

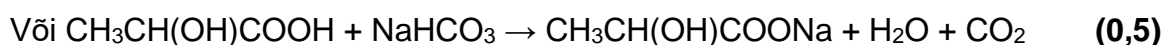
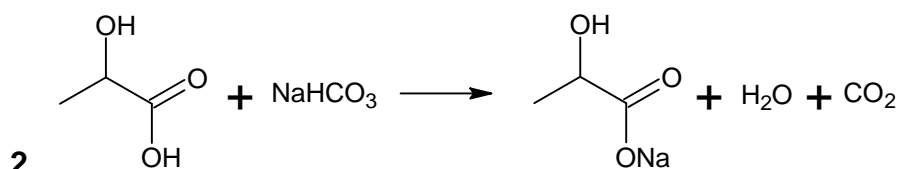
Tallinna XXIII koolinoorte keemiaolümpiaadi koolivoor 2022.–23. õa

Ülesannete lahendused*

12. klass

1. ÜLESANNE (10)

1. Iga struktuurivalem 0,5p. Kokku 2,5p.



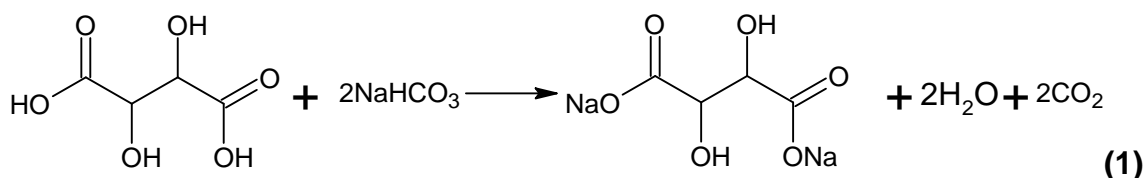
3. $m(\text{piimhape}) = \frac{8,0 \text{ g} \cdot 0,5 \text{ l}}{1 \text{ l}} = 4,0 \text{ g}$ (0,5)

$n(\text{piimhape}) = \frac{4,0 \text{ g}}{90 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,044 \text{ mol}$ (0,5)

$m(\text{NaHCO}_3) = 0,044 \text{ mol} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{1 \text{ mol}} \cdot 84 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 3,7 \text{ g} (\approx 4 \text{ g})$ (0,5)

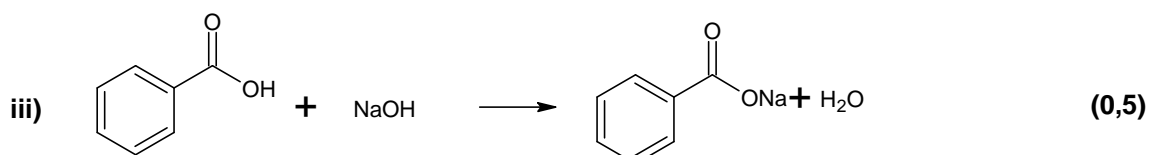
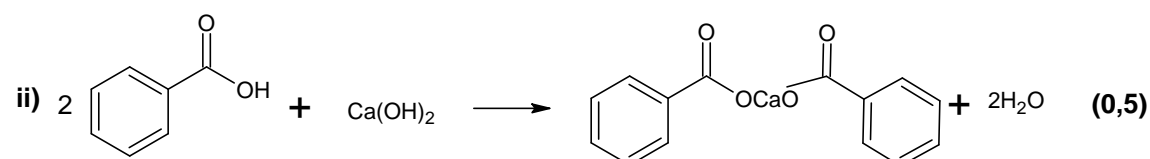
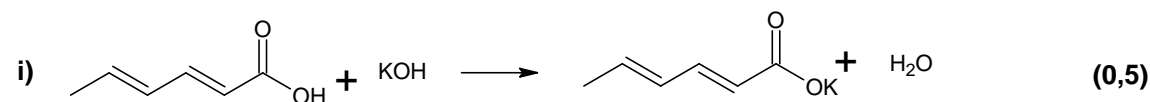
$V(\text{CO}_2) = 0,044 \text{ mol} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{1 \text{ mol}} \cdot 22,4 \frac{\text{l}}{\text{mol}} = 0,99 \text{ l} = 990 \text{ ml} (\approx 1000 \text{ ml})$ (1)

4. Reaktsioonivõrrandi koostamine 0,5p; tasakaalustamine 0,5p. Kokku 1p.

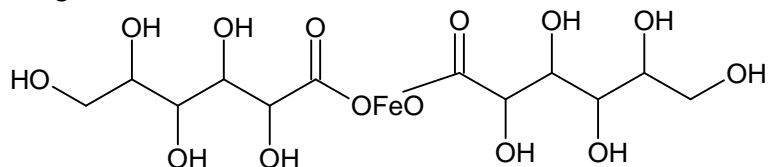


5. Iga õige reaktsioonivõrrand 0,5p. Kokku 1,5p.

Kaltsiumbensoaadi kujutamiseks lugeda õigeks kõik sisuliselt sobivad variandid, sh $(\text{C}_6\text{H}_5\text{COO})_2\text{Ca}$.



6. Lugeda õigeks kõik sisuliselt korrektsed struktuurivalemid, näiteks:



i) (0,5)

ii) $(\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{COO})_2\text{Fe}$ (0,5)

iii) $[\text{OOC}-\text{CH}=\text{CH}-\text{COO}]\text{Fe}$ (0,5)

7. $p(\text{Fe}) = \frac{56}{2 \cdot (14+2+12+2+12+2 \cdot 16)+56} \cdot 100\% \approx 27\%$ (0,5)

2. ÜLESANNE (10)

1. Kummagi keemilise elemendi tuvastamine 0,5p. Kokku 1p.

Üks võimalik variant:

Valemi üldkuju	HE	H ₂ E	EH ₃
Elemendi X tuvastamine	$M = \frac{1,008 \cdot 100\%}{(100 - 97,24)\%}$ $= 36,52 \left(\frac{g}{mol}\right)$ $M(E) \approx 35,5 \left(\frac{g}{mol}\right)$ sobib Cl – kloor	$M = \frac{2 \cdot 1,008 \cdot 100\%}{(100 - 97,24)\%}$ $= 73,04 \left(\frac{g}{mol}\right)$ $M(E) \approx 71,0 \left(\frac{g}{mol}\right)$ ei ole sobivat	$M = \frac{3 \cdot 1,008 \cdot 100\%}{(100 - 97,24)\%}$ $= 109,57 \left(\frac{g}{mol}\right)$ $M(E) \approx 106,5 \left(\frac{g}{mol}\right)$ ei ole sobivat
Elemendi Y tuvastamine	$M = \frac{1,008 \cdot 100\%}{(100 - 94,09)\%}$ $= 17,06 \left(\frac{g}{mol}\right)$ $M(E) \approx 16,1 \left(\frac{g}{mol}\right)$ ei ole sobivat	$M = \frac{2 \cdot 1,008 \cdot 100\%}{(100 - 94,09)\%}$ $= 34,11 \left(\frac{g}{mol}\right)$ $M(E) \approx 32,1 \left(\frac{g}{mol}\right)$ sobib S – väävel	$M = \frac{3 \cdot 1,008 \cdot 100\%}{(100 - 94,09)\%}$ $= 51,17 \left(\frac{g}{mol}\right)$ $M(E) \approx 48,1 \left(\frac{g}{mol}\right)$ ei ole sobivat

Piisab, kui õpilane näitab, et kloori ja väävli vesinikuühendid **HCl** ja **H₂S** vastavad tingimustele. (1)

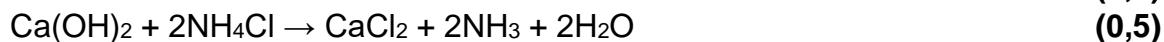
2. Sobiva metallilise elemendi tuvastamine 0,5p. Aine valemi ja õige nimetuse kirjutamine 0,5p. Iga aine eest 1p. Kokku 3p.

Vaatame esialgu, kas leidub metallilisi elemente katiooni laenguga + ja 2+, mis vastaksid tingimustele.

Valemi üldkuju	XCl	XCl ₂
A	$M = \frac{35,45 \cdot 100\%}{47,6\%} = 74,47 \left(\frac{g}{mol}\right)$ $M(X) \approx 39,0 \left(\frac{g}{mol}\right)$ sobib K – kaalium	$M = \frac{2 \cdot 35,45 \cdot 100\%}{47,6\%} = 148,95 \left(\frac{g}{mol}\right)$ $M(X) \approx 78,1 \left(\frac{g}{mol}\right)$ ei ole sobivat
B	$M = \frac{35,45 \cdot 100\%}{63,9\%} = 55,48 \left(\frac{g}{mol}\right)$ $M(X) \approx 20,1 \left(\frac{g}{mol}\right)$ ei ole sobivat	$M = \frac{2 \cdot 35,45 \cdot 100\%}{63,9\%} = 110,95 \left(\frac{g}{mol}\right)$ $M(X) \approx 40,1 \left(\frac{g}{mol}\right)$ sobib Ca – kaltsium
C	$M = \frac{35,45 \cdot 100\%}{37,4\%} = 94,79$ $M(X) \approx 59,3 \left(\frac{g}{mol}\right)$ ei ole sobivat	$M = \frac{2 \cdot 35,45 \cdot 100\%}{37,4\%} = 189,57 \left(\frac{g}{mol}\right)$ $M(X) \approx 118,7 \left(\frac{g}{mol}\right)$ sobib Sn – tina

- A** – KCl – kaaliumkloriid (1)
B – CaCl₂ – kaltsiumkloriid (1)
C – SnCl₂ – tina(II)kloriid (1)

3. Õige reaktsioonivõrrand (koos tasakaalustamisega) 0,5p. Kokku 1p.



4. Valemi tuvastamisel annab arvutuskäik (keemiliste elementide osakeste hulkade õige suhteni jõudmine) 0,5p ning õige valem koos nimetusega 0,5p. Kokku 3p.

Element	Na	S	O
Massi%	36,5%	25,4%	38,1%
n(element) 100 g aines	$n = \frac{36,5}{22,99}$ $\approx 1,59 \text{ (mol)}$	$n = \frac{25,4}{32,07}$ $\approx 0,792 \text{ (mol)}$	$n = \frac{38,1}{16,00}$ $\approx 2,38 \text{ (mol)}$
täisarvuline suhe	2	1	3

K – Na₂SO₃ – naatriumsulfit (1)

Element	Na	S	O
Massi%	24,2%	33,7%	42,1%
n(element) 100 g aines	$n = \frac{24,2}{22,99}$ $\approx 1,05 \text{ (mol)}$	$n = \frac{33,7}{32,07}$ $\approx 1,05 \text{ (mol)}$	$n = \frac{42,1}{16,00}$ $\approx 2,63 \text{ (mol)}$
täisarvuline suhe	2	2	5

L – Na₂S₂O₅ – naatriumdisulfit / naatriummetabisulfit (1)

Element	Al	S	O
Massi%	15,8%	28,1%	56,1%
n(element) 100 g aines	$n = \frac{15,8}{26,98}$ $\approx 0,586 \text{ (mol)}$	$n = \frac{28,1}{32,07}$ $\approx 0,876 \text{ (mol)}$	$n = \frac{56,1}{16,00}$ $\approx 3,51 \text{ (mol)}$
hulkade suhe	1	~1,5	~6
täisarvuline suhe	2	3	12

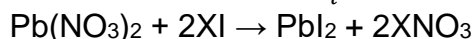
Al₂S₃O₁₂

M – Al₂(SO₄)₃ – alumiiniumsulfaat (1)

Kui õpilane kirjutab valemiks vaid Al₂S₃O₁₂, siis maksimaalselt 0,5p.

5.

$$n[\text{Pb}(\text{NO}_3)_2] = 0,200 \frac{\text{mol}}{\text{l}} \cdot 0,0151 \text{ l} = 0,00302 \text{ mol} \quad (0,25)$$



$$n(\text{XI}) = 0,00302 \text{ mol} \cdot \frac{2 \text{ mol}}{1 \text{ mol}} = 0,00604 \text{ mol} \quad (0,25)$$

$$M(\text{XI}) = \frac{1,00 \text{ g}}{0,00604 \text{ mol}} = 165,6 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \quad (0,25)$$

$$M(\text{X}) = 165,6 \frac{\text{g}}{\text{mol}} - 126,9 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 38,7 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

Element X on kaalium. Soola valem **KI**. (0,25)

6. Õige reaktsioonivõrrand (koos tasakaalustamisega) 0,5p. Kokku 1p.



3. ÜLESANNE (10)

- Iga õige vastus 1p. Kokku 3p.
 - saaduste suunas / ammoniaagi tekke suunas; (1)
 - saaduste suunas / ammoniaagi tekke suunas; (1)
 - ei mõjuta. (1)
- Ammoniaagi tekkereaktsioon on eksotermiline / temperatuuri alandamisel nihkub tasakaaluasend eksotermilise reaktsiooni suunas vms. (0,5)
- Reaktsioon oleks liiga aeglane. (0,5)
- Gaasi hulkade (või hulkade suhete arvutamine) 1p; osarõhkude arvutamine 1p. Kokku 2p. Näiteks: (2)

Gaas	H ₂	N ₂	NH ₃
Massiprotsent	24%	15%	61%
Hulkade suhe nt 100 g gaasisegu kaudu	$n = \frac{24 \text{ g}}{2 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 12 \text{ mol}$	$n = \frac{15 \text{ g}}{28 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,536 \text{ mol}$	$n = \frac{61 \text{ g}}{17 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 3,59 \text{ mol}$
Mooli%	$\% = \frac{12}{12 + 0,536 + 3,59} \cdot 100\% = 74,4\%$	$\% = \frac{0,536}{12 + 0,536 + 3,59} \cdot 100\% = 3,3\%$	$\% = \frac{3,59}{12 + 0,536 + 3,59} \cdot 100\% = 22,3\%$
Osarõhud	$p = 0,744 \cdot 150 = 111,6 \text{ (bar)}$ $\approx \mathbf{112 \text{ (bar)}}$	$p = 0,033 \cdot 150 = 4,95 \text{ (bar)}$ $\approx \mathbf{5 \text{ (bar)}}$	$p = 0,223 \cdot 150 = 33,5 \text{ (bar)}$ $\approx \mathbf{33 \text{ (bar)}}$

Osarõhkude leidmiseks on ühtlasi sobiv nt moolimurru arvutamine sellisel viisil:

$$x(\text{H}_2) = \frac{n(\text{H}_2)}{n(\text{H}_2) + n(\text{N}_2) + n(\text{NH}_3)} = \frac{\frac{mk(\text{H}_2)}{M(\text{H}_2)}}{\frac{mk(\text{H}_2)}{M(\text{H}_2)} + \frac{mk(\text{N}_2)}{M(\text{N}_2)} + \frac{m(1 - k(\text{H}_2) - k(\text{N}_2))}{M(\text{NH}_3)}}$$

$$= \frac{\frac{k(\text{H}_2)}{M(\text{H}_2)}}{\frac{k(\text{H}_2)}{M(\text{H}_2)} + \frac{k(\text{N}_2)}{M(\text{N}_2)} + \frac{1 - k(\text{H}_2) - k(\text{N}_2)}{M(\text{NH}_3)}} = 0,744$$

- Tasakaalukonstandi avaldis 1p. Arvutamine 1p. Kokku 2p.

$$K = \frac{p^2(\text{NH}_3)}{p(\text{N}_2)p^3(\text{H}_2)} = \frac{33,5^2}{4,95 \cdot 111,6^3} = \mathbf{1,63 \cdot 10^{-4}} \quad (2)$$

Kui kõik osarõhud on ümardatud ühelisteni, siis tuleb K väärtuseks $1,55 \cdot 10^{-4}$.

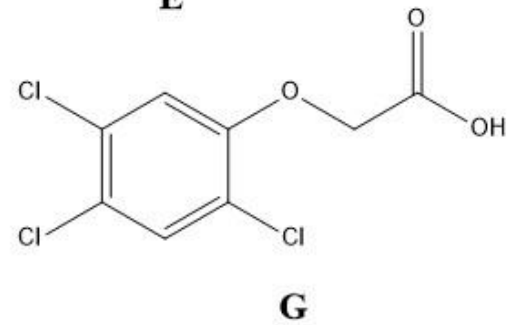
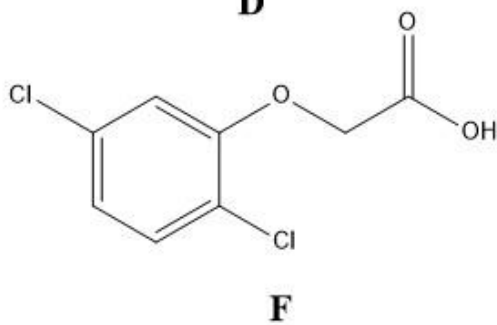
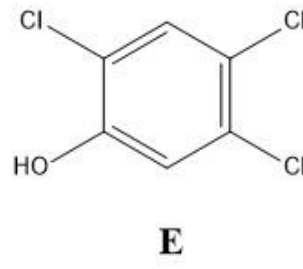
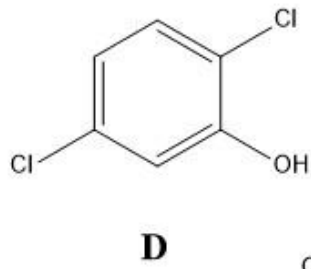
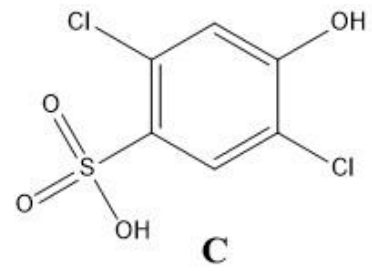
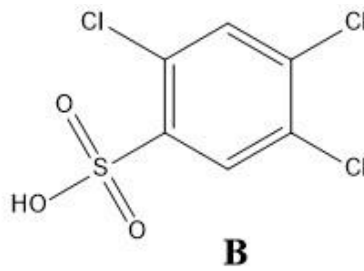
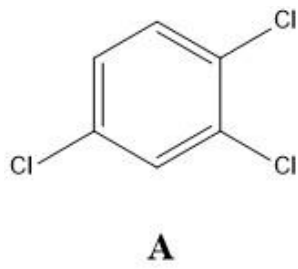
- Ammoniaagi osarõhk: $p(\text{NH}_3) = 120 - 60 - 40 = 20 \text{ (bar)}$ (0,5)

$$\text{Reaktsioonikorrutis: } Q = \frac{20^2}{60 \cdot 40^3} = \mathbf{1,04 \cdot 10^{-4}} \quad (0,5)$$

Et $Q > K$, siis kulgeb keemiline reaktsioon ammoniaagi lagunemise suunas. (1)

4. ÜLESANNE (10)

1. Iga struktuurivalem 0,5p. Kokku 3,5p.



2. 2,5-diklorofenool

3. elektrofiilne asendus

4. nukleofiilne asendus

5. ester(rühm)

6. Iga struktuurivalem 0,5p. Kokku 1,5p.

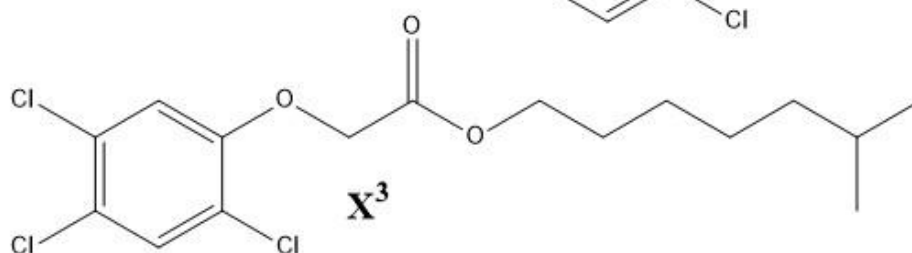
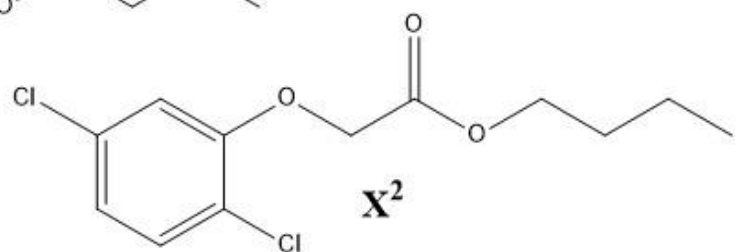
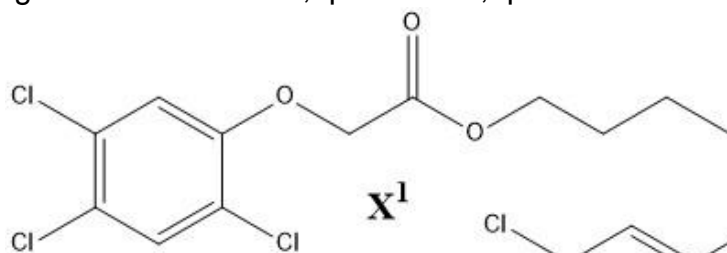
(3,5)

(0,5)

(1)

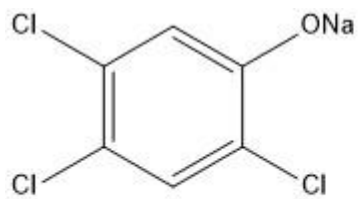
(1)

(0,5)

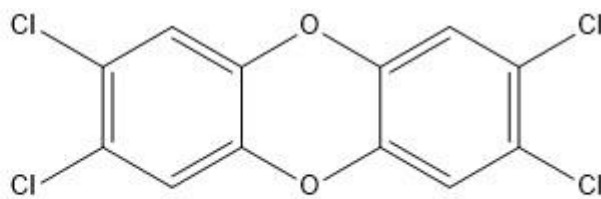


(1,5)

7. Iga struktuurivalem 1p. Kokku 2p.



Y



Z

(2)

** Keemiaolümpiaadi koolivooru komisjon võib iseseisvalt hinnata võimalikke alternatiivseid lahendusvariante.*