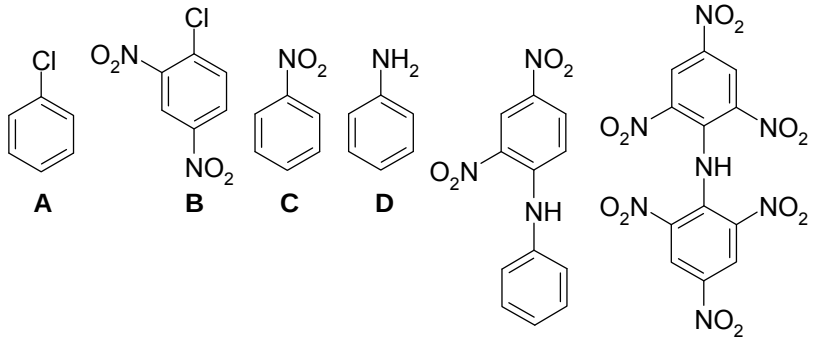
2008/2009 õ.a. keemiaolümpiaadi lõppvooru ülesannete lahendused

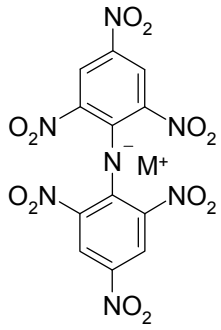
11. klass

1. a)



A **B** **C** **D** **E** **X**

b) Heksanitrodifenüülamiin moodustab vastavaid soolasid, sest kahe aktseptorrühma mõju tõttu on aminorühma vesinikuaatom happeliste omadustega.



2. a) $V\left(0{,}9\%\ \text{NaCl lahus}\right) = V\left(0{,}3\%\ \text{NaCl lahus}\right) =$

$$= 5\ \text{g} \cdot \frac{1\ \text{cm}^3}{1\ \text{g}} \cdot \frac{1\ \text{dm}^3}{1000\ \text{cm}^3} = 0{,}005\ \text{dm}^3$$

0,9% lahuse valmistamine:

$m\left(\text{NaCl}\right) = 5\ \text{g} \cdot 0{,}009 = 0{,}045\ \text{g}$

$\boldsymbol{m\left(\textbf{1\% lahus}\right)} = 0{,}045\ \text{g} \cdot \frac{1}{0{,}01} = \textbf{4,5 g}$ $\quad \boldsymbol{m\left(\textbf{vesi}\right)} = \left(5 - 4{,}5\right)\ \text{g} = \textbf{0,5 g}$

$\boldsymbol{c\left(\textbf{0,9\% lahus}\right)} = \frac{n}{V} = 0{,}045\ \text{g} \cdot \frac{1\ \text{mol}}{58{,}4\ \text{g}} \cdot \frac{1}{0{,}005\ \text{dm}^3} = 0{,}154\ \text{M} = \textbf{0,15 M}$

0,3% lahuse valmistamine:

$m\left(\text{NaCl}\right) = 5\ \text{g} \cdot 0{,}003 = 0{,}015\ \text{g}$

$\boldsymbol{m\left(\textbf{1\% lahus}\right)} = 0{,}015\ \text{g} \cdot \frac{1}{0{,}01} = \textbf{1,5 g}$ $\quad \boldsymbol{m\left(\textbf{vesi}\right)} = \left(5 - 1{,}5\right)\ \text{g} = \textbf{3,5 g}$

$\boldsymbol{c\left(\textbf{0,9\% lahus}\right)} = 0{,}0154\ \text{M} / 3 = 0{,}0513\ \text{M} = \textbf{0,051 M}$

b) $T = \left(21 + 273\right)\ \text{K} = 294\ \text{K}$

$\pi\left(\textbf{0,9\% lahus}\right) = 2 \cdot \frac{0{,}154\ \text{mol}}{1\ \text{dm}^3} \cdot \frac{0{,}082\ \text{dm}^3\ \text{atm}}{1\ \text{mol K}} \cdot 294\ \text{K} = \textbf{7,5 atm} > 3\ \text{atm}$

0,9% NaCl lahuses **ei toimu** hemolüüsi.

$\pi\left(\textbf{0,3\% lahus}\right) =$ 7,5 atm / 3 = **2,5 atm** < 3 atm

0,3% NaCl lahuses **toimub** hemolüüs.

3. a) **X** – Si, räni

A – SiO_2, räni(IV)oksiid ehk kvarts (piesoefekt)

B – HF, vesinikfluoriidhape

C – Si_3H_8, trisilaan

D – $[(CH_3)_2SiO]_n$ ($(R_2SiO)_n$), silikoon

$Na_4Al_4\mathbf{X}_4H_{18}O_{25}$ – $2Na_2O{\cdot}2Al_2O_3{\cdot}4SiO_2{\cdot}9H_2O$, alumosilikaat ehk tseoliit

$\mathbf{X}_3\mathbf{Z}_4$ – Si_3N_4, räninitriid

b) $Si + O_2 = SiO_2$,

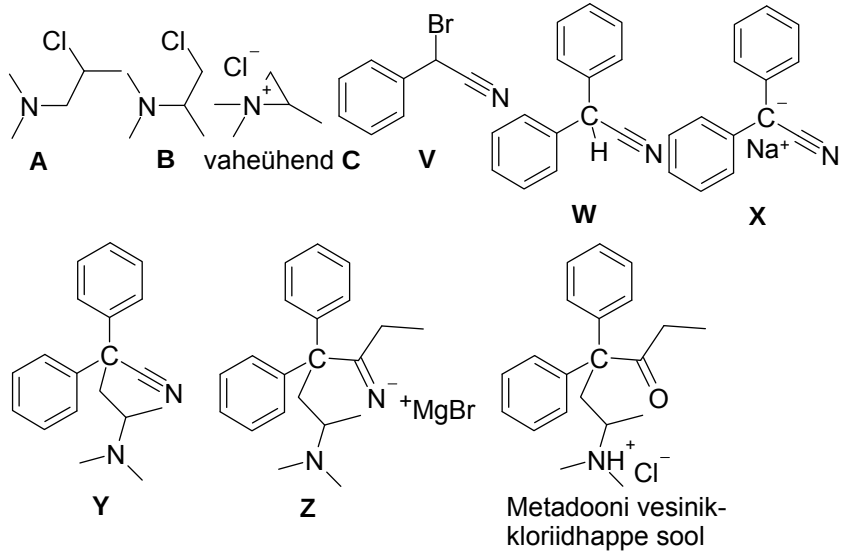
$SiO_2 + 6HF = H_2SiF_6 + 2H_2O$

$Si + 4NaOH = Na_4SiO_4 + 2H_2\uparrow$

$Si_3H_8 + 5O_2 = 3SiO_2 + 4H_2O$

$Si_3N_4 + 22HF = 3H_2SiF_6 + 4NH_4F$

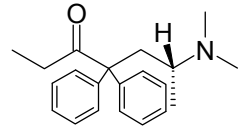
4. a)



A **B** vaheühend **C** **V** **W** **X**

Y **Z** Metadooni vesinik-kloriidhappe sool

b) Metadooni (*R*)-enantiomeer



5. a) Naatriumuraadi lahustuvus puhtas vees:

$C_5H_3N_4O_3Na \rightleftarrows Na^+ + C_5H_3N_4O_3^-$ $\qquad K_L = \left[Na^+\right]\left[C_5H_3N_4O_3^-\right]$

$s = \left[Na^+\right] = \left[C_5H_3N_4O_3^-\right]$ $\qquad K_L = s \cdot s = s^2$ $\qquad s = \sqrt{K_L}$

$\boldsymbol{s = \sqrt{6{,}04 \cdot 10^{-5}} = 0{,}00777\ \mathbf{M}}$

Dinaatriumuraadi lahustuvus puhtas vees:

$C_5H_2N_4O_3Na_2 \rightleftarrows 2Na^+ + C_5H_2N_4O_3^{2-}$ $\qquad K_L = \left[Na^+\right]^2\left[C_5H_2N_4O_3^{2-}\right]$

$s = \frac{1}{2}\left[Na^+\right] = \left[C_5H_3N_4O_3^-\right]$ $\qquad K_L = (2s)^2 \cdot s = 4s^3$ $\qquad s = \sqrt[3]{\frac{K_L}{4}}$

$\boldsymbol{s = \sqrt[3]{\frac{7{,}8 \cdot 10^{-7}}{4}} = 0{,}0058\ \mathbf{M}}$

b) Leiame NaCl kontsentratsiooni peale lahuste kokku valamist

$$c_{NaCl} = \frac{0{,}25\ \text{M} \cdot 20\ \text{cm}^3}{(20+80)\ \text{cm}^3} = 0{,}05\ \text{M}$$

Naatriumuraadi lahustuvus 0,05 M NaCl vesilahuses:

$C_5H_3N_4O_3Na \rightleftarrows Na^+ + C_5H_3N_4O_3^-$ $\qquad K_L = \left[Na^+\right]\left[C_5H_3N_4O_3^-\right]$

$NaCl \rightarrow Na^+ + Cl^-$

$\left[Na^+\right] = c_{NaCl} + s$ $\quad \left[C_5H_3N_4O_3^-\right] = s$ $\qquad K_L = (c_{NaCl} + s) \cdot s = c_{NaCl}s + s^2$

$s^2 + c_{NaCl}s - K_L = 0$ $\qquad s = -0{,}5c_{NaCl} \pm \sqrt{0{,}25c_{NaCl}^2 + K_L}$

$s = (-0{,}025 \pm 0{,}0262)\ \text{M}$ $\qquad s_1 = 0{,}0012\ \text{M}$

Lahustuvuste erinevus on $0{,}00777\ \text{M}/0{,}0012\ \text{M} =$ **6,6 korda**

Dinaatriumuraadi lahustuvus 0,05 M NaCl vesilahuses:

$C_5H_2N_4O_3Na_2 \rightleftarrows 2Na^+ + C_5H_2N_4O_3^{2-}$ $\qquad K_L = \left[Na^+\right]^2\left[C_5H_2N_4O_3^{2-}\right]$

$NaCl \rightarrow Na^+ + Cl^-$

$\left[Na^+\right] = c_{NaCl} + 2s$ $\qquad \left[C_5H_3N_4O_3^-\right] = s$ $\qquad K_L = (c_{NaCl} + 2s)^2 \cdot s$

Teeme lihtsustuse $c_{NaCl} \gg 2s$ $\qquad c_{NaCl} + 2s \approx c_{NaCl}$ $\quad K_L \approx c_{NaCl}^2 \cdot s$

$$s \approx \frac{K_L}{c_{NaCl}^2} = \frac{7{,}8 \cdot 10^{-7}}{0{,}05^2} = 3{,}1 \cdot 10^{-4}\ \text{M}$$ (Täpne lahend on $3{,}05 \cdot 10^{-4}$ M.)

Lahustuvuste erinevus on $0{,}0058\ \text{M}/0{,}00031\ \text{M} =$ **19 korda**

6. a) mitte radioaktiivne – **Bi**, vismut
(õigeks võib lugeda ka – Pb, plii
Kuigi vismutit on kaua aega peetud mitteradioaktiivseks, on hiljuti leitud, et vismut on siiski radioaktiivne ülipika poolestusajaga $1{,}9 \cdot 10^{19}$ aastat)
radioaktiivsed – **Tc**, tehneetsium ja **Pm**, promeetium

b) **+VII** (Cl, Br, I, Mn, Re) ja **+VIII** (Xe, Ru, Os)

c) **Kolme käiguga**:

1. (1.)	2. (1.)	3. (2.)	4. (2.)	5. (3.)	6. (3.)	7. (4.)
Jörgen	Andres	Jörgen	Andres	Jörgen	Andres	Jörgen
Cl^{I}	Mn^{II}	Br^{III}	Re^{IV}	I^{V}	Os^{VI}	
KClO	MnO	**$KBrO_2$**	ReO_2	**KIO_3**	K_2OsO_4	

Jörgen võitis, sest nimetatud on kõik elemendid, mis võivad esineda o.a-s +VII.

d) **Kolme käiguga**:

1. (1.)	2. (1.)	3. (2.)	4. (2.)	5. (3.)	6. (3.)	7. (4.)	8. (4.)
Jörgen	Andres	Jörgen	Andres	Jörgen	Andres	Jörgen	Andres
Li^{I}	Xe^{II}	Br^{III}	Os^{IV}	I^{V}	Ru^{VI}	Mn^{VII}	
LiF	**XeF_2**	$KBrO_2$	**OsO_2**	KIO_3	**K_2RuO_4**	$KMnO_4$	

Andres võitis, sest nimetatud on kõik elemendid, mis võivad esineda o.a-s +VIII.

e) Elemendid oksüdatsiooniastmega 8: Xe, Ru, Os – 24 käiku
Elemendid oksüdatsiooniastmega 7: Cl, Br, I, Mn, Re veel 7 käiku
Summaarselt **31** käiku.