

**2017/2018. õa keemiaolümpiaadi piirkonnavooru lahendused**  
**11.–12. klass**

1. a)  $N = \frac{18 \text{ g}}{342 \text{ g/mol}} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \text{ molekuli/mol} = 3,2 \cdot 10^{22} \text{ molekuli}$  (1)



c)  $V = \frac{nRT}{p} = 12 \cdot \frac{18 \text{ g}}{342 \text{ g/mol}} \cdot 0,082 \frac{\text{dm}^3 \cdot \text{atm}}{\text{K} \cdot \text{mol}} \cdot \frac{310 \text{ K}}{1 \text{ atm}} = 16,1 \text{ dm}^3$  (2)

d)  $\Delta H = \frac{18 \text{ g}}{342 \text{ g/mol}} \cdot (-393 \cdot 12 + -285 \cdot 11 - 2226) \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} \cdot \frac{1 \text{ kcal}}{4,184 \text{ kJ}} = -70,8 \text{ kcal}$

Kuna negatiivne soojusefekt osutab vabanenud energiale, siis Vlad saab hommikukohvist  $E = 70,8 \text{ kcal}$  energiat. (2)

e) Vladil on vaja  $2500 \text{ kcal} / 70,8 \text{ kcal} \approx 35,3$  tassi kohvi juua. Õige vastus on nii matemaatiliselt ümardatud (35) kui ka loogiliselt ümardatud (36) tassi. (1)

f) Sahharoos lahustub vees, kuna sisaldab palju veemolekulidega vesiniksidemeid andvaid -OH rühmi. (1)

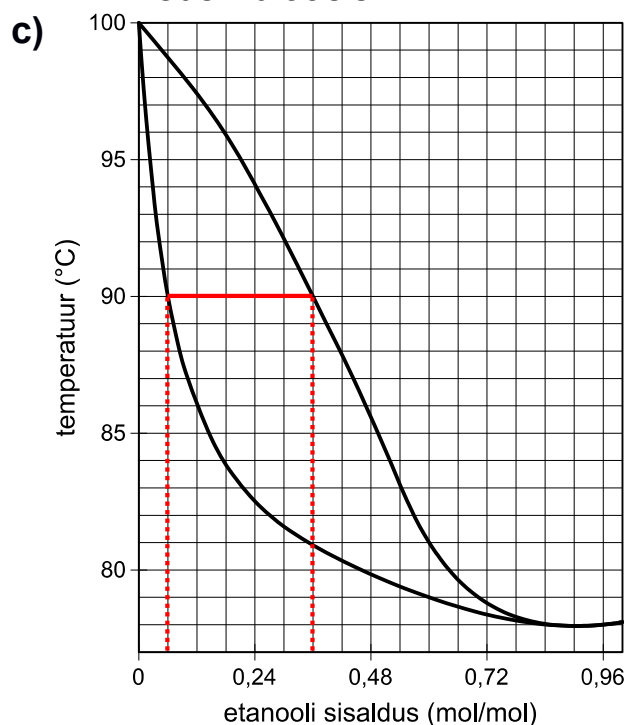
**8 p**

2. a)  $m_{et} = 20,0 \text{ g}$ ,  $m_v = 30,0 \text{ g}$ ,  
 $M_{et} = 46,07 \text{ g/mol}$ ,  $M_v = 18,02 \text{ g/mol}$   
 $n_{et} = 0,434 \text{ mol}$ ,  $n_v = 1,67 \text{ mol}$   
 $\%_{mol} = \frac{0,434 \text{ mol}}{1,665 \text{ mol} + 0,434 \text{ mol}} \cdot 100 = 21$  (2)

b) **A** – gaasifaasis (0,5)

**B** – gaasi-vedeliku tasakaalus (0,5)

**C** – vedelikufaasis (0,5)



Faasidiagrammil olevad jooned näitavad tasakaalus olevat vedeliku- ja gaasifaasi koostist. Alumiselt joonelt katkendliku noolega lugedes saame etanooli sisalduseks vedelikus 0,060 ehk **6,0 mol%**. Vee sisaldus vedelikus on järelikult **94,0 mol%**. Graafikult lugemise määramatuse tõttu loetakse õigeks vastused vahemikes  $6,0 \pm 0,5 \text{ mol\%}$  ja  $94,0 \pm 0,5 \text{ mol\%}$ . (1) Ülemiselt kõveralt punktiirnoolega saame gaasifaasis etanooli sisalduseks 0,36 ehk **36,0 mol%** ning veeauru sisalduseks seega **64 mol%**. Graafikult lugemise määramatuse tõttu loetakse õigeks vastused vahemikes  $36,0 \pm 0,5 \text{ mol\%}$  ja  $64,0 \pm 0,5 \text{ mol\%}$ . (1)

d) Olgu mahajahutatud gaasi kogus  $G$  grammi ning allesjäänud vedeliku kogus  $V$  grammi. Etanooli sisaldus segudes on vastavalt 36,0 mol% ja 6,0 mol%. Sarnaselt a) alapunktile tuleb mooliprotsendid massiprotsentideks ümber teisendada, mis annab etanooli sisalduseks vastavalt 59,0% ja 14,0% massi järgi. Lõpuks saame kirjutada võrrandisüsteemi massi jäävuse seadustega kogu algsele segule ning etanoolile:  $G + V = 50$  g.

Mahajahutatud gaasi korral:  $G = m_{g,v} + m_{g,et}$ ,  $m_{g,et} = 0,590G$ . (1)

Eelmises punktis graafikult lugemise määramatuse tõttu jääb tulemus vahemikku **0,585G...0,595G**.

Allesjäänud vedeliku korral:  $V = m_{v,v} + m_{v,et}$ ,  $m_{v,et} = 0,140V$ . (1)

Eelmises punktis graafikult lugemise määramatuse tõttu jääb tulemus vahemikku **0,130V...0,150V**.

$m_{g,v} + m_{v,v} = 30$  g ning  $m_{g,et} + m_{v,et} = 20$  g (0,5)

Süsteemi lahendades saame  $G = 28,9 \pm 1,0$  g ja  $V = 21,1 \pm 1,0$  g. (2×0,5)

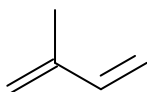
e) Peale gaasi-vedeliku tasakaalu tekkimist 90°C juures on gaasifaas etanooliga rikastunud ning vedelikufaas veega rikastunud. Kui nüüd gaasifaas eraldada, jahutada madalamale temperatuurile (nt 85 °C) ning lasta osa gaasist kondenseerida, tekib uus gaasi-vedeliku tasakaal, kus gaasifaasis on etanooli sisaldus veelgi suurem (faasidiagrammi järgi 85 °C juures on etanooli sisaldus gaasifaasis ~47 mol%). Sama protseduuri kordamisel etanooli sisaldus suureneb iga etapiga. Sellisel põhimõttel töötab destilleerimine. (2)

f) Etanooli ja vee segu on aseptroopne, s.t vesiniksidemete tõttu aurustub koos etanooliga osa veest. Faasidiagrammil tähistab seda gaasi- ja vedeliku tasakaalujoonte puudumine. Seetõttu on tööstuslik piiritus tihti 96% etanooli vesilahus, puhtama piirituse saamiseks tuleb kasutada vaakumdestilleerimist, kus piisavalt madala rõhu korral etanooli-vee aseptroop kaob. (1)

**12 p**

3.

a) Isopreen:



(1)

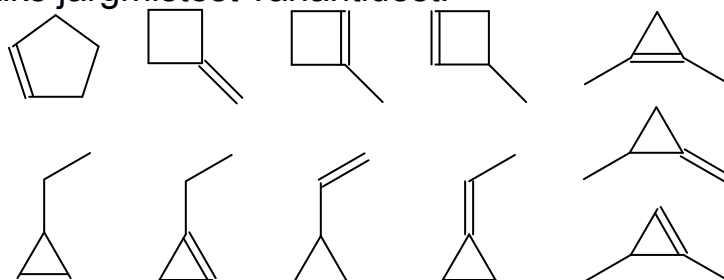
b) i) Sobivad kaks järgmistest variantidest:

(2×1)



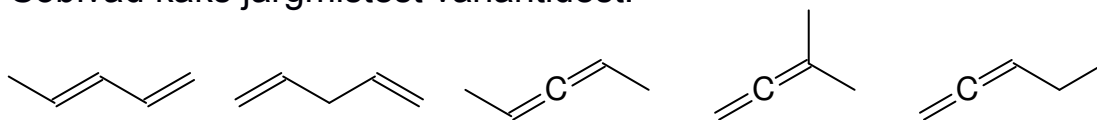
ii) Sobivad kaks järgmistest variantidest:

(2×1)



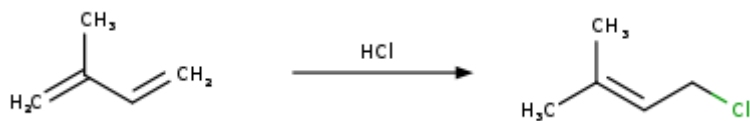
iii) Sobivad kaks järgmistest variantidest:

(2×1)

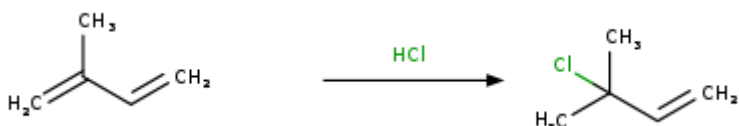


c) i) Reaktsioon HCl-ga:

(1)

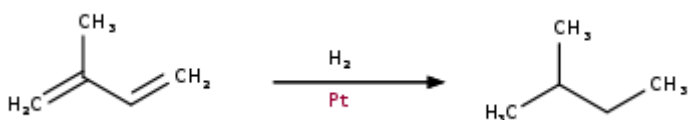


või



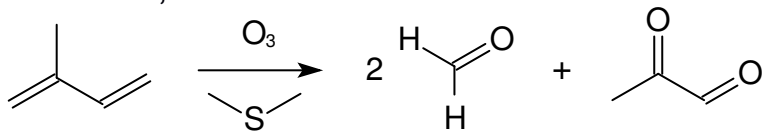
ii) Reaktsioon H<sub>2</sub>-ga Pt katalüsaatoril:

(1)



iii) Reaktsioon O<sub>3</sub>-ga koos järgneva redutseerimisega aldehüdiks ja ühendiks, kus on nii keto- kui aldehüüdrühm:

(1)



10 p

4. a) punane ring – peptiidside

(8×0,5)

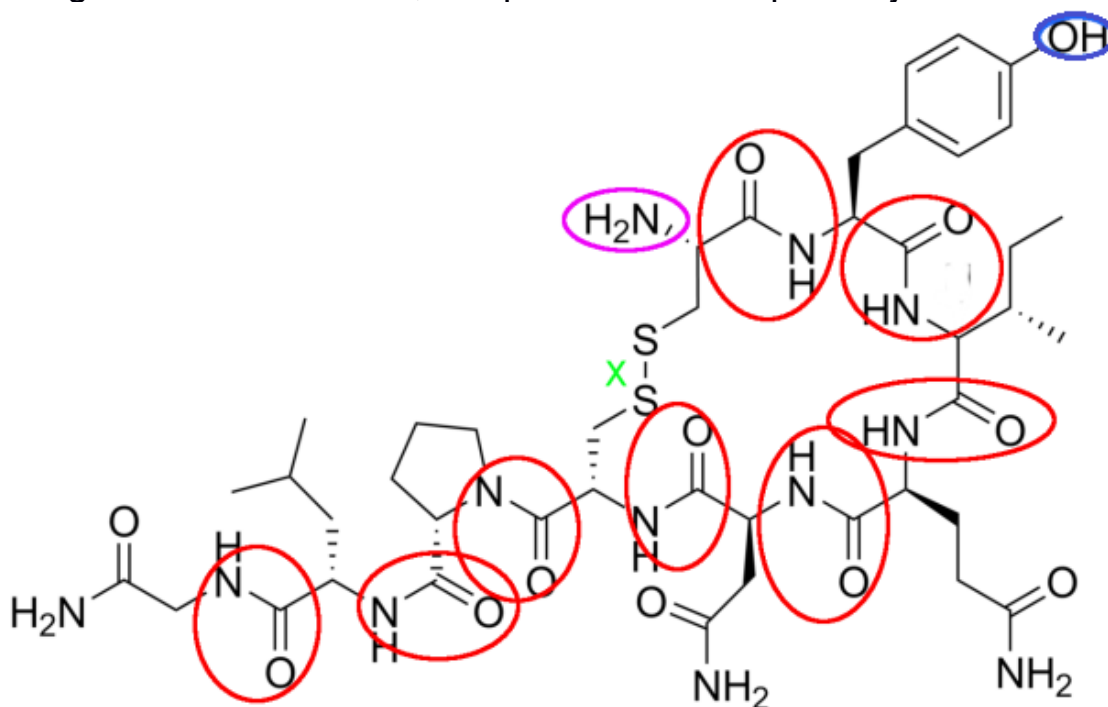
b) roheline X – side, mis katkeb kergelt redutseerivas keskkonnas

(1)

c) sinine ring – funktsionaalrühm, mis deprotoneeritakse pH = 13 juures

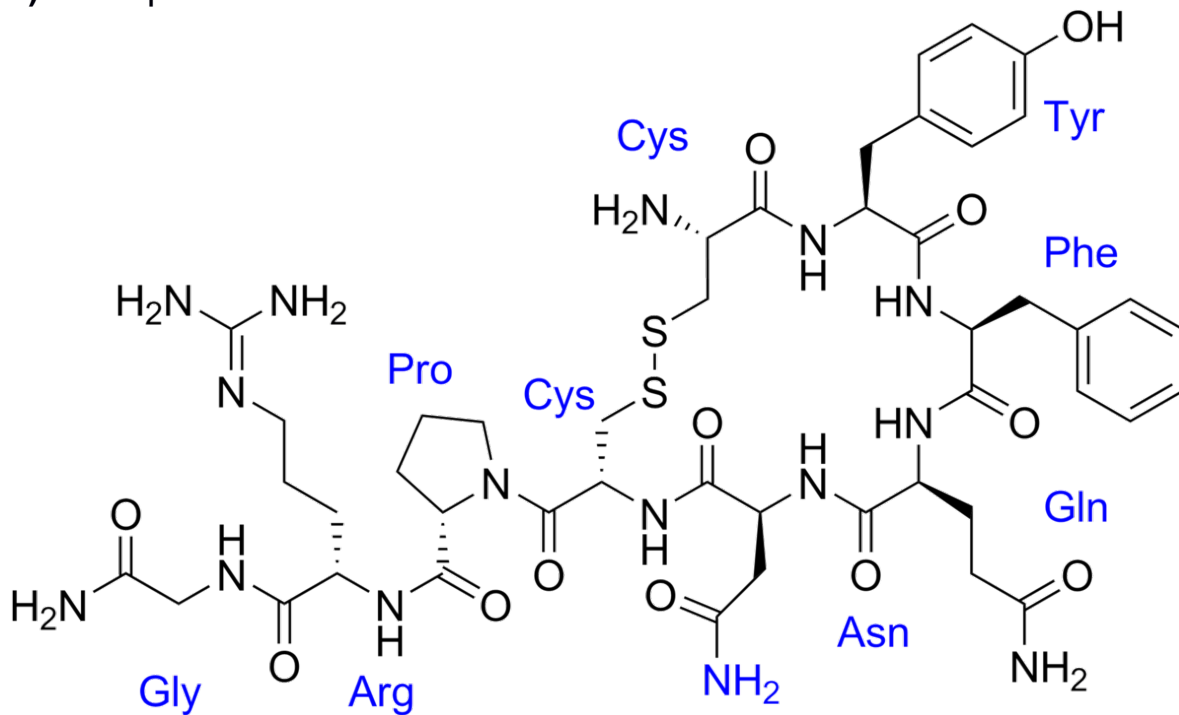
lilla ring – funktsionaalrühm, mis protoneeritakse pH = 2 juures

(2×1)



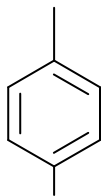
d) Vasopressiini struktuurivalem

(2)



9 p

5. a)

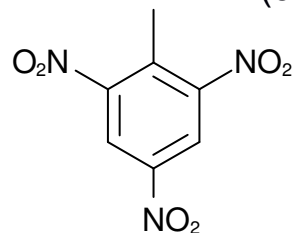
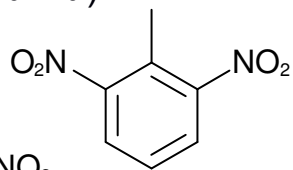
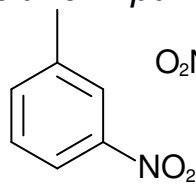
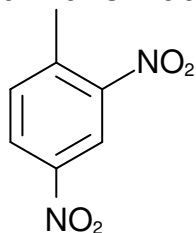
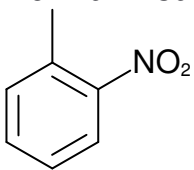


**A** – NO<sub>2</sub>

(1)

Kõrvalproduktid (iga õigesti joonistatud ühend annab ühe punkti, kokku on võimalik saada maksimaalselt kolm punkti):

(3×1)



**b) A** – 1-metüül-4-nitrobenseen, 4-nitrotolueen, *para*-nitrotolueen

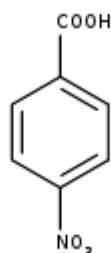
(1)

**B** – 4-nitrobensoehape, *para*-nitrobensoehape

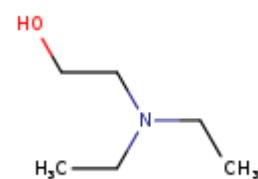
(1)

**c)**

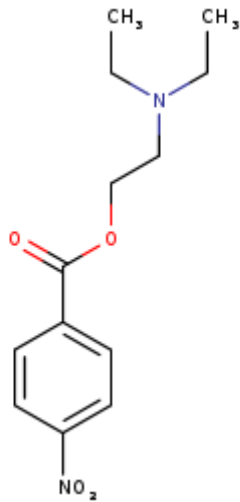
(4×1)



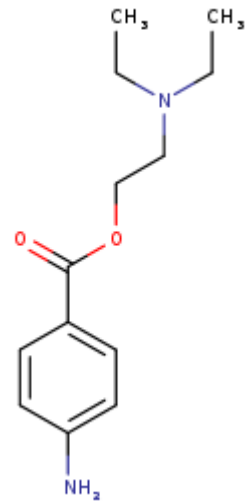
**B**



**C**



**D**



**Prokaiin**

- d) Kaaliumkarbonaati kasutatakse reaktsioonil tekkiva vesinikjodiidhappe neutraliseerimiseks. (1)

**11 p**

**6. Osa I.**

- a) Olgu  $\text{MnO}_4^-$  neelduvus 440 nm ja 545 nm vastavalt  $\epsilon_1$  ja  $\epsilon_2$  ning  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  neelduvus samadel lainepikkustel vastavalt  $\epsilon_3$  ja  $\epsilon_4$ . ( $\epsilon_1 = 95 \text{ M}^{-1} \text{ cm}^{-1}$ ,  $\epsilon_2 = 2350 \text{ M}^{-1} \text{ cm}^{-1}$ ,  $\epsilon_3 = 370 \text{ M}^{-1} \text{ cm}^{-1}$ ,  $\epsilon_4 = 11 \text{ M}^{-1} \text{ cm}^{-1}$ ). Neelduvust  $A$  ja läbilaskvuse protsenti  $T$  seob Beer-Lamberti seaduse kohaselt võrrand  $A = 2 - \log T$ . Seega

$$A_{440} = 2 - \log(35,5) = 0,45 \text{ ja } A_{545} = 2 - \log(16,6) = 0,78 \quad (2 \times 1)$$

- b) Olgu permanganaadi kontsentratsioon  $c_1$  ja dikromaadi kontsentratsioon  $c_2$ . Siis  $A_{440} = \epsilon_1 \cdot c_1 \cdot 1 \text{ cm} + \epsilon_3 \cdot c_2 \cdot 1 \text{ cm}$  ja  $A_{545} = \epsilon_2 \cdot c_1 \cdot 1 \text{ cm} + \epsilon_4 \cdot c_2 \cdot 1 \text{ cm}$ .

Võrrandisüsteemi lahendades saame:

$$c_1 = 3,266 \cdot 10^{-4} \text{ M ja } c_2 = 1,132 \cdot 10^{-3} \text{ M} \quad (2 \times 1)$$

$$\text{Seega } \%(\text{Mn}) = \frac{3,266 \cdot 10^{-4} \text{ M} \cdot 54,94 \text{ g/mol} \cdot 0,1 \text{ dm}^3}{1,374 \text{ g}} \cdot 100 = \mathbf{0,13} \quad (1)$$

$$\text{ja } \%(\text{Cr}) = \frac{1,132 \cdot 10^{-3} \text{ M} \cdot 2 \cdot 52,00 \text{ g/mol} \cdot 0,1 \text{ dm}^3}{1,374 \text{ g}} \cdot 100 = \mathbf{0,86} \quad (1)$$

**Osa II.**

- a) i)  $\text{N}_2^+$ : kolm joont  $^{14}\text{N}^{14}\text{N}$  (28),  $^{15}\text{N}^{14}\text{N}$  (29),  $^{15}\text{N}^{15}\text{N}$  (30) (1)

- ii)  $\text{CO}^+$ : neli joont  $^{12}\text{C}^{16}\text{O}$  (28),  $^{12}\text{C}^{17}\text{O}$  (29),  $^{13}\text{C}^{16}\text{O}$  (29),  $^{12}\text{C}^{18}\text{O}$  (30),  $^{13}\text{C}^{17}\text{O}$  (30),  $^{13}\text{C}^{18}\text{O}$  (31) (1)

- iii)  $\text{CO}_2^+$ : kuus joont  $^{12}\text{C}^{16}\text{O}^{16}\text{O}$  (44),  $^{12}\text{C}^{16}\text{O}^{17}\text{O}$  (45),  $^{12}\text{C}^{17}\text{O}^{16}\text{O}$  (45),  $^{13}\text{C}^{16}\text{O}^{16}\text{O}$  (45),  $^{12}\text{C}^{16}\text{O}^{18}\text{O}$  (46),  $^{12}\text{C}^{18}\text{O}^{16}\text{O}$  (46),  $^{12}\text{C}^{17}\text{O}^{17}\text{O}$  (46),  $^{13}\text{C}^{16}\text{O}^{17}\text{O}$  (46),  $^{13}\text{C}^{17}\text{O}^{16}\text{O}$  (46),  $^{12}\text{C}^{17}\text{O}^{18}\text{O}$  (47),  $^{12}\text{C}^{18}\text{O}^{17}\text{O}$  (47),  $^{13}\text{C}^{17}\text{O}^{17}\text{O}$  (47),  $^{13}\text{C}^{16}\text{O}^{18}\text{O}$  (47),  $^{13}\text{C}^{18}\text{O}^{16}\text{O}$  (47),  $^{12}\text{C}^{18}\text{O}^{18}\text{O}$  (48),  $^{13}\text{C}^{17}\text{O}^{18}\text{O}$  (48),  $^{13}\text{C}^{18}\text{O}^{17}\text{O}$  (48),  $^{13}\text{C}^{18}\text{O}^{18}\text{O}$  (49) (1)

b) i)  $m/z(28) = 0,9963 \cdot 0,9963 = 0,9926$ , (0,5)  
 $m/z(29) = 2 \cdot 0,9963 \cdot 0,0037 = 0,0074$  (0,5)

$N_2^+$ :  $\frac{I_{29}}{I_{28}} = \frac{0,0074}{0,9926} = \mathbf{0,0075}$  (1)

ii)  $m/z(28) = 0,989 \cdot 0,9976 = 0,9866$ , (0,5)

$m/z(29) = 0,989 \cdot 0,0004 + 0,011 \cdot 0,9976 = 0,01137$  (0,5)

$CO^+$ :  $\frac{I_{29}}{I_{28}} = \frac{0,01137}{0,9866} = \mathbf{0,0115}$  (1)

c)  $\frac{I_{29}}{I_{28}} = \left(1 - \frac{[CO]}{[CO]+[N_2]}\right) \cdot 0,0074 + \frac{[CO]}{[CO]+[N_2]} \cdot 0,0115 = 0,0088$

Siit  $[CO]/([CO]+[N_2])=0,34$ . Piik  $m/z$  väärtusega 44 on kõige intensiivsem ( $0,989 \cdot 0,9976 \cdot 0,9976 = 0,9843$ ).

$[CO_2] \sim I_{44}/0,9843$  ja  $[CO] \sim \frac{[CO]}{[CO]+[N_2]} \cdot \frac{I_{28}}{0,9866}$  (2×1)

Seega  $\frac{[CO_2]}{[CO]} = \frac{I_{44}}{I_{28}} \cdot \frac{0,9866}{0,9843} \cdot \frac{[CO]+[N_2]}{[CO]} = 0,34 \cdot \frac{0,9866}{0,9843} \cdot \frac{1}{0,34} = \mathbf{1,0}$  (1)

d) (veergudest 3×1)

	i) $T \uparrow$	ii) $p \downarrow$	iii) $[CO] \uparrow$
1. reaktsioon	→	–	→
2. reaktsioon	←	–	→
3. reaktsioon	→	→	←

e) Kui lisada koksi, selle põlemise tõttu kasvavad nii CO kui ka CO<sub>2</sub> osarõhk. Selle tulemusena [CO] kasvab ning 2. reaktsiooni tasakaal nihkub Fe tekke poole. (1)

**20 p**