvoor: 9. klass, 2. ülesanne

Faraday 1. seaduse kohaselt on elektrolüüsi ajal elektroodidel toimuvates keemilistes reaktsioonides tekkiva aine hulk võrdeline elektroodidele kantud laenguhulgaga. Faraday konstant näitab ühe mooli elektronide laengut ( $F = 96\,500 \text{ C/mol}$ ).  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  vesilahuse elektrolüüsil juhiti lahusest läbi laenguhulk 2316 C (kulonit). Tekkivad gaasid koguti eraldi tagurpidistesse veega täidetud katseklaasidesse. Ühes katseklaasis tõrjus eraldunud gaas välja kaks korda enam vett kui teises katseklaasis.

a) Kirjutada anoodil ja katoodil toimuvate poolreaktsioonide võrrandid ning summaarne reaktsioonivõrrand.

b) Arvutage: i) Elektrolüüsil tekkinud ainete massid, ii) Elektrolüüsi tulemusel tekkinud ainete reageerimise tulemusel tekkiva(te) aine(te) hulk.

c) Mis ained tekiksid (valem ja nimetus), kui samadel tingimustel kasutatakse  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  asemel  $\text{CuSO}_4$  vesilahust?

**Lahendus:** <http://eko.olunet.org/pdf/eko3/eko60v3k09lah.pdf>

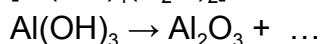
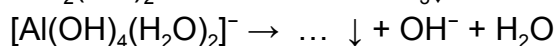
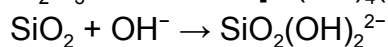
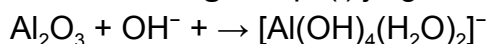


**\*2003 IChO Ateena: teooriavor, sektsioon D, anorgaaniline keemia, 34. ülesanne**

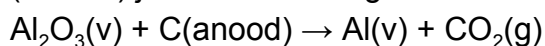
Kreeka suurimaid tehaseid, mis asub muistse Delphi linna lähedal, toodab alumiinimoksiidi ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) ja metalset alumiiniumi, kasutades boksiiti, mida kaevandatakse Parnassuse mäest. Boksiit on alumiiniumoksiidi ja -hüdroksiidi segu -  $\text{AlO}_x(\text{OH})_{3-2x}$ , kus  $0 < x < 1$ .

Metalse Al tootmine toimub kaheetapilise protsessina:

i) **Bayeri protsess:** Boksiidi (tööstuses kasutatava tüüpilise boksiidi koostis on  $\text{Al}_2\text{O}_3$  40–60%,  $\text{H}_2\text{O}$  12–30%, vaba  $\text{SiO}_2$  ja kombineeritud 1–15%,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  7–30%,  $\text{TiO}_2$  3–4%, F,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{V}_2\text{O}_5$  jne. 0,05–0,2%) ekstraktsioon, puhastamine ja dehüdraatimine. See sisaldab lahustamist NaOH vesilahuses, eraldamist lahustumatutest lisanditest, osalist alumiiniumhüdroksiidi sadestamist ja kuumutamist 1200 °C. **Lõpetage ja tasakaalustage** etapi (i) järgmised keemilised reaktsioonid:



ii) **Hérault'-Hall'i protsess:** Sulatatud krüoliidis ( $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ ) lahustatud puhta alumiiniumoksiidi elektrolüüs. Elektrolüüdi koostise tüüpilised piirid on  $\text{Na}_3\text{AlF}_6$  80–85%,  $\text{CaF}_2$  5–7%,  $\text{AlF}_3$  5–7%,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  2–8% vahelduvalt lisatud. Elektrolüüs teostatakse 940 °C juures konstantsel rõhul 1 atm, süsinikuga kaetud terasnõus (katood) ja süsinikanoodiga. **Tasakaalustage** elektrolüüsi põhireaktsioon:



Kuna krüoliit on üsna haruldane mineraal, siis valmistatakse seda vastavalt järgmisele reaktsioonile. **Lõpetage ja tasakaalustage** see reaktsioon:



Elektrolüüsiprotsessil toimuvad mitmed paralleelreaktsioonid, mis kasutavad grafiiti (C) ja vähendavad saagist.

iii) Kasutades alltoodud termodünaamilisi andmeid, mida peetakse sõltumatuks temperatuurist, **määrake** termodünaamilised suurused  $\Delta H$ ,  $\Delta S$  ja  $\Delta G$  940°C juures järgmise reaktsiooni jaoks:  $\text{C}(\text{grafiit}) + \text{CO}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{CO}(\text{g})$ .

	Al(t)	$\text{Al}_2\text{O}_3(\text{t})$	C(grafiit)	CO(g)	$\text{CO}_2(\text{g})$	$\text{O}_2(\text{g})$
$\Delta H_f^\circ$ (kJ mol <sup>-1</sup> )	0	-1676	0	-111	-394	
$S^\circ$ (J K <sup>-1</sup> mol <sup>-1</sup> )	28	51	6	198	214	205
$\Delta H_{\text{sulamine}}$ (kJ mol <sup>-1</sup> )	11	109				

iv) **Määrake** järgmise reaktsiooni  $\Delta H$  ja  $\Delta G$  suurused samal temperatuuril, kasutades (iii) osa tabeli andmeid:

$2\text{Al}(v) + 3\text{CO}_2(g) \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3(v) + 3\text{CO}(g)$  on antud, et  $\Delta S = -126 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ . (Esitage oma arvutused.)

v) Puhas alumiinium on hõbevalge tahktsentreeritud kuubilise kristallstruktuuriga metall. Alumiinium on kergesti lahustuv kuumas kontsentreeritud vesinikkloriidhappes, moodustades katiooni  $[\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ , samuti ka tugevas leelises toatemperatuuril, moodustades hüdreeritud tetrahüdroksüalumiinaataniiooni,  $[\text{Al}(\text{OH})_4]^{-}(\text{aq})$ . Mõlemal juhul eraldub  $\text{H}_2$ .  $\text{AlF}_3$  valmistatakse  $\text{Al}_2\text{O}_3$  töötlemisel gaasilise  $\text{HF}$  700 °C juures, samas kui teised trihalogeniidid,  $\text{AlX}_3$ , valmistatakse Al otsesel eksotermilisel reaktsioonil vastava dihalogeeniga **Kirjutage** ülalkirjeldatud nelja keemilise reaktsiooni võrrandid.

vi)  $\text{AlCl}_3$  on kristalne tahke aine, mille kihi võres on Al(III) koordinatsiooniarv 6, kuid sulamistemperatuuril (192,4 °C) muutub struktuur molekulaarseks dimeeriks,  $\text{Al}_2\text{Cl}_6$ , kus koordinatsiooniarv on 4. Kovalentselt seotud molekulaarne dimeer dissotsieerub gaasifaasis ja kõrgel temperatuuril trigonaalseks planaarseks  $\text{AlCl}_3$  molekuliks. Molekulaarses dimeeris,  $\text{Al}_2\text{Cl}_6$ , mõõdeti gaasifaasis kaks erinevat Al–Cl sideme pikkust (206 ja 221 pm). **Joonistage** dimeeri stereostruktuur ja **kirjutage** alla vastavad Al–Cl pikkused.

vii) Milline on Al aatomi(te) hübridisatsioon  $\text{Al}_2\text{Cl}_6$  ja  $\text{AlCl}_3$ ?

**Lahendus:** <http://eko.olunet.org/pdf/icho/Part%203-ICHO-31-35.pdf>

### 2010/11. õa lõppvoor: 9. klass, 3. ülesanne

2001. aastal põhjustas üle poolesaja inimese surma see, et kogemata tarvitati **ainet A** piirituse (**aine B**) asemel. Lisaks põhjustas see paljude pimedaksjäämise. **Ained A** ja **B** on kõige lihtsamad alkoholid. **Ainet C** kasutatakse hoidiste konserveerimisel. **Aine C** on karboksüülhape, mida rahvapäraselt nimetatakse äädikaks. Et ilus välja näha, lakivad naised oma küüsi, aga et vana lakk maha saada, kasutatakse selleks atsetooni (**aine D**). Hapule mahlale saab magustamiseks juurde lisada suhkrut (**aine E**), mille molekul saadakse ühest **aine F** ja ühest **aine G** molekulist, millel mõlemal on sama brutovalem  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ . Suhkru molekuli tekkel, see tähendab molekulide **F** ja **G** liitumisel (**reaktsioon 1**), eraldub reaktsiooni käigus oksiid **H**, mis on eluks asendamatu. Veini kääritamisel tekib **ainest F** pärmseente elutegevuse käigus **ühend B** ja süsiniku oksiid **I** (**reaktsioon 2**), mida tekib ka põlemisel ja hingamisel.

a) Kirjutage ainete **A–I** valemid ja süstemaatilised nimetused.

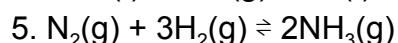
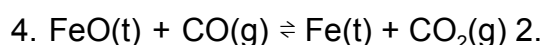
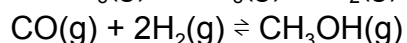
b) Kirjutage reaktsioonid **1** ja **2**.

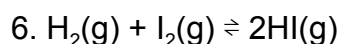
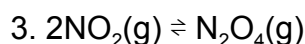
**Lahendus:** <http://eko.olunet.org/pdf/eko3/eko58v3k09lah.pdf>

### 2016/17. õa piirkonnavor: 10. klass, 3. ülesanne

Järgmistes küsimustes tähistab  $T$  temperatuuri ja  $p$  rõhku.

a) Millistes järgnevatest reaktsioonidest mõjutab  $p$  muutmine konstantse  $T$  juures tasakaalu?





**b)** Millised järgnevatest manipulatsioonidest soodustavad  $\text{PCl}_5$  teket reaktsioonis  $\text{PCl}_3(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{PCl}_5(\text{g})$ ,  $\Delta H = -37 \text{ kJ/mol}$ ?

1.  $p$  tõstmine

3.  $T$  tõstmine

2.  $p$  langetamine

4.  $T$  langetamine

**c)** Kuidas mõjutab  $4\text{NH}_3 + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$  põlemisreaktsiooni **i)**  $p$  tõstmine ja **ii)**  $T$  tõstmine?

**d)** Põhjendage, mis juhtub reaktsiooni  $\text{CO}(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}(\text{g})$  tasakaaluga, kui muutuva ruumalaga reaktorisse lisada argooni, hoides  $p$  ja  $T$  muutumatutena?

**e)** Põhjendage, kuidas muutub  $\text{NO}_2$  kontsentratsioon reaktsioonis  $2\text{NO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$  reaktori ruumala vähenemisel, kui  $T$  ei muutu?

**Lahendus:** <http://eko.olunet.org/pdf/eko2/eko64v2k10lah.pdf>

### 2014/15. õa piirkonnavoore: 10. klass, 3. ülesanne

Looduses on paljud reaktsioonid tasakaalulised, s.t et saadused (lõppolek) võivad uuesti lähteaineteks (algolekuks) muutuda. Tasakaaluolek saabub hetkel, kui päri- ja vastassuunalise reaktsiooni kiirused saavad võrdseks. Reaktsioonid toimuvad küll edasi, aga ainete kontsentratsioonid enam ei muutu.

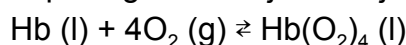
**a)** Millised järgnevatest nähtustest on tasakaalulised ja millised mitte? Kirjuta protsessi kirjeldav reaktsiooni või muundumise võrrand.

**i)** Teelusikatäie suhkru lahustumine klaasitäies vees.

**ii)** Äädika dissotsieerumine vesilahuses.

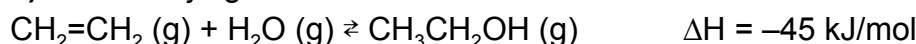
**iii)** Happe lisamine söögisoodale avatud keeduklaasis.

**b)** Inimese veres transpordib hapnikku hemoglobiin ( $\text{Hb}$ ) ning selle reaktsiooni hapnikuga võib kirjeldada järgnevalt: (l) – lahustunud vees; (g) – gaas.



Lähtuvalt Le Chatelier' printsiibist põhjenda, **i)** mis juhtub inimesega, kes läheb kõrgeid mägesid vallutama? **ii)** miks ei juhtu see inimestega, kes elavad kõrgmäestikust?

**c)** On teada järgnev etanooli saamise reaktsioon:



Millised tingimused (rõhk, temperatuur, lähteainete kogus) valid, kui tahad sellise meetodiga võimalikult palju etanooli toota? Põhjenda.

**Lahendus:** <http://eko.olunet.org/pdf/eko2/eko62v2k10lah.pdf>

### 2003/04. õa piirkonnavoore: 11. klass, 2. ülesanne

Tennisepalli valmistamisel ei puhuta seda täis, vaid vajalik lisarõhk tekib keemilise reaktsiooni tulemusena. Tootmisel asetatakse palli sisse naatriumsoola ja ammooniumkloriidi tablett. Palli kuumutamisel toimub üks lagunemisskeemidest, kus võimalikuks gaasilisteks reaktsioonisaadusteks on  $\text{N}_2$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{SO}_2$  ja  $\text{H}_2\text{O}$ :

**i)**  $\text{NH}_4\text{NO}_2 \rightarrow$ ; **ii)**  $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8 \rightarrow$ ; **iii)**  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \rightarrow$ .

**a)** Kirjutage lagunemisreaktsioonide **i)**–**iii)** võrrandid.

**b)** Põhjendage, milline kolmest reaktsioonist oleks tennisepallis lisarõhu tekitamiseks ohutuse seisukohalt sobivaim.

**c)** Kirjutage tableti lähteainete (naatriumisool + ammoniumkloriid) kuumutamisel toimuva reaktsiooni võrrand.

**d)** Arvutage kõige ohutuma tableti mass, mille abil saab tennisepallis, mille sisemine raadius on 3,2 cm, moodustada 25 °C juures välisrõhu suhtes lisarõhu 1 baar (Veega ärge arvestage,  $V = \frac{4}{3}\sqrt{r^3}$ ,  $R = 8,314 \text{ J/(K}\times\text{mol)}$ ,  $1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$ )

**Lahendus:** <http://eko.olunet.org/pdf/eko2/eko51v2k11lah.pdf>