

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

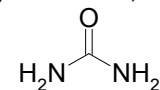
2. a) A – H₂SO₄ B – H₂O₂ X – S
- b) Plastiline väävel
- c) $S + O_2 \xrightarrow{t^\circ} SO_2$
- $2SO_2 + O_2 \xrightarrow[\text{kat.}]{} 2SO_3$
- $SO_3 + H_2O = H_2SO_4$
- d) Redutseerijana:
 $2KMnO_4 + 5H_2O_2 + 3H_2SO_4 = K_2SO_4 + 5O_2 + 8H_2O + 2MnSO_4$
- Oksüdeerijana:
 $2KI + H_2O_2 + H_2SO_4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

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.

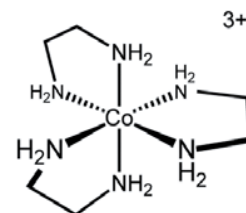
A – NH₄NO₃, ammooniumnitraat.

- 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 kasvuhoonegaasina ja põhjustab kasvuhooneefekti suurenemist.

e)



Mitmekülgsed 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)