

2023/24. öa keemiaolümpiaadi piirkonnavor

g. klass

Lahendused

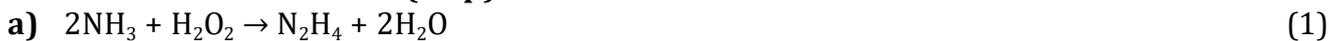
1. Test (10 p) Autor: Kristi Koitla

- a) $\text{SO}_2, \text{HNO}_3$ – muutub happeliseks (1)
 $\text{Ba}(\text{OH})_2, \text{Li}_2\text{O}$ – muutub aluseliseks (1)
 SiO_2, He – jääb neutraalseks (1)
- b) $200 \text{ g/kg} = 20\%$ (0,5)
 $53 \text{ } \mu\text{g/ml} = 0,053 \text{ kg/m}^3$ (0,5)
- c) 1 – mõõtekolb (0,5)
 2 – kooniline kolb (Erlenmeyeri kolb) (0,5)
 3 – bürett (0,5)
- d) i) filtrimine (setitamine) (0,5)
 ii) vedeliku aurustamine (0,5)
- e) H_2SO_3 , – väävlishape; hape (0,5)
 NaNO_3 , – naatriumnitraat; sool (0,5)
 NO_2 , – lämmastikdioksiid; oksiid (0,5)
 TlOH – tallium(I)hüdrosiid; hüdrosiid (alus) (0,5)
- f) $M(\text{C}_{47}\text{H}_{51}\text{NO}_{14}) = (47 \cdot 12,01 + 51 \cdot 1,01 + 14,01 + 14 \cdot 16,00) \text{ g/mol} \approx 853,9 \text{ g/mol}$ (0,5)
- g) Taksooli dihüdraadi valemis on $51 + 2 \cdot 2 = 55$ vesiniku atomit. (0,5)
 Seega on 0,5 mol taksooli dihüdraadis
 $n(\text{H}) = 0,5 \cdot 55 = 27,5 \text{ mol} \approx 30 \text{ mol}$ vesiniku aatomit. (0,5)

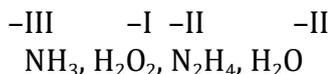
2. Defitsiitne väetis (10 p) Autorid: Liis Siigur ja Jörgen Metsik

- a) $2\text{HNO}_3 + \text{K}_2\text{CO}_3 \rightarrow 2\text{KNO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2\uparrow$ (1)
 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + \text{K}_2\text{CO}_3 \rightarrow 2\text{KNO}_3 + \text{CaCO}_3\downarrow$ (1)
 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{KNO}_3 + \text{CaSO}_4\downarrow$ (1)
- b) $2\text{HNO}_3 + \text{K}_2\text{CO}_3 \rightarrow 2\text{KNO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2\uparrow$ annab kõige puhtama kaaliumnitraadi lahuse, sest CO_2 väljub gaasina lahusest ja lahusesse jääb ainult kaaliumnitraat. (1)
 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{KNO}_3 + \text{CaSO}_4\downarrow$ annab kõige ebapuhtama kaaliumnitraadi lahuse, sest vähelahustuva CaSO_4 lahustuvus on suurem kui rasklahustuva CaCO_3 lahustuvus. (1)
- c) Sobivad kõik reaalselt toimuvad reaktsioonid, milles tekib KNO_3 . (1)
 Nt happe ja aluse reaktsioon: $\text{HNO}_3 + \text{KOH} \rightarrow \text{KNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
 Rask- või vähelahustuva aine tekkereaktsioon, nt: $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{KNO}_3 + \text{BaSO}_4\downarrow$
- d) $56 \text{ }^\circ\text{C}$ (või $57 \text{ }^\circ\text{C}$) (0,5)
- e) $94 \text{ }^\circ\text{C}$ juures on kaaliumnitraadi lahustuvus 220 g/100 g vees (0,5)
 $8 \text{ }^\circ\text{C}$ juures on kaaliumnitraadi lahustuvus 20 g/100 g vees (0,5)
 Lahustuvus on $94 \text{ }^\circ\text{C}$ juures umbes $220/20 = 11$ korda suurem kui $8 \text{ }^\circ\text{C}$ juures. (0,5)
- f) $m(\text{H}_2\text{O}) = 130 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}/220 \text{ g} = 59,09 \text{ g} \approx 59 \text{ g}$ (0,5)
- g) $m(\text{KNO}_3) = 130 \text{ g} - 59,09 \text{ g} \cdot 20 \text{ g}/100 \text{ g} = 118 \text{ g} \approx 120 \text{ g}$ (1)
- h) oksüdeerija (hapniku allikas) (0,5)

3. Vedelad raketikütused (10 p) Autor: Andreas Päkk



b) (4×0,5)



c)



- tervisele ohtlik

(0,5)



- söövitav

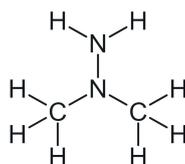
(0,5)



- keskkonnaohtlik

(0,5)

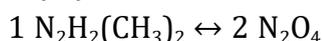
e) 1,1-dimetüülhüdraasiini tasapinnaline struktuurivalem: (1)



$n(\text{N}_2\text{H}_2(\text{CH}_3)_2) = m/M = 10,0 \text{ kg} / 60,104 \text{ kg/kmol} = 0,1664 \text{ kmol}$ (0,5)

$n(\text{O}_2) = n(\text{N}_2\text{H}_2(\text{CH}_3)_2) \cdot 4 = 0,6655 \text{ kmol}$ (0,5)

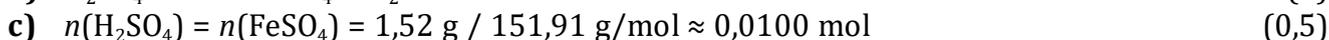
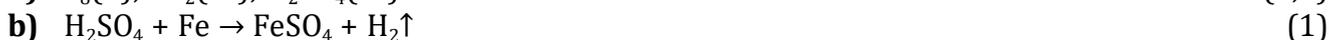
$m(\text{O}_2) = 0,6655 \text{ kmol} \cdot 32,00 \text{ kg/kmol} \approx \mathbf{21,3 \text{ kg}}$ (0,5)



$n(\text{N}_2\text{O}_4) = n(\text{N}_2\text{H}_2(\text{CH}_3)_2) \cdot 2 = 0,3328 \text{ kmol}$ (0,5)

$m(\text{N}_2\text{O}_4) = 0,3328 \text{ kmol} \cdot 92,02 \text{ kg/kmol} \approx \mathbf{30,6 \text{ kg}}$ (0,5)

4. Tindi valmistamine (10 p) Autor: Karl-Andres Parts



1 mol väevli põlemiseks kulub 1 mol hapnikku, 1 mol väävelhappe saamiseks vääveldioksiidist 0,5 mol hapnikku,

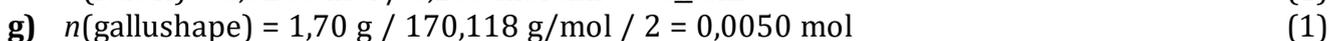


$n(\text{O}_2) = 1,5 \cdot n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,0150 \text{ mol}$ (1)

$V(\text{O}_2) = 22,4 \text{ dm}^3/\text{mol} \cdot n(\text{O}_2) = \mathbf{336 \text{ cm}^3}$ (0,5)



$V(\text{NaOH}) = 0,0200 \text{ mol} / 0,250 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} = \mathbf{80 \text{ cm}^3}$ (1)



$N(\text{gallushape}) = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1} \cdot 0,0050 \text{ mol} = 3,01 \cdot 10^{21}$ (0,5)

$N(\text{gallushape leheküljel}) = 3,01 \cdot 10^{21} / 1000 \approx \mathbf{3 \cdot 10^{18}}$ (0,5)

5. Ammoniaak ja radiokeemia CERNis (10 p) Autor: Kadri Muuga

- a) $m(\text{NH}_3) = 150 \text{ g} \cdot 3,0/100 = 4,5 \text{ g}$ (0,5)
 $m(25\% \text{ NH}_3) = 4,5 \text{ g}/25,0/100 = 18 \text{ g}$ (0,5)
 $V(25\% \text{ NH}_3) = 18 \text{ g}/0,902 \text{ g/cm}^3 \approx 20 \text{ cm}^3$ (0,5)
 $V(\text{H}_2\text{O}) = (150 - 18) \text{ g} / 1,0 \text{ g/cm}^3 = 132 \text{ cm}^3 \approx 130 \text{ cm}^3$ (0,5)
- b) *madal keemistemperatuur* või *lenduvus* või *kõrge aururõhk* (0,5)
- c) $m(\text{NH}_3 \text{ lahus}) = 1,00 \text{ dm}^3 \cdot 1000 \text{ cm}^3/1 \text{ dm}^3 \cdot 0,902 \text{ g/cm}^3 = 902 \text{ g}$ (0,5)
 $m(\text{NH}_3) = 902 \text{ g} \cdot 25,0/100 = 225,5 \text{ g}$ (0,5)
 $n(\text{NH}_3) = 225,5 \text{ g}/17,034 \text{ g/mol} \approx 13,2 \text{ mol}$ (0,5)
- d) $N(^{15}\text{N}) = 0,4/100 \cdot 1 \text{ mol} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1} \approx 2 \cdot 10^{21} \text{ aatomit}$ (1)
- e) Kuna ammoniaagi molekulis on kolm vesinikku, siis $3 \cdot 0,01\% = 0,03\%$ (1)
Tõenäosus, et ühes molekulis on korraga kaks või enam deuteeriumi aatomit, on nii väike, et seda võib arvutuses ignoreerida.
- f) i) 7 prootonit (0,5)
ii) 6 neutronit (0,5)
- g) $m(^{13}\text{NH}_3) = 5,0 \text{ g} \cdot 3,0 \cdot 10^{-12} / 100 = 0,15 \cdot 10^{-12} \text{ g} = 0,15 \text{ pg}$ (1)
- h) 10 min pärast on alles pool esialgsest $^{13}\text{NH}_3$ kogusest, seega $m(^{13}\text{NH}_3) = 0,075 \text{ pg}$ (0,5)
 $\%(^{13}\text{NH}_3) = 1,5 \cdot 10^{-12}\%$ (0,5)
- i) Iga poolestusaja möödumisel kahaneb ^{13}N hulk kaks korda, seega on kolme poolestusaja järel järgi $1 / (2^3) \cdot 100\% = 12,5\%$ esialgsest isotoobist. (1)

6. Viimane õhualtsutaja (20 p) Autorid: Vladislav Ivaništšev ja Jõrgen Metsik

a) Energiat ei saa luua ega hävitada; universumi entroopia suureneb iseeneslike protsesside tõttu. (1)

b) $V = 5 \text{ m}^3 \cdot 0,02 / (0,0224 \text{ m}^3/\text{mol}) \cdot (5 \cdot 12 + 8 \cdot 1) \text{ g/mol} / (100 \cdot 10^{-6} \text{ g/m}^3) = 3 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ (1,5)

c) $N = 5 \text{ m}^3 \cdot 0,04 / (0,0244 \text{ m}^3/\text{mol}) \cdot 285,8 \text{ kJ/mol} / 800 \text{ kJ} = 3 \text{ kapsapead}$ (1,5)

d) $\cdot\ddot{\text{O}}-\text{H}$ $\cdot\ddot{\text{O}}-\ddot{\text{O}}-\text{H}$ (1)

e) (2)

tüüp vahereaktsioon

1	$\text{H}_2 + \text{O}_2 = \text{OH} + \text{OH}$
2/3	$\text{O} + \text{H}_2 = \text{H} + \text{OH}$
3	$\text{H}_2 + \text{OH} = \text{H} + \text{H}_2\text{O}$
1	$\text{H}_2 + \text{O}_2 = \text{H} + \text{HO}_2$

tüüp vahereaktsioon

4	$\text{OH} + \text{OH} = \text{H}_2\text{O}_2$
4	$\text{H} + \text{OH} = \text{H}_2\text{O}$
2	$\text{H} + \text{O}_2 = \text{O} + \text{OH}$
4	$\text{HO}_2 + \text{HO}_2 = \text{H}_2\text{O}_2 + \text{O}_2$

f) $E = 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 10000 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m} / 800 \text{ kJ} = 1 \text{ kapsapea}$ (1)

g) Toimub reaktsioon: $10,5\text{N}_2 + 21\text{O}_2 = 10,5\text{N}_2\text{O}_4$

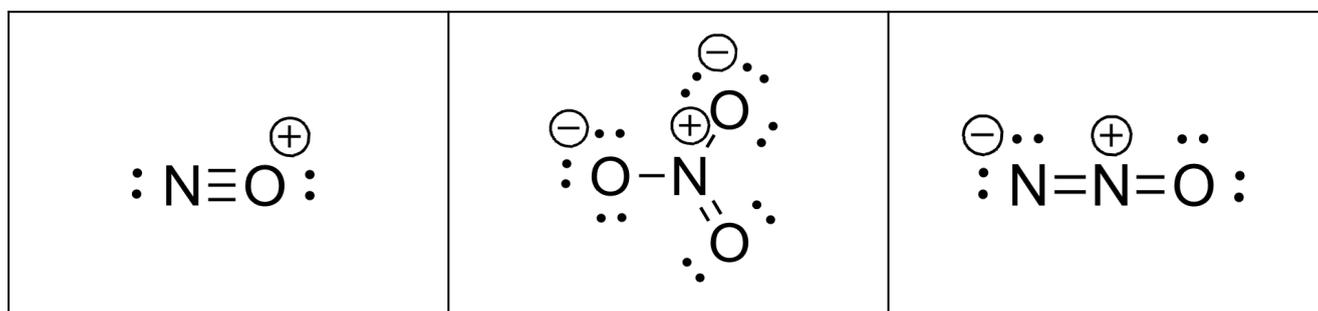
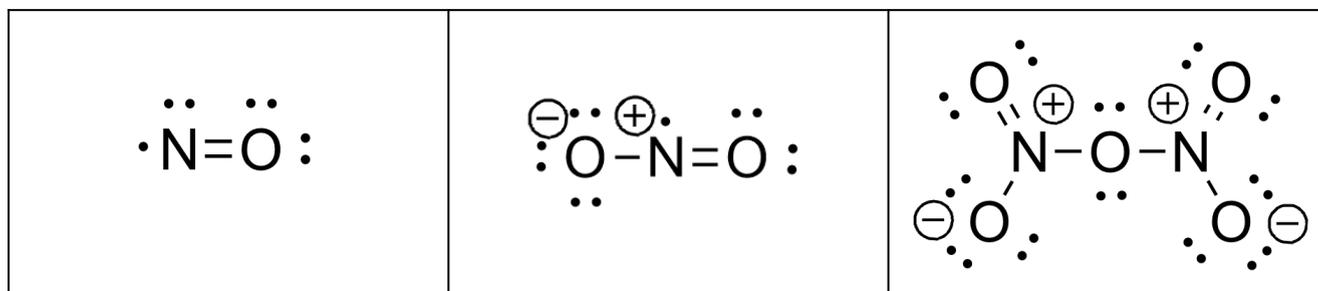
N_2O_4 on toatemperatuuril gaas.

Kui tarbida kogu hapnik, siis rõhulangus on $\Delta p = 0,21 \text{ atm}$. (1)

Jäab 67,5 N_2 , 10,5 N_2O_4 ja 1 Ar.

Seega moolprotsendiline koostis on 85,4% N_2 , 13,3% N_2O_4 ja 1,3% Ar. (1)

h) (3)



i) $E = 6 \text{ kJ/mol} \cdot 1000000 \text{ g} / (18 \text{ g/mol}) / 800 \text{ kJ} = 416 \text{ kapsapea} \approx 400-500 \text{ kapsapea}$ (1,5)

j) $m = 400 \cdot 800 \text{ kJ} / (2260 \text{ kJ} + 4,18 \text{ kJ}/(\text{kg } ^\circ\text{C}) \cdot 80^\circ\text{C}) = 123 \text{ kg}$ (1,5)

k) Na₃AlF₆ (cryolite) ja BN (qingsongite) (1)

l) $\%(\text{C}) = 12 / (12 + 2 \cdot 4 \cdot 55,85) \cdot 100 = 2,6$ (1)

Seega sulam on **malm**. (1)