

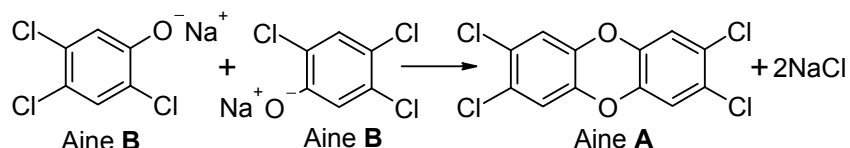
2010/2011 õ.a. keemiaolümpiaadi lõppvooru ülesannete lahendused

9. klass

Dioksiinid meie ümber

1. a) Dioksiinid sisaldavad kahte hapniku aatomit (mis on „sildadeks“ aromaatsete tuumade vahel).
Ülesande tekstis on öeldud (ja aine **A** struktuurist on näha), et dioksiinid on hüdrofoobsed, seega ei lahustu need kehavedelikes (kuid lahustuvad rasvkoos).

b)



- c) Tekib süsinikdioksiid, CO_2 (o.a(C) = +IV).

Kuna ühes aine **A** ($\text{C}_{12}\text{H}_4\text{Cl}_4\text{O}_2$) molekulis on 12 süsinikku, siis ühe aine **A** molekuli täielikul oksüdeerumisel tekib 12 CO_2 molekuli.

- d) $m(\text{aine A, söödas}) = 3000 \text{ t} \cdot \frac{1000 \text{ kg}}{1 \text{ t}} \cdot \frac{0,5 \text{ ng}}{1 \text{ kg}} \cdot 77 = 1,2 \cdot 10^8 \text{ ng}$

$$M(\text{C}_{12}\text{H}_4\text{Cl}_4\text{O}_2) = 322 \text{ g/mol}$$

$$n(\text{aine A, söödas}) = 1,2 \cdot 10^8 \text{ ng} \cdot \frac{1 \text{ g}}{10^9 \text{ ng}} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{322 \text{ g}} = 3,7 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

$$n(\text{CO}_2, \text{ainest A}) = \frac{12}{1} \cdot 3,7 \cdot 10^{-4} \text{ mol} = 4,3 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$V(\text{CO}_2, \text{ainest A}) = 4,3 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \frac{22,4 \text{ dm}^3}{1 \text{ mol}} = 0,096 \text{ dm}^3$$

Vesi akvaariumis

2. a) $\rho = 1,00 + 0,5 \cdot 0,005 = 1,0025 \text{ g/cm}^3 \approx 1,00 \text{ g/cm}^3$

Lahuse tiheduse muutust ei ole vaja arvesse võtta edasistes arvutustes.

- b) $\text{pH} = -\log[\text{H}^+]$

$$c(\text{HCl}) = [\text{H}^+] = 10^{-\text{pH}} = 1,00 \cdot 10^{-6} \text{ M}$$

$$n(\text{HCl}) = \frac{10^{-6} \text{ mol}}{1 \text{ dm}^3} \cdot 100 \text{ dm}^3 = 10^{-4} \text{ mol}$$

$$m(\text{HCl}) = 10^{-4} \text{ mol} \cdot \frac{36,5 \text{ g}}{1 \text{ mol}} = 3,65 \cdot 10^{-3} \text{ g}$$

$$m(\text{HCl lahuse}) = 3,65 \cdot 10^{-3} \text{ g} \cdot \frac{1}{0,005} = 0,73 \text{ g}$$

$$V(\text{HCl lahuse}) = 0,73 \text{ g} \cdot \frac{1 \text{ cm}^3}{1 \text{ g}} = 0,730 \text{ cm}^3$$

Kuna $100 \text{ dm}^3 \gg 0,73 \text{ cm}^3$, siis polnud vajalik ka happe lisamisest tingitud vedeliku ruumala muutust.

- c) i) pH ei muutu, sest pH on määratud ära puhta vee dissotsiatsiooniga, mis ei sõltu akvaariumis oleva vee ruumalast.

$$\text{ii) } V(\text{arustunud vesi}) = \frac{500 \text{ cm}^3}{1 \text{ m}^2 \cdot 1 \text{ päev}} \cdot 62 \text{ päev} \cdot 25 \text{ dm}^2 \cdot \frac{1 \text{ m}^2}{100 \text{ dm}^2} \cdot \frac{1 \text{ dm}^3}{1000 \text{ cm}^3} = 7,75 \text{ dm}^3$$

$$c(\text{HCl lahuse}) = \frac{10^{-4}}{100 - 7,75} \text{ M} = 1,08 \cdot 10^{-6} \text{ M}$$

$$\text{pH} = -\log(1,08 \cdot 10^{-6} \text{ M}) = 5,97$$

Lahuse pH akvaariumis praktiliselt ei muutu ($\Delta\text{pH} = -0,03$).

Lihtsad orgaanilised molekulid

3. a) **A** – CH_3OH , metanool
B – $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$, etanool
C – CH_3COOH , etaanhape
D – CH_3COCH_3 , propaan-2-oon
E – $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$, sahharoos
F – $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$, glükoos
G – $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$, fruktoos
H – H_2O , vesi
I – CO_2 , süsinikdioksiid ehk süsihappegaas
- b) **reaktsioon 1:** $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 = \text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} + \text{H}_2\text{O}$
reaktsioon 2: $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 = 2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 2\text{CO}_2\uparrow$

Amfoteerne metall

4. **X** – Sn, tina

Z – Au, kuld

A – SnO_2 , tina(IV)oksiid

B – SnCl_2 , tina(II)kloriid

C – SnCl_4 , tina(IV)kloriid

D – SnF_4 , tina(IV)fluoriid

E – SnH_4 , stannaan

$$\%(\text{Sn}) = \frac{118,7}{122,7} \cdot 100 = 96,72$$

F – LiAlCl_4 , liitiumalumiiniumkloriid

$$\%(\text{Al}) = \frac{26,98}{175,73} \cdot 100 = 15,35$$

- I $\text{SnO}_2 + \text{C} = \text{Sn} + \text{CO}_2$
 II $\text{Sn} + \text{O}_2 = \text{SnO}_2$
 III $\text{Sn} + 2\text{HCl} = \text{SnCl}_2 + \text{H}_2\uparrow$
 IV $\text{Sn} + 2\text{NaOH} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Na}_2[\text{Sn}(\text{OH})_4] + \text{H}_2\uparrow$
 V $3\text{SnCl}_2 + 2\text{AuCl}_3 = 3\text{SnCl}_4 + 2\text{Au}$
 VI $\text{Sn} + 2\text{Cl}_2 = \text{SnCl}_4$
 VII $\text{SnCl}_4 + 4\text{HF} = \text{SnF}_4 + 4\text{HCl}$
 VIII $\text{SnCl}_4 + \text{LiAlH}_4 = \text{SnH}_4 + \text{LiAlCl}_4$

Tundmatu aineklass

5. a) Peroksiidid

b) Peroksiidid on iseloomulikud leelis- ja leelismuldmetallidele. Seega oksiidis **A** peab metalli o.a olema kas +I või +II. Vaateleme mõlemat juhtu ja kasutame **c)** punktis toodud esimest reaktsioonivõrrandit.

$$\begin{array}{l} \text{+I: } 2\text{M}_2\text{O} + \text{O}_2 = 2\text{M}_2\text{O}_2 \\ \frac{2 \text{ g}}{2 \cdot M(\text{M}) + 16 \text{ g/mol}} = \frac{2,209 \text{ g}}{2 \cdot M(\text{M}) + 2 \cdot 16 \text{ g/mol}} \end{array} \quad M(\text{M}) = 68,55 \text{ g/mol}$$

Sellele molaarmassile ei vasta ükski leelismetall.

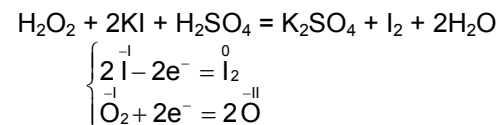
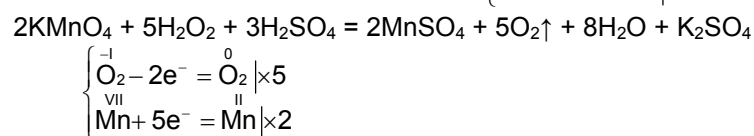
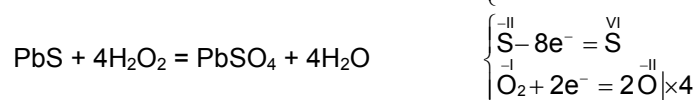
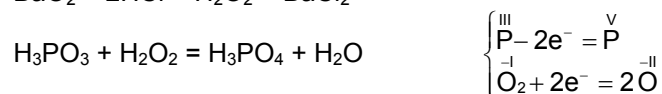
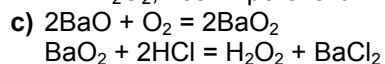
$$\begin{array}{l} \text{+II: } 2\text{MO} + \text{O}_2 = 2\text{MO}_2 \\ \frac{2 \text{ g}}{M(\text{M}) + 16 \text{ g/mol}} = \frac{2,209 \text{ g}}{M(\text{M}) + 2 \cdot 16 \text{ g/mol}} \end{array} \quad M(\text{M}) = 137,1 \text{ g/mol}$$

Tegu on baariumiga.

A – BaO, baariumoksiid

B – BaO₂, baariumperoksiid

C – H₂O₂, vesinikperoksiid



Vedelgaas

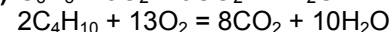
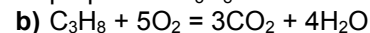
6. a) $M(\text{propaan}) = 1,5 \cdot 29 = 44$ $M(\text{butaan}) = 2 \cdot 29 = 58$

Alkaani üldvalem on C_nH_{2n+2}. Nüüd võib leida valemid:

$$n \cdot 12 + (2n + 2) \cdot 1 = 44 \quad n \cdot 12 + (2n + 2) \cdot 1 = 58$$

$$n = 3 \quad n = 4$$

propaan – C₃H₈ butaan – C₄H₁₀



c) $n(\text{propaan}) = 0,8 \cdot 11 \text{ kg} \cdot \frac{1000 \text{ g}}{1 \text{ kg}} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{44 \text{ g}} = 200 \text{ mol}$

$$n(\text{butaan}) = 0,2 \cdot 11 \text{ kg} \cdot \frac{1000 \text{ g}}{1 \text{ kg}} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{58 \text{ g}} = 37,9 \text{ mol}$$

$$n(\text{eralduv gaas}) = \frac{7}{1} \cdot 200 \text{ mol} + \frac{18}{2} \cdot 37,9 \text{ mol} = 1741 \text{ mol}$$

$$V(\text{eralduv gaas}) = 1741 \text{ mol} \cdot \frac{22,4 \text{ dm}^3}{1 \text{ mol}} \cdot \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ dm}^3} = 39,0 \text{ m}^3$$

d) $V(\text{vedeldatud propaan}) = 0,8 \cdot 11 \text{ kg} \cdot \frac{1 \text{ m}^3}{600 \text{ kg}} \cdot \frac{1000 \text{ dm}^3}{1 \text{ cm}^3} = 14,7 \text{ dm}^3$

$$V(\text{vedeldatud butaan}) = 0,2 \cdot 11 \text{ kg} \cdot \frac{1 \text{ m}^3}{580 \text{ kg}} \cdot \frac{1000 \text{ dm}^3}{1 \text{ cm}^3} = 3,79 \text{ dm}^3$$

$$V(\text{vedelgaas}) = (14,7 + 3,79) \text{ dm}^3 = 18,5 \text{ dm}^3$$

$$V(\text{balloon}) = 18,5 \text{ dm}^3 \cdot \frac{1}{0,8} \cdot \frac{1000 \text{ cm}^3}{1 \text{ dm}^3} = 23\,000 \text{ cm}^3$$

e) $1 \text{ kWh} = 1 \text{ kW} \cdot 1 \text{ h} \cdot \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ h}} = 3600 \text{ kJ} \cdot \frac{1 \text{ MJ}}{1000 \text{ kJ}} = 3,6 \text{ MJ}$

$$E(\text{balloon}) = \frac{12,8 \text{ kWh}}{1 \text{ kg}} \cdot \frac{3,6 \text{ MJ}}{1 \text{ kWh}} = 46,1 \text{ kWh/kg}$$

$$m(\text{vedelgaas}) = 5500 \text{ MJ} \cdot \frac{1 \text{ kg}}{46,1 \text{ MJ}} = 119 \text{ kg}$$

$$N(\text{balloonid}) = 119 \text{ kg} \cdot \frac{1 \text{ balloon}}{11 \text{ kg}} = 10,8 \text{ balloonid} \approx 11 \text{ balloonid}$$

$$\text{Hind} = 11 \text{ balloonid} \cdot \frac{20 \text{ EUR}}{1 \text{ balloon}} = 220 \text{ EUR}$$

2010/2011 õ.a. keemiaolümpiaadi piirkonnavooru ülesannete lahendused
10. klass

Ideaalse gaasi olekuvõrrand

1. a) $R = \frac{1,00 \text{ atm} \cdot 22,4 \text{ dm}^3}{1,00 \text{ mol} \cdot 273 \text{ K}} = 0,0821 \text{ dm}^3 \cdot \text{atm} / (\text{mol} \cdot \text{K})$
- b) $R = \frac{0,0821 \text{ dm}^3 \cdot \text{atm}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot \left(\frac{760 \text{ torr}}{1 \text{ atm}}\right) = 62,4 \text{ dm}^3 \cdot \text{torr} / (\text{mol} \cdot \text{K})$
- $R = \frac{0,0821 \text{ dm}^3 \cdot \text{atm}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot \left(\frac{1000 \text{ cm}^3}{1 \text{ dm}^3}\right) = 82,1 \text{ cm}^3 \cdot \text{atm} / (\text{mol} \cdot \text{K})$
- c) Sellistel tingimustel vesi (H₂O) ei ole gaas ja olekuvõrrand $pV = nRT$ ei ole kasutatav. 1 atm rõhul ja temperatuuril 25°C on vesi vedelik ja tema tihedus on võrdne 1,00 g/cm³.
- $V = 1,00 \text{ mol} \cdot \left(\frac{18,0 \text{ g}}{1 \text{ mol}}\right) \cdot \left(\frac{1 \text{ cm}^3}{1,00 \text{ g}}\right) = 18,0 \text{ cm}^3$
- d) Kuna rõhk, temperatuur ja moolide arv on võrdsed, siis gaaside ruumalad on ka võrdsed.
- e) Lämmastiku moolide arv on väiksem kui vesiniku moolide arv, sest tema molaarmass on suurem. Kuna lämmastiku moolide arv on väiksem, siis on ka tema ruumala väiksem.

Piraajalahus

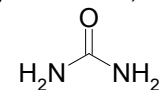
2. a) A – H₂SO₄ B – H₂O₂ X – S
- b) Plastiline väävel
- c) $S + O_2 \xrightarrow{t^\circ} SO_2$
- $2SO_2 + O_2 \xrightarrow[\text{kat.}]{} 2SO_3$
- $SO_3 + H_2O = H_2SO_4$
- d) Redutseerijana:
 $2KMnO_4 + 5H_2O_2 + 3H_2SO_4 = K_2SO_4 + 5O_2 + 8H_2O + 2MnSO_4$
- Oksüdeerijana:
 $2KI + H_2O_2 + H_2SO_4 = I_2 + 2H_2O + K_2SO_4$

pH-indikaator

3. a) $[H^+] = 10^{-pH}, [OH^-] = 10^{(pH-14)}$
Vesinikioonide kontsentratsioon vastavalt: 10⁻⁷, 10⁻² ja 10⁻¹² M
Hüdroksiidioonide kontsentratsioon vastavalt: 10⁻⁷, 10⁻¹² ja 10⁻² M
- b) $c_1 = \frac{10^{-2} \text{ M} \cdot 0,012 \text{ dm}^3}{0,002 \text{ dm}^3} = 0,060 \text{ M}$
- $c_2 = \frac{0,012 \text{ dm}^3 \cdot 10^{-2} \text{ M} + 10^{-2} \text{ M} \cdot 0,014 \text{ dm}^3}{0,002 \text{ dm}^3} = 0,13 \text{ M}$
- c) Kaheprootonilise happe üldine dissotsiatsioonivõrrand:
 $H_2A = H^+ + HA^-$; $HA^- = H^+ + A^{2-}$
Happelisesele keskkonnale (punane) vastab kõige rohkem protoneeritud struktuur **S2**, neutraalsele keskkonnale (kollane) vastab monoanioon **S1** ja aluselisele (sinine) dianioon **S3**.

Kurvameelsuse ravim

4. a) karbamiid, urea



- b) $n(\text{N}) = 35 \text{ g} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{14 \text{ g}} = 2,5 \text{ mol}$
- $n(\text{O}) = 60 \text{ g} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{16 \text{ g}} = 3,75 \text{ mol}$
- $n(\text{H}) = 5 \text{ g} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{1 \text{ g}} = 5 \text{ mol}$

Väikseimad täisarvud saame siis, kui moolide arvud jagame arvuga 1,25.
Lihtsaim brutovalem on seega N₂H₄O₃.

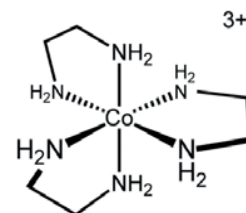
A – NH₄NO₃, ammooniumnitraat.

- c) H₂O ja N₂O – vesi ja naerugaas
- d) $(\text{NH}_2)_2\text{CO} + 2\text{HCl} + \text{H}_2\text{O} = 2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{CO}_2\uparrow$
 $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{AgNO}_3 = \text{AgCl}\downarrow + \text{NH}_4\text{NO}_3$
- $\text{NH}_4\text{NO}_3 \xrightarrow{t^\circ} \text{N}_2\text{O} + 2\text{H}_2\text{O}$
- e) Veerand untsi on 28,35 g/4 = 7,08 g. Untsi väärtust pole ülesande lahendamisel vaja tegelikult teada, kuna see taandub välja.
- $m[(\text{NH}_2)_2\text{CO}] = \frac{1}{2} \cdot 7,08 \text{ g} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{80,0 \text{ g}} \cdot \frac{60 \text{ g}}{1 \text{ mol}} \cdot \frac{1}{0,4} \cdot \frac{1 \text{ unts}}{28,35 \text{ g}} = 0,234 \text{ untsi}$
- f) Ei saa, sest tina reageerib soolhappega
 $\text{Sn} + 2\text{HCl} = \text{SnCl}_2 + \text{H}_2\uparrow$
- g) AgCl laguneb aeglaselt valguse toimetel, seepärast viiakse katse läbi hämaras.

Klatraadid

5. a) Õige järjestus on: CO, CH₂O, CH₃OH, CH₄
Kütteväärtus sõltub selles seerias põhiliselt süsiniku oksüdatsiooniastmest ja süsinik-vesinik sidemete arvust.
- b) CH₄ + 2O₂ = CO₂ + 2H₂O
 $\Delta H_c^0(\text{CH}_4) = [2 \cdot (-285,8) + (-393,5) - (-74,8)] \text{ kJ/mol} = -890,3 \text{ kJ/mol}$
- c) Ühele metaani molekulile vastab $\frac{46(\text{H}_2\text{O})}{8(\text{CH}_4) \cdot 0,96} = 5,99$ vee molekuli,
$$Q = - \left(1000 \text{ g} \cdot \frac{1 \text{ mol}(\text{CH}_4 \cdot 5,99 \text{ H}_2\text{O})}{124 \text{ g}} \cdot \frac{1(\text{CH}_4)}{1(\text{CH}_4 \cdot 5,99 \text{ H}_2\text{O})} \cdot \frac{-890,3 \text{ kJ}}{1 \text{ mol}} \right)$$
Q = 7200 kJ
- d) Propaani ja butaani molekulid on liiga suured ja ei mahu enam **struktuur I** tühimikesse.
- e) Metaani klatraatide lagunemisel eraldub palju metaani, mis toimib kasvuhuonegaasina ja põhjustab kasvuhuoneefekti suurenemist.

e)



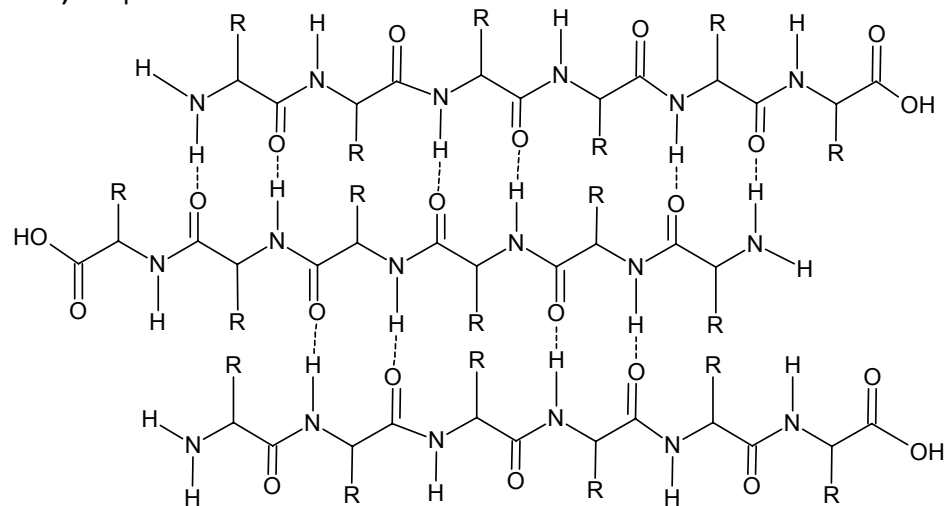
Mitmekülgised kompleksühendid

6. a) $\%(\text{X}) = \frac{M(\text{X})}{M(\text{X}) + z \cdot M(\text{Br})} = 0,2694$
Proovimise teel leiame, et kui $z = 2$, siis $M(\text{X}) = 58,92 \text{ g/mol}$. Ilmselt sobib kõige paremini metalliks **X** koobalt (Co) ja ühend **A** on CoBr₂ – koobalt(II)bromiid.
- b) **B** – [Co(NH₃)₅H₂O]Br₃, akvapentaammiinkoobalt(III)bromiid
C – [Co(NH₃)₅Br]Br₂, pentaammiinbromokoobalt(III)bromiid
D – [Co(NH₃)₅Br]SO₄, pentaammiinbromokoobalt(III)sulfaat
- c) **D** isomeer – [Co(NH₃)₅SO₄]Br
- d) Ühendi **E** empiirilise valemile leidmiseks võib leida 100 g aines sisalduvate elementide aatomite moolide arvu:
$$n(\text{C}) = 100 \text{ g} \cdot 0,400 \cdot \frac{1 \text{ mol}}{12,01 \text{ g}} = 3,33 \text{ mol}$$
$$n(\text{N}) = 100 \text{ g} \cdot 0,466 \cdot \frac{1 \text{ mol}}{14,01 \text{ g}} = 3,33 \text{ mol}$$
$$n(\text{H}) = 100 \text{ g} \cdot (1 - 0,400 - 0,466) \cdot \frac{1 \text{ mol}}{1,01 \text{ g}} = 13,3 \text{ mol}$$
$$\frac{13,3}{3,33} \approx \frac{4}{1}$$
 Seega on empiiriline valem CH₄N.
Molekulmassile 60 vastab valem C₂H₈N₂.
NH₂-CH₂-CH₂-NH₂ (1,2-diaminoetaan)

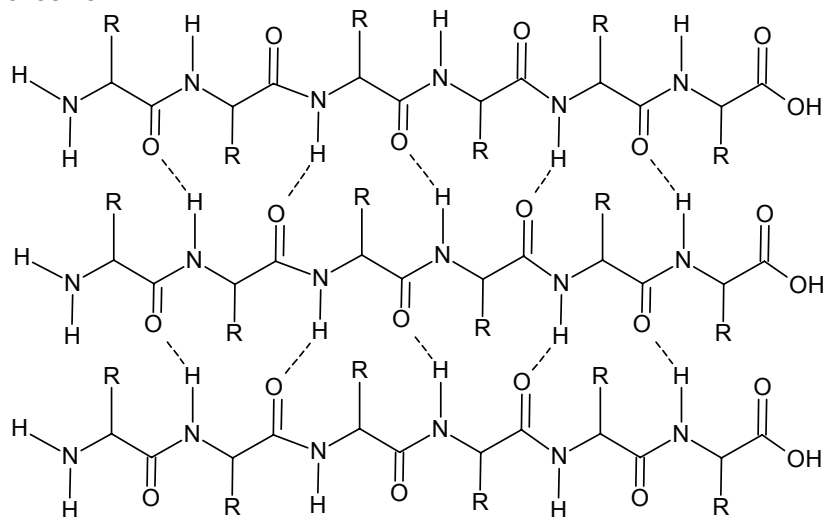
11. klass

1. a) C; b) C; c) C (B); d) D; e) D; f) A; g) D

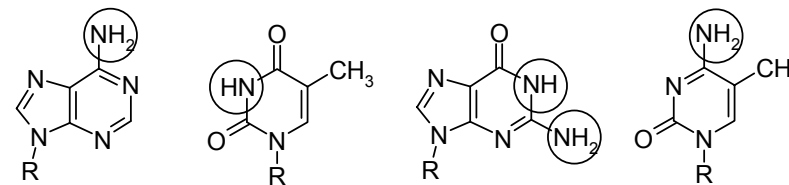
2. a) antiparalleelne:



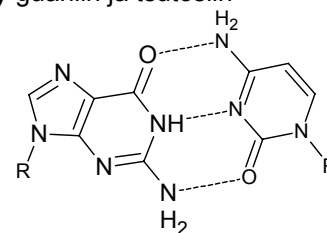
paralleelne:



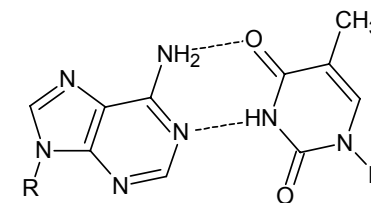
b)



c) guaniin ja tsütosiin



adeniin ja tümiin



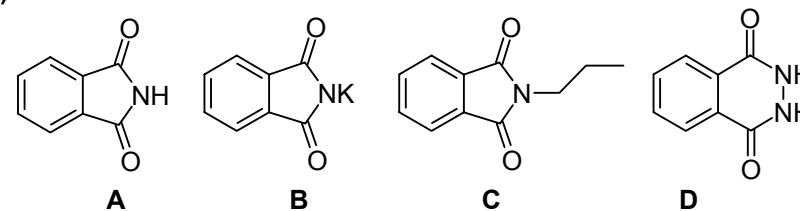
d) Looduses esinevad vormid on steeriliselt sobitunud ülejäänud struktuuriga. Teiste struktuuride puhul oleks DNA kaksikahel steeriliselt pingestatud (sobib ka põhjendus, et vastavad vormid on energeetiliselt soodsamad).

paar	<i>n</i>
A+G	2
A+T	4
G+C	3
G+T	2(2)
C+A	2
C+T	0(1)

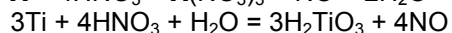
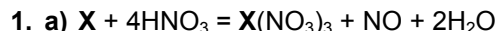
(sulgudes toodud steeriliselt takistatud struktuuride arv)

3. a) Bromopropaani ja ammoniaagi vahelise reaktsiooni tulemusel moodustub primaarse, sekundaarse, tertsiaarse amiini ja kvaternaarse ammooniumsoola segu.

b)



2010/2011 õ.a. keemiaolümpiaadi lõppvooru ülesannete lahendused
12. klass



b) Kui võtame metalli **X** moolide arvuks x (mmol ning g/mol) ja titaani moolide arvuks y (mol), siis:

$$\frac{x}{1000} + \frac{4}{3}y = \frac{pV}{RT} \text{ ning } \frac{x}{1000} \cdot x + 47,87y = 4,01$$

avaldame y :

$$y \text{ mol} = \frac{3}{4} \cdot \frac{101,325 \text{ kPa} \cdot 1,94 \text{ dm}^3}{8,314 \frac{\text{J}}{\text{K} \cdot \text{mol}} \cdot 293 \text{ K}} - \frac{x}{1000} \text{ mol} = \left(0,0605 - \frac{3}{4} \cdot \frac{x}{1000} \right) \text{ mol}$$

siis

$$x^2 - \frac{3}{4} \cdot 47,87x + 0,0605 \cdot 47,87 \cdot 1000 = 4,01 \cdot 1000$$

$$x^2 - 35,90x - 1110 = 0$$

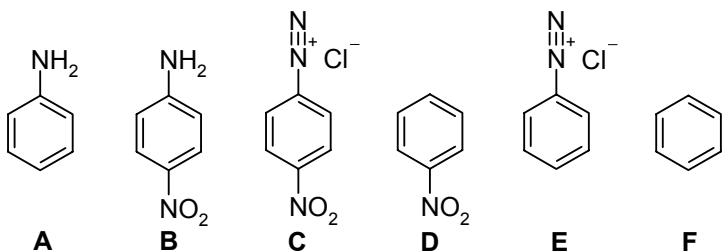
Lahendame ruutvõrandi vastavalt toodud valemile:

$$x = \frac{35,90 + \sqrt{35,90^2 + 4 \cdot 1110}}{2} = 55,9$$

$$x = 55,9 \Rightarrow M(X) = 55,9 \text{ g/mol} \Rightarrow X - \text{Fe}$$

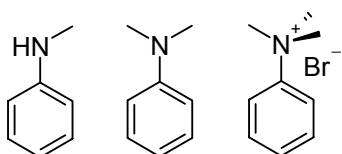
$$\frac{x}{y} = \frac{0,05585 \text{ mol}}{(0,08069 - 0,05585) \text{ mol}} \cdot \frac{4}{3} = 3, \text{ intermetalliidi valem} - \text{Fe}_3\text{Ti}$$

2. a)



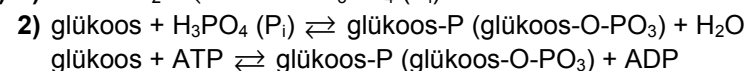
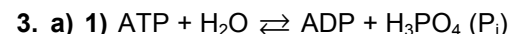
b) Kõige tugevam nukleofiil on **A**.

c)



d) $m/z = 136$ – vastab trimetüülfeniüülammoniumioonile

$m/z = 79$ ja 81 – vastavad Br^- ioonile (looduslik broom on ^{79}Br ja ^{81}Br isotoopide segu).



b) $\Delta_r G^\circ = (-30,5 + 14,0) \text{ kJ/mol} = -16,5 \text{ kJ/mol}$

c) $K = \exp\left(-\frac{\Delta G}{RT}\right) = \exp\left(\frac{16500 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1}}{8,314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot 298 \text{ K}}\right) = 780$

d) $K = \exp\left(-\frac{\Delta G}{RT}\right) = \exp\left(\frac{16500 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1}}{8,314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot 310 \text{ K}}\right) = 603$

$$K = \frac{[\text{ADP}][\text{glükoos-P}]}{[\text{ATP}][\text{glükoos}]} \Rightarrow \frac{[\text{glükoos-P}]}{[\text{glükoos}]} = 603 \cdot 12 = 7230$$

4. a) $E_1 = -\frac{-11600 \text{ J}}{3 \cdot 96485 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0,04 \text{ V}$

$$E_2 = -\frac{-154000 \text{ J}}{4 \cdot 96485 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0,40 \text{ V}$$

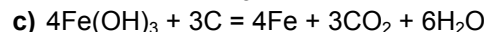
EMJ = 0,40 V + 0,04 V = 0,44 V

b) $\text{pH} = 7,00$ $[\text{OH}^-] = 10^{-7} \text{ M}$
 $4\text{Fe} + 3\text{O}_2 + 6\text{H}_2\text{O} = 4\text{Fe}(\text{OH})_3$ $n = 12$

$$E = E^\circ + \frac{RT}{12F} \cdot \ln \frac{p^3(\text{O}_2)}{([\text{Fe}^{3+}][\text{OH}^-]^3)^4} = 0,44 \text{ V} + \frac{0,0244 \text{ V}}{12} \cdot \ln \frac{0,2^3}{(6 \cdot 10^{-5} \cdot 10^{-7,3})^4} = 0,90 \text{ V}$$

(Elektromotoorjõu avaldises on esitatud aktiivsused. Seega 0,2 bar hapniku aktiivsus, eeldusel et tegemist on ideaalse gaasiga, on 0,2 ehk 0,2 bar / 1 bar. 1 bar on rõhk standardolekus)

$$\Delta G = -12 \cdot \frac{96490 \text{ C}}{1 \text{ mol}} \cdot 0,90 \text{ V} = 1,04 \cdot 10^6 \text{ J} = 1,04 \text{ MJ}$$



d) $\Delta_r G = [3 \cdot (-394,4) + 6 \cdot (-237,2) - 4 \cdot (-3 \cdot 96,485 \cdot 0,90)] \text{ kJ/mol} = -1560 \text{ kJ/mol}$

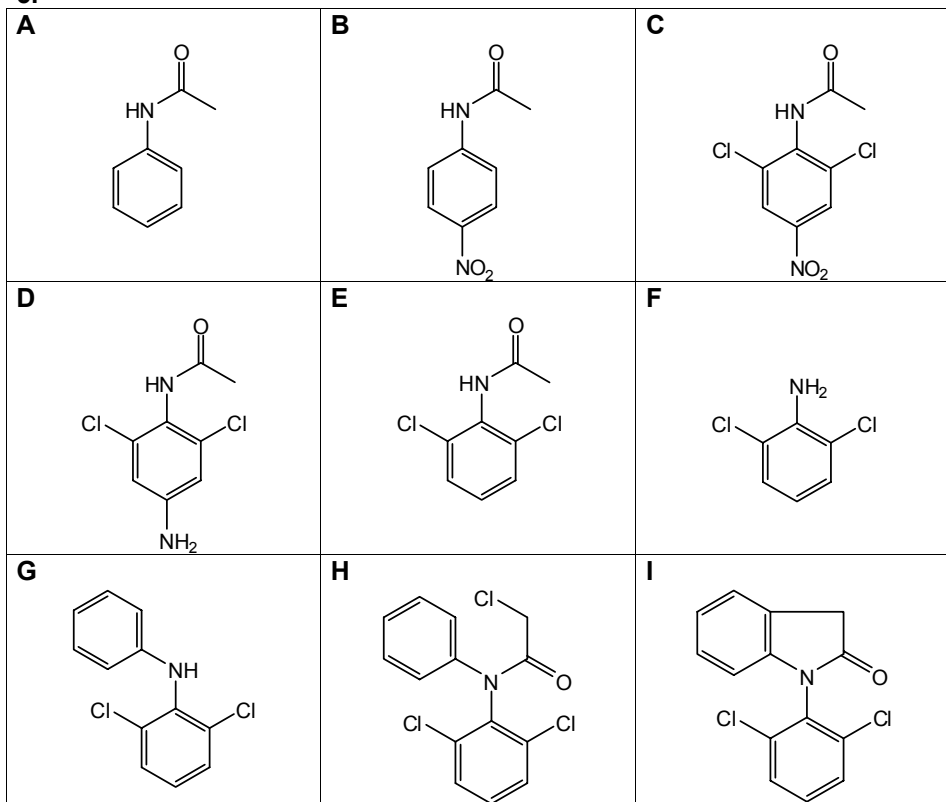
Kuna reaktsiooni $\Delta_r G$ on piisavalt negatiivne, siis toimub redutseerimine isevooluliselt.

$$e) m(C) = 1,35 \cdot 10^{15} \text{ g} \cdot 0,2 \cdot \frac{12,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{55,85 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \cdot \frac{3}{4} = 4,4 \cdot 10^{13} \text{ g}$$

$$\text{Hind} = 4,4 \cdot 10^{13} \text{ g} \cdot \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} \cdot 0,10 \frac{\text{€}}{\text{kg}} \approx \mathbf{4,4 \text{ mlrd €}}$$

f) Reaktsioon kineetika on aeglane. Raua saamisel rauamaagist oksüdeeritakse süsi algset CO-ks, mis järgnevalt kiiresti redutseerib raua.

5.



6. a) anoodil: $\text{Zn} = \text{Zn}^{2+} + 2e^-$

katoodil: $2\text{H}^+ + 2e^- = \text{H}_2$

b) $E = E^\circ(\text{H}^+/\text{H}_2) - E^\circ(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}) = 0 \text{ V} - (-0,76 \text{ V}) = 0,76 \text{ V}$

$$n(\text{Zn}) = 5 \cdot \frac{5 \cdot 10^{-4} \text{ cm} \cdot 9 \text{ cm} \cdot 5 \text{ cm} \cdot 7,1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}}{65,4 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0,0122 \text{ mol}$$

$$A = 0,0122 \text{ mol} \cdot 2 \cdot 96485 \frac{\text{A} \cdot \text{s}}{\text{mol}} \cdot 0,76 \text{ V} \cdot \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} = \mathbf{0,5 \text{ W} \cdot \text{h}}$$

c) $P = EI = 2 \text{ V} \cdot 0,005 \text{ A} = 0,01 \text{ W}$

$$t = \frac{0,5 \text{ W} \cdot \text{h}}{0,01 \text{ W}} = \mathbf{50 \text{ h}}$$