

I. Keemiline termodünaamika

- Arvutage etüüni tekke-entalpia ΔH_f° lähtudes ainete põlemisentalpiatest:
 $\Delta H_c^\circ[\text{C}(\text{gr})] = -394 \text{ kJ/mol}$; $\Delta H_c^\circ[\text{H}_2(\text{g})] = -286 \text{ kJ/mol}$; $\Delta H_c^\circ[\text{C}_2\text{H}_2(\text{g})] = -1300 \text{ kJ/mol}$.
 $\Delta H_f^\circ = 226 \text{ kJ/mol}$
- Arvutage SO_2 põlemisentalpia ΔH_c° lähtudes ainete tekke-entalpiatest: $\Delta H_f^\circ[\text{SO}_2(\text{g})] = -297 \text{ kJ/mol}$; $\Delta H_f^\circ[\text{SO}_3(\text{g})] = -396 \text{ kJ/mol}$.
 $\Delta H_c^\circ = -99 \text{ kJ/mol}$
- Arvutage etanooli põlemisentalpia ΔH_c° lähtudes ainete tekke-entalpiatest: $\Delta H_f^\circ[\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{v})] = -228 \text{ kJ/mol}$; $\Delta H_f^\circ[\text{H}_2\text{O}(\text{v})] = -286 \text{ kJ/mol}$; $H_f^\circ[\text{CO}_2(\text{g})] = -394 \text{ kJ/mol}$.
 $\Delta H_c^\circ = -1418 \text{ kJ/mol}$
- Arvutage Fe_2O_3 tekke-entalpia ΔH_f° järgmiste termokeemiliste võrrandite alusel:
 $2 \text{Fe}(\text{t}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{FeO}(\text{t}); \quad \Delta H^\circ_{(1)} = -532 \text{ kJ}$;
 $4 \text{FeO}(\text{t}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{Fe}_2\text{O}_3(\text{t}); \quad \Delta H^\circ_{(2)} = -584 \text{ kJ}$.
 $\Delta H_f^\circ = -824 \text{ kJ/mol}$

II. Keemiline kineetika ja tasakaal

- Kuidas ja mitu korda muutub pöörduvas reaktsioonis $2 \text{CO}_2 \rightleftharpoons 2 \text{CO} + \text{O}_2$ päri- ja pöördsuunalise reaktsiooni kiirus, kui a) tõsta rõhku 10 korda, b) tõsta temperatuuri 30°C võrra (reaktsiooni temperatuuritegurid $\gamma_1 = 3,0$; $\gamma_2 = 2,0$)?
kiiruse kasv: a) v_1 100, v_2 1000 korda; b) v_1 27, v_2 8 korda
- Kaks reaktsiooni, mille temperatuuritegurid on vastavalt $\gamma_1 = 3,0$ ja $\gamma_2 = 2,0$, kulgevad temperatuuril 60°C võrdse kiirusega. Arvutage nende reaktsioonide kiiruste suhe ($v_1 : v_2$) temperatuuril 30°C ?
 $v_1 : v_2 = 0,296$
- Reaktsiooni $2 \text{A}(\text{l}) + \text{B}_2(\text{l}) \rightleftharpoons 2 \text{AB}(\text{l})$ lähtekontsentratsioonid olid $c^\circ(\text{A}) = 0,8 \text{ mol/dm}^3$, $c^\circ(\text{B}_2) = 0,6 \text{ mol/dm}^3$ ja $c^\circ(\text{AB}) = 0,3 \text{ mol/dm}^3$. Arvutage reaktsiooni kiirus ja $c(\text{AB})$ ajamomendil t , kui $c(\text{B}_2) = 0,4 \text{ mol/dm}^3$ (reaktsiooni kiiruskonstant $k = 0,1 \text{ (dm}^3\text{)}^2/\text{mol}^2\text{s}$).
 $c(\text{AB}) = 0,7 \text{ mol/dm}^3$, $v_t = 6,4 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3\text{s}$
- Reaktsiooni $2 \text{NO}(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{NOCl}(\text{g})$ lähtekontsentratsioonid olid $c^\circ(\text{NO}) = 0,4 \text{ mol/dm}^3$, $c^\circ(\text{Cl}_2) = 0,3 \text{ mol/dm}^3$ ja $c^\circ(\text{NOCl}) = 0$. Mitu korda väheneb reaktsiooni kiirus ajamomendiks t , kui ära on reageerinud pool NO lähtekogusest?
 $v_o : v_t = 6$ ($v_t : v_o = 0,167$)
- Arvutage esimest järku reaktsiooni poolestusaeg, kui 12 tunni jooksul laguneb 75% võetud lähteaine kogusest.
 $\tau = 6,0 \text{ tundi} = 21600 \text{ s}$
- ^{14}C poolestusaeg τ on ~ 5600 aastat. Looduslikus ringkäigus osaleva süsiniku 10 g annab 160 lagunemisimpulssi minutis. Arheoloogilises proovis andis 10 g süsinikku 8 impulssi minutis. Kui vana on see arheoloogiline proov?
 $t = 24200 \text{ a}$.
- Reaktsiooni $2 \text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{SO}_3(\text{g})$ tasakaalu saabumisel olid ainete kontsentratsioonid: $[\text{SO}_2] = 0,4 \text{ mol/dm}^3$, $[\text{O}_2] = 0,6 \text{ mol/dm}^3$ ja $[\text{SO}_3] = 0,2$

mol/dm³. Arvutage reaktsiooni tasakaalukonstant ja SO₂ ning O₂ lähtekontsentratsioonid, kui c^o(SO₃) = 0

$$K = 0,417 ; c^o(\text{SO}_2) = 0,6; c^o(\text{O}_2) = 0,7 \text{ mol/dm}^3$$

8. Reaktorisse mahuga 2 dm³ viidi 0,4 mol CS₂ ja 0,5 mol O₂. Reaktsiooni CS₂(g) + 3 O₂(g) ⇌ CO₂(g) + 2 SO₂(g) tasakaalu saabumisel oli ära reageerinud 25% CS₂ lähtekogusest. Arvutage reaktsiooni tasakaalukonstant. **K = 3,33**
9. *Reaktsiooni CO₂(g) + H₂(g) ⇌ CO(g) + H₂O(g) tasakaalukonstant K on mingil temperatuuril 1,0. Arvutage, mitu protsenti CO₂ reageerib ära, kui segada 1 mol CO₂ ja 2 mol H₂ reaktoris, mille maht on 1 dm³. **66,7% CO₂**
10. *Reaktsioon H₂(g) + I₂(g) ⇌ 2 HI(g) kulges reaktoris, mille maht oli 0,5 dm³. Ainete tasakaalukontsentratsioonid olid [H₂] = 0,1 mol/dm³, [I₂] = 0,4 mol/dm³, [HI] = 0,4 mol/dm³. Seejärel lisati reaktorisse veel 0,05 mol H₂. Arvutage uued tasakaalukontsentratsioonid. **[H₂] = 0,16; [I₂] = 0,36; [HI] = 0,48 mol/dm³**

III. Lahuste kontsentratsioon

1. 100 cm³ 50 % -lisele HNO₃ lahusele (ρ = 1,31 g/cm³) lisati 250 cm³ 2M HNO₃ lahust (ρ = 1,07 g/cm³). Arvutage saadud lahuse (ρ = 1,14 g/cm³) massiprotsent, molaarsus ja molaalsus. **P = 24,3 %; c(M) = 4,41 M; c(m) = 5,11 m**
2. Kui palju vett on vaja lisada 1,5 dm³ 70 % -lisele H₂SO₄ lahusele (ρ = 1,61 g/cm³), et saada 8 M lahus (ρ = 1,44 g/cm³)? **V(H₂O) = 690 cm³**
3. Kui palju kristalset Glaubri soola (Na₂SO₄·10H₂O) ja vett tuleb võtta, et valmistada 1,5 dm³ 0,6 M Na₂SO₄ lahust (ρ = 1,07 g/cm³)? M(Na₂SO₄) = 142 g/mol; M(Na₂SO₄·10H₂O) = 322 g/mol. **m(Na₂SO₄·10H₂O)=290 g; V(H₂O) = 1,32 dm³**
4. 3,36 dm³ (norm. ting.) gaasilise HCl lahustamisel vees saadi 100 cm³ soolhappe lahust. Mitu cm³ seda lahust kulub 20 cm³ 0,320 M Ca(OH)₂ lahuse täielikuks neutraliseerimiseks? **V = 8,53 cm³**
5. Mitu cm³ 2 M lahust võib saada 20 cm³ 10 m HClO₄ lahuse (ρ = 1,41 g/cm³) lahjendamisel? M(HClO₄) = 100,5 g/mol. **V = 70,3 cm³**
6. *Mitu cm³ 98 % -list HNO₃ lahust (ρ = 1,51 g/cm³) tuleb lisada 250 cm³ 2 M lahusele (ρ = 1,07 g/cm³), et saada 30 % -line lahus (ρ = 1,18 g/cm³)? **V = 47,5 cm³**

IV. Lahuste omadused

1. Arvutage 4,8 %-se karbamiidi vesilahuse külmumistemperatuur. K_k = 1,86; M[CO(NH₂)₂] = 60 g/mol. **T_k = -1,56 °C**
2. 13 g mingi mitteelektrolüüdi lahustamisel 400 g dietüleeris tõusis lahuse keemistemperatuur 0,433 °C võrra. Arvutage selle mitteelektrolüüdi molaarmass. K_e = 1,16. **M ≈ 87,0 g/mol**

- 5,75 g glütserooli lahustamisel vees saadi 250 ml lahust. Selle lahuse osmootne rõhk 20 °C juures oli 0,609 MPa. Arvutage glütserooli molaarmass.
M ≈ 92,0 g/mol
- 8,44 %-line KNO₃ vesilahus keeb 100,797 °C juures. Arvutage KNO₃ näiv dissotsiatsioonimäär α lahuses. $K_e = 0,52$; $M(\text{KNO}_3) = 101 \text{ g/mol}$. **$\alpha = 0,68$**
- Arvutage Na₂SO₄ massiprotsent vesilahuses, kui see lahus külmub -0,35 °C juures. Na₂SO₄ näiv dissotsiatsioonimäär lahuses $\alpha = 0,65$. $K_k = 1,86$; $M(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 142 \text{ g/mol}$;
P = 1,15 %
- Arvutage 3,38 %-lise Ca(NO₃)₂ lahuse ($\rho = 1,010 \text{ g/cm}^3$) osmootne rõhk 22 °C juures, kui Ca(NO₃)₂ näiv dissotsiatsioonimäär lahuses $\alpha = 0,65$. $M(\text{Ca}(\text{NO}_3)_2) = 164,0 \text{ g/mol}$.
 $\pi = 1,18 \text{ MPa}$ (11,6 atm)
- 90 g glükoosi lahustati vees. Arvutage saadud lahuse ruumala, kui see lahus oli isotooniline 2 %-se NaNO₃ lahusega ($\rho = 1,012 \text{ g/cm}^3$), milles oli NaNO₃ näiv dissotsiatsioonimäär $\alpha = 0,80$. $M(\text{NaNO}_3) = 85 \text{ g/mol}$, $M(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 180 \text{ g/mol}$.
V = 1,17 dm³

V. Elektrolüütiline dissotsiatsioon ja lahuse pH.

- Segati võrdsed ruumalad 0,4 M Na₂SO₄ lahust ja 0,1 M Na₂CO₃ lahust. Arvutage [Na⁺]. ($\rho \approx 1,0 \text{ g/cm}^3$)
[Na⁺] = 0,5 M
- 400 cm³ 0,2 M KOH lahusele lisati 100 cm³ 0,2 M H₂SO₄ lahust. Arvutage [H⁺] ja lahuse pH ($\rho \approx 1,0 \text{ g/cm}^3$).
[H⁺] = 1,25 · 10⁻¹³; pH = 12,9
- Arvutage 0,146 %-lise HCl lahuse pH ($\rho = 1 \text{ g/cm}^3$; $\gamma \approx 1,0$).
pH = 1,40
- Valati kokku 50 cm³ 0,4 M H₂SO₄ ja 200 cm³ 0,3 M NaOH lahust. Arvutage saadud lahuse pH ($\gamma \approx 1,0$; $\rho \approx 1,0 \text{ g/cm}^3$).
pH = 12,90
- Kui palju vett tuleb lisada 20 cm³ 0,05 M NaOH lahusele, et saada lahus, mille pH = 11,3 ($\gamma \approx 1,0$; $\rho \approx 1,0 \text{ g/cm}^3$)?
V(H₂O) = 480 cm³
- Metaanhappe dissotsiatsioonimäär lahuses $\alpha = 5 \%$. Arvutage selle lahuse massiprotsent ($\rho \approx 1,0 \text{ g/cm}^3$). $M(\text{HCOOH}) = 46 \text{ g/mol}$.
P = 0,309 %
- Arvutage 0,6 %-lise etaanhappe lahuse ($\rho \approx 1,0 \text{ g/cm}^3$) pH ja dissotsiatsioonimäär α . $M(\text{CH}_3\text{COOH}) = 60 \text{ g/mol}$.
pH = 2,88 ; $\alpha = 1,32 \cdot 10^{-2}$
- 20 cm³ 0,02 M H₂CO₃ lahusele lisati 0,08 dm³ vett. Arvutage saadud lahuse pH.
pH = 4,38
- Millise ruumalani tuleb lahjendada 40 cm³ 0,3 %-list etaanhappe lahust ($\rho \approx 1,0 \text{ g/cm}^3$), et saada lahus, mille pH = 3,5?
V₂ = 0,35 dm³

9. Arvutage pH muutus a) HCl ($\gamma \approx 1,0$), b) CH₃COOH lahuse 10-kordsel lahjendamisel.
a) $\Delta\text{pH} = 1,0$; b) $\Delta\text{pH} = 0,5$
10. 150 cm³ 0,2 M ammoniaakhüdraadi lahusele lisati 2,14 g tahket ammooniumkloriidi. Arvutage saadud lahuse pH (eeldusel, et NH₄Cl $\gamma \approx 1,0$). $M(\text{NH}_4\text{Cl}) = 53,5$ g/mol.
pH = 9.13
11. 0,2 dm³ 0,25 M HCl lahusele lisati 0,2 dm³ 0,5 M naatriummetanaadi lahust. Arvutage saadud lahuse pH.
pH = 3,75
12. 10 cm³ 0,4 M HCl lahusele lisati 40 cm³ 0,25 M NH₃·H₂O lahust. Arvutage saadud lahuse pH.
pH = 9,43
13. A) Arvutage 0,5 M CH₃COOH lahuse pH. B) Kui palju muutub pH, kui 0,2 dm³ sellele lahusele lisada 20 cm³ 0,5 M KOH lahust? C) Kui palju muutub pH, kui saadud lahusele lisada veel kord 20 cm³ 0,5 M KOH lahust?
pH = 2,5; $\Delta\text{pH}_1 = 1,3$; $\Delta\text{pH}_2 = 0,36$
- 500 cm³ 0,2 M H₃PO₄ lahusele lisati 200 cm³ 0,4 M Na₃PO₄ lahust. Arvutage saadud lahuse pH.
pH = 6,90
14. *Kui palju 0,2 M NaOH lahust tuleb lisada 0,1 dm³ 0,1 M CH₃COOH lahusele, et saadud lahuse pH oleks 4,8?
V = 0,026 dm³

VI. Lahustuvuskorrutis

1. Arvutage lahustuvuskorrutis, kui aine küllastunud lahuse kontsentratsioon on:
a) $c(\text{BaCO}_3) = 8,97 \cdot 10^{-5}$ M; b) $c(\text{CaF}_2) = 2,14 \cdot 10^{-4}$ M.
 $K_L(\text{BaCO}_3) = 8,05 \cdot 10^{-9}$; $K_L(\text{CaF}_2) = 3,92 \cdot 10^{-11}$
2. Arvutage aine lahustuvuskorrutise põhjal tema lahustuvus (mol/dm³): a) $K_L(\text{AgI}) = 1,50 \cdot 10^{-16}$; b) $K_L(\text{Ag}_2\text{CO}_3) = 6,15 \cdot 10^{-12}$.
 $c(\text{AgI}) = 1,23 \cdot 10^{-8}$ M; $c(\text{Ag}_2\text{CO}_3) = 1,15 \cdot 10^{-4}$ M
3. Mitu korda on AgCl lahustuvus 0,1 M KCl lahuses väiksem kui lahustuvus puhtas vees? $K_L(\text{AgCl}) = 1,56 \cdot 10^{-10}$.
 $c(\text{AgCl})_1 = 1,25 \cdot 10^{-5}$ M; $c(\text{AgCl})_2 = 1,56 \cdot 10^{-9}$ M; $c_1/c_2 \approx 8000$
4. Mitu korda on Cd(OH)₂ lahustuvus 0,05 M NaOH lahuses väiksem kui puhtas vees? $K_L[\text{Cd}(\text{OH})_2] = 2,3 \cdot 10^{-14}$.
 $c[\text{Cd}(\text{OH})_2]_1 = 1,785 \cdot 10^{-5}$ M; $c[\text{Cd}(\text{OH})_2]_2 = 9,2 \cdot 10^{-12}$ M; $c_1/c_2 \approx 1,9 \cdot 10^6$

5. Kas tekib CaCO_3 sade, kui valada kokku $40 \text{ cm}^3 10^{-5} \text{ M Ca(NO}_3)_2$ lahust ja $10 \text{ cm}^3 2 \cdot 10^{-4} \text{ M Na}_2\text{CO}_3$ lahust? $K_L(\text{CaCO}_3) = 9,9 \cdot 10^{-9}$.
 $c(\text{Ca}^{2+}) \cdot c(\text{CO}_3^{2-}) = 3,2 \cdot 10^{-10} < K_L$; **Sadet ei teki**

6. Kas tekib Ag_2CrO_4 sade, kui valada kokku võrdsed ruumalad $9,8 \cdot 10^{-4} \text{ M AgNO}_3$ lahust ja $10^{-4} \text{ M K}_2\text{CrO}_4$ lahust? $K_L(\text{Ag}_2\text{CrO}_4) = 1,6 \cdot 10^{-12}$.
 $c_2(\text{Ag}^+)^2 \cdot c_2(\text{CrO}_4^{2-}) = 1,2 \cdot 10^{-11} > K_L$; **Sade tekib**

Kordamiseks

1. Arvutage reaktsiooni $\text{N}_2 + 3 \text{H}_2 \rightleftharpoons 2 \text{NH}_3$ tasakaalukonstant, kui reaktorisse mahuga 10 dm^3 oli viidud $0,5 \text{ mol N}_2$ ja 5 mol H_2 ning tasakaalu saabumisel oli tekkinud $0,5 \text{ mol NH}_3$. **K = 1,30**

2. Millise ruumalani tuleb lahjendada $250 \text{ cm}^3 40\%$ -list NaOH lahust ($\rho = 1,430 \text{ g/cm}^3$), et valmistada $2,8 \text{ M}$ lahus ($\rho = 1,110 \text{ g/cm}^3$)? Arvutage saadud lahuse massiprotsent. **V = 1,28 dm³; P = 10,1 %**

3. Kui palju vett tuleb lisada $1,5 \text{ kg}$ kristalsele soodale ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{ H}_2\text{O}$), et saada 2 M lahus ($\rho = 1,190 \text{ g/cm}^3$)? Arvutage $2 \text{ M Na}_2\text{CO}_3$ lahuse massiprotsent. $M(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 106 \text{ g/mol}$; $M(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{ H}_2\text{O}) = 286 \text{ g/mol}$. **V(H₂O) = 1,62 dm³; P = 17,8 %**

4. Arvutage KCl massiprotsent lahuses, kui selle lahuse keemistemperatuur on $100,388 \text{ °C}$ ja KCl näiv dissotsiatsioonimäär $\alpha = 0,68$. $K_e = 0,52$; $M(\text{KCl}) = 74,5 \text{ g/mol}$. **P = 3,20 %**

5. $6,84 \text{ g Ba(OH)}_2$ lahustamisel vees saadi 400 cm^3 lahust. Sellele lisati $100 \text{ cm}^3 0,5 \text{ M HCl}$ lahust. Arvutage saadud lahuse pH. $\gamma \approx 1,0$; $\rho = 1,0 \text{ g/cm}^3$; $M(\text{Ba}) = 137 \text{ g/mol}$. **pH = 12,78**

6. Arvutage etaanhappe lahuse massiprotsent ja dissotsiatsioonimäär α , kui lahuse pH = 3,4. $K(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1,75 \cdot 10^{-5}$. **P = 0,055 %; $\alpha = 0,044$**

7. A) $10 \text{ cm}^3 1,2\%$ -lisele etaanhappe lahusele ($\rho = 1,0 \text{ g/cm}^3$) lisati 40 cm^3 vett. B) Saadud lahusele lisati $10 \text{ cm}^3 0,1 \text{ M NaOH}$ lahust. C) Saadud lahusele lisati veel $20 \text{ cm}^3 0,1 \text{ M NaOH}$ lahust. Arvutage kõigi saadud lahuste pH.

pH₁ = 3,08; pH₂ = 4,76; pH₃ = 12,1