

TARTU RIIKLIK ÜLIKOO

V. PAST

FÜÜSIKALISE KEEMIA
HARJUTUSÜLESANDEID

TARTU 1960

A-23239

TARTU RIIKLIK ÜLIKOOL

ANORGAANILISE KEEMIA KATEEDER

V. PAST

FÜÜSIKALISE KEEMIA
HARJUTUSÜLESANDEID

TARTU 1960

Arh.



50

ARHIIVKOGU

Vastutav toimetaja A. Koorits
Korrektor E. Oja

=====

TRÜ Rotaprint 1960. Trükipoognaid 2.
Tir. 150 eks. MB 03865. Tell.nr.367.

Hind rbl. 0.65

E E S S Õ N A.

Käesolev ülesannete kogu on mõeldud kasutamiseks abimaterjalina füüsikalise keemia kursuse omandamisel. Ülesannete valikul on silmas peetud peamiselt keemiaosakonna üliõpilaste füüsikalise keemia kursuse programmi, kuid osa ülesandeid on jõukohased ka teistele üliõpilastele.

Raamatu koostamisel on allikmaterjalina kasutatud mitmesuguseid füüsikalise keemia ülesannete kogusid ja õpikuid. Paremad ja kättesaadavamad ülesannete kogud on ära märgitud kirjanduse loetelus, neid on soovitatav kasutada kursuse põhjalikumaks omandamiseks.

Tekstis pole alati ära toodud kõiki ülesande lahendamiseks vajalikke suurusi. Lahendamisel soovitatakse kasutada mõnda keemiaalast käsiraamatut (näiteks "Краткий справочник физико-химических величин", под редакцией К.П. Мищенко и А.А.Равеля, 'Осхимиздат 1959/, kust võib puuduvad suurused kergesti leida.

I. Töö, soojus ja energia ideaalse gaasi mitmesuguste protsesside korral.

1. 20 g etanooli aurustub keemistemperatuuril. Auru eriruumala on $607 \text{ cm}^3/\text{g}$. Etanooli aurustumissoojus on 205 cal/g . Leida siseenergia muutus.
2. 850-liitrise mahuga vesitermostaadi temperatuuri hoitakse konstantsena 25°C juures, juhtides 22 oomilise takistusega küttekehast läbi voolu 3,1 A. Mitme kraadi võrra langeb termostaadis temperatuur 30 minuti jooksul pärast küttevoolu väljalülitamist?
3. 2 mooli gaasi paisub püsival rõhul 1 at algtemperatuuril 20°C kahekordse ruumalani. Seejuures neeldub 120 cal soojust. Leida siseenergia muutus.
4. Leida töö, mis on vajalik 1 mooli gaasi kokkusurumiseks poole mahuni, kui protsess toimub isotermiliselt temperatuuril 20°C .
5. 50 g hapnikku paisub isotermiliselt ruumalani 100 l. Algrõhk on 1 at ja temperatuur 15°C . Leida töö.
6. Leida 10 g veeauru paisumistöö 200°C juures rõhult 5 at rõhuni 1 at.
7. 2 l lämmastikku 0°C ja 5 at juures paisub isotermiliselt rõhuni 1 at. Arvutada paisumistöö džaulides ja neeldunud soojus kalorites.
8. 50 liitrine reservuaar on täidetud lämmastikuga temperatuuril 10°C ja rõhul 6 at. Arvutada maksimaalne soojuse hulk, mida võib anda gaasile, kui reservuaari seinad ei pea vastu rõhule üle 20 at.
9. 5 m^3 veeauru soojendatakse konstantse ruumala juures 100°C -st kuni 200°C -ni. Algrõhk on 0,3 at. Leida kulutatud soojuse hulk.
10. 3 g vesinikku paisub konstantsel rõhul 5 at ja algtemperatuuril 0°C ruumalani 15 l. Arvutada sooritatud töö ja

gaasi proolt saadud soojuse hulk.

11. Paukgaasi plahvatustemperatuur leiti adiabaatse kokkusurumise teel. Ühel katsel viis plahvatusetele gaasi ruumala vähendamine 377 cm^3 -lt kuni $30,2 \text{ cm}^3$ -ni. Võttes algtemperatuuri võrdseks 18°C -le ja algrõhu võrdseks 1 at-le, leida plahvatuse temperatuur ja rõhk plahvatuse momendil.
12. 5 g lämmastikku algtemperatuuril 0°C ja rõhul 2 at paisub adiabaatselt rõhuni 0,2 at. Leida temperatuur pärast paisumist ja paisumistöö.
13. Õhu adiabaatsel kokkusurumisel tõuseb rõhk 1 at-lt 10 at-ni. Leida, mitu korda väheneb kokkusurumisel gaasi ruumala ja kui palju tuleb kokkusurumiseks kulutada tööd, kui algruumala on 1 l ja algtemperatuur 20°C .
14. Rõhul 1 at ja temperatuuril 27°C on gaasi ruumala 5 l. Pärast adiabaatset paisumist on ruumala 6 l ja temperatuur 5°C . Leida gaasi molaarsed soojusmahtuvused C_p ja C_v .
15. 1 mool hapnikku rõhul 1 at ja temperatuuril 20°C surutakse kokku isotermiliselt kuni 6 at rõhuni ja lastakse seejärel adiabaatselt paisuda esialgse rõhuni. Leida protsessi teostamiseks kulutatud töö ja lõpptemperatuur.
16. 100 g lämmastikku oli võetud temperatuuril 0°C ja rõhul 1 at. Leida töö, soojus ja siseenergia muutus järgmiste protsesside korral:
 - a) gaasi isotermiliselt paisumisel ruumalani 200 l,
 - b) gaasi isokoorigiliselt kokkusurumisel rõhuni 1,5 at,
 - c) gaasi isobaariliselt paisumisel kahekordse ruumalani.

II. Carnot' ringprotsess.

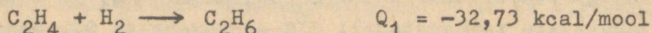
17. Soojusmasin teostab Carnot' protsessi. Ta saab soojendajalt temperatuuril 100°C soojusehulga Q_1 ja annab ära jahutajale temperatuuril 0°C soojusehulga Q_2 . Masin teeb

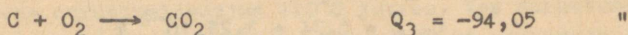
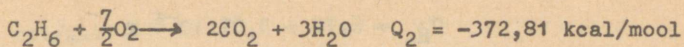
tööd 20 kcal. Leida Q_1 ja Q_2 .

18. 1 mool hapnikku teostab pöörduva Carnot' ringprotsessi. Algtemperatuuril 100°C paisub gaas isothermiliselt kahekordse ruumalani, siis adiabaatselt kolmekordse ruumalani võrreldes esialgsega. Seejärel surutakse gaasi kokku isothermiliselt ja siis adiabaatselt, nii et protsessi lõpuks ta saavutab algoleku. Leida gaasi poolt sooritatud töö ja protsessi kasutegur.
19. 2 mooli vesinikku paisub algtemperatuuril 75°C isothermiliselt kahekordse ruumalani, siis adiabaatselt veeli kahekordse ruumalani. Gaasi kokkusurumisel algul isothermiliselt ja seejärel adiabaatselt saavutatakse esialgne olek. Leida ringprotsessi töö ja kasutegur.

III. Hessi seadus.

20. Leida etüleeni hüdreerimise reaktsiooni soojusefekt temperatuuril 400°C . Etüleeni ja etaani moodustumissoojused sellel temperatuuril on vastavalt 11,766 ja $-21,419$ kcal/mool.
21. Leida ZnSO_4 moodustumissoojus, kui on teada järgmiste reaktsioonide soojusefektid:
- | | |
|--|------------------------|
| $\text{ZnS} \longrightarrow \text{Zn} + \text{S (romb.)}$ | $Q_1 = 44,0$ kcal/mool |
| $2\text{ZnS} + 3\text{O}_2 \longrightarrow 2\text{ZnO} + 2\text{SO}_2$ | $Q_2 = -221,88$ " |
| $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{SO}_3$ | $Q_3 = -46,88$ " |
| $\text{ZnSO}_4 \longrightarrow \text{ZnO} + \text{SO}_3$ | $Q_4 = 55,1$ " |
22. Bensooli ja atsetüleeni põlemissoojused Q_p on 17°C juures vastavalt $-783,4$ ja $-312,4$ kcal/mool. Leida bensooli ja atsetüleeni moodustumissoojused Q_p ja Q_v . CO_2 ja vedela H_2O moodustumissoojused Q_p on vastavalt $-94,27$ ja $-68,36$ kcal/mool.
23. Leida järgmiste reaktsioonide soojusefektide põhjal etüleeni moodustumis- ja põlemissoojus:

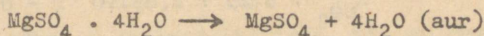




24. Leida metaani moodustumissoojus ta põlemissoojuse väärtuse $-212,797 \text{ kcal/mool}$ põhjal (vt. ülesande nr. 23. and-
id).

25. Kui palju soojust eraldub 100 g CaC_2 reageerimisel veega? CaC_2 , H_2O , Ca(OH)_2 ja C_2H_2 moodustumissoojused on vastavalt $-15,0$, $-68,317$, $-235,8$ ja $54,19 \text{ kcal/mool}$.

26. MgSO_4 ja $\text{MgSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ lahustumissoojused on 18°C juures vastavalt $-20,3$ ja $-4,24 \text{ kcal/mool}$. Vee aurustumissoojus sellel temperatuuril on 587 cal/g . Määrata reaktsiooni:

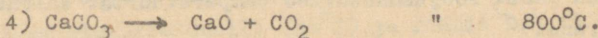
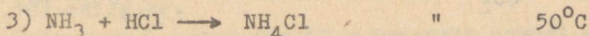
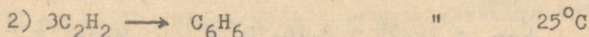
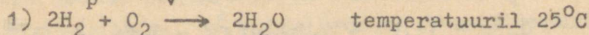


soojusefekt.

27. Ahjus põleb kivisüsi, mis sisaldab 65% C. Küttegaasides sisaldub $13 \text{ moolprotsenti CO}_2$ ja $1 \text{ moolprotsent CO}$, ülejäänud on lämmastik ja hapnik. Kui palju soojust eraldub 1 kg söe põlemisel? CO_2 ja CO moodustumissoojused on vastavalt $-94,05$ ja $-26,42 \text{ kcal/mool}$.

28. Standard-tingimustes kulgeval reaktsioonil $\text{C} + \text{CO}_2 \longrightarrow 2\text{CO}$ moodustub 10 l CO . Arvutada neeldunud soojusehulk (vt. ülesande nr. 27. andmeid).

29. Määrata Q_p ja Q_v erinevus järgmiste reaktsioonide korral:



IV. Reaktsiooni soojusefekti sõltuvus temperatuurist.

30. Arvutada etüleenide hüdreerimise reaktsiooni soojusefekt temperatuuril 1000°K , kui soojusefekt 300°K juures on $30,60 \text{ kcal/mool}$.

$$C_{H_2} = 6,78 + 3,87 \cdot 10^{-4} T$$

$$C_{C_2H_4} = 1,34 + 3,25 \cdot 10^{-2} T$$

$$C_{C_2H_6} = 2,24 + 3,39 \cdot 10^{-2} T$$

31. Reaktsioonide $C + CO_2 \longrightarrow 2CO$ ja $C + H_2O \longrightarrow CO + H_2$ soojusefektid temperatuuril $500^\circ K$ on vastavalt 41,501 ja 31,981 kcal/mol. Leida reaktsiooni $CO + H_2O \longrightarrow CO_2 + H_2$ soojusefekt temperatuuril $1000^\circ K$.

$$C_{CO} = 6,60 + 1,20 \cdot 10^{-3} T$$

$$C_{H_2O}^{aur} = 8,22 + 0,15 \cdot 10^{-3} T + 1,34 \cdot 10^{-6} T^2$$

$$C_{CO_2} = 6,25 + 2,09 \cdot 10^{-3} T - 0,45 \cdot 10^{-6} T^2$$

$$C_{H_2} = 6,62 + 0,81 \cdot 10^{-3} T.$$

32. Kloroformi aurustumissoojus temperatuuril $0^\circ C$ on 67 cal/g ja temperatuuril 60° 61,2 cal/g. Vedela kloroformi erissoojus selles temperatuuride vahemikus on keskmiselt 0,233 cal/g. kr. Leida kloroformi aurude keskmine erissoojus.

33. Reaktsiooni $CaO + CO_2 \longrightarrow CaCO_3$ soojusefekti sõltuvus temperatuurist väljendub võrrandiga:

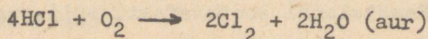
$$Q_p = -44282 + 2,76 T + 1 \cdot 10^{-3} T^2 + 2,6 \cdot 10^5 T^{-1}$$

$$C_{CaO} = 11,67 + 1,08 \cdot 10^{-3} T - 1,56 \cdot 10^5 T^{-2}$$

$$C_{CO_2} = 10,55 + 2,16 \cdot 10^{-3} T - 2,04 \cdot 10^5 T^{-2}.$$

Leida $CaCO_3$ soojusmahtuvuse temperatuurist sõltuvuse võrrand.

34. Reaktsiooni



soojusefekt temperatuuril $25^\circ C$ on -27344 cal. Veeauru moodustumissoojus nendes tingimustes on 57798 cal/mol. Leida HCl moodustumissoojus $150^\circ C$ juures, kui H_2 , Cl_2 ja HCl keskmised erissoojused on vastavalt 3,47, 0,1171 ja

0,1908 cal/g.kr.

35. Leida vee aurustumissoojus 120°C juures. Vee aurustumissoojus temperatuuril 100°C on 539 cal/g ja veeaurude erissoojus 0,45 cal/g.kr.
36. Leida entalpia ja siseenergia muutus vedela etanooli põlemisel 25° juures. Etanooli aurude põlemissoojus $32,5^{\circ}\text{C}$ ja 1 at juures on $Q_p = -1408,04$ kJ/mool ja etanooli aurustumissoojus 908,22 kJ/g. On antud ainete soojusmahtuvused:

$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ (vedel) - 26,64; O_2 - 7,02; CO_2 - 8,87 cal/mool.kr.

V. Entroopia.

37. 2 l agrooni rõhul 2 at soojendatakse, nii et ruumala saab võrdseks 8 l-le ja rõhk 12 at-le. Leida entroopia muutus, kui algtemperatuur oli 100°C .
38. Leida entroopia muutus 100 cm^3 hapniku ja 400 cm^3 lämmastiku segunemisel temperatuuril 17°C ja rõhul 1 at.
39. Leida entroopia muutus 1 mooli vee aurustumisel. Lähteolekus oli vee temperatuur 10°C ja rõhk 1 at, lõppolekus auru temperatuur 100°C ja rõhk 0,1 at. Vee aurustumissoojus 100°C juures on 539 cal/g.
40. Leida entroopia muutus 1 mooli tahke broomi muundumisel auruks. Broomi sulamissoojus tahkumistemperatuuril ($-5,7^{\circ}\text{C}$) on 16,19 cal/g, aurustumissoojus keemistemperatuuril (59°C) on 43,69 cal/g. Vedela broomi keskmine erissoojus on 0,107 cal/g.kr.
41. Kui palju muutub entroopia 10 g bensooli aurude üleviimisel keemistemperatuurilt (80°C) ja rõhult 0,1 at vedelaks bensooliks temperatuuril 20°C ja rõhul 1 at. Bensooli aurustumissoojus on 7380 cal/mool ja vedela bensooli keskmine erissoojus 0,43 cal/g.kr.
42. Leida entroopia muutus 2 mooli vesiniku paisumisel rõhult 2 at ja ruumalalt 30 l rõhuni 1 at ja ruumalani 100 l.
43. Kui suur on entroopia muutus 1 mooli lämmastiku üleviimi-

sel standardolekust temperatuurini 200°C ja ruumalani 50 l ?

44. Kui palju muutub 10 g keemistemperatuuril võetud vee temperatuur ja entroopia 1 g jää (0°C juures) lisamisel? Jää sulamissoojus on 80 cal/g .
45. Plii entroopia standardtingimustes on $15,51\text{ cal/g-aatom.k}$. Määrata tahke plii entroopia sulamistemperatuuril 327°C , kui ta molaarne soojusmahtuvus on määratud võrrandiga

$$C_{\text{Pb}} = 5,72 + 2,08 \cdot 10^{-3} T.$$

46. Jää entroopia 0°C juures on $9,38\text{ cal/mool.kr.}$ Leida veeauru entroopia temperatuuril 25°C . Jää sulamissoojus on $1435,5\text{ cal/mool}$ ja vee aurustumissoojus 25°C juures on 10450 cal/mool.
47. Metaani molaarne soojusmahtuvus määratakse võrrandiga

$$C_p = 6,73 + 10,2 \cdot 10^{-3} T - 1,118 \cdot 10^{-5} T^{-2}.$$

Arvutada 1 l metaani entroopia 800° K ja 1 at juures. Metaani standardne entroopia on $44,50\text{ cal/mool.kr.}$

48. CO molaarne soojusmahtuvus on määratud võrrandiga

$$C_p = 6,342 + 1,836 \cdot 10^{-3} T.$$

1 mool CO võeti temperatuuril 0°C ja lasti isobaariliselt paisuda. Milline on lõpptemperatuur, kui paisumisel entroopia kasvas 2 cal võrra?

VI. Clausius-Clapeyroni võrrand.

49. Kuidas muutub jää sulamistemperatuur rõhu muutumisel? Vee ja jää eriruumala 0°C juures on vastavalt $1,00$ ja $1,091\text{ cm}^3/\text{g}$. Jää sulamissoojus on 80 cal/g .
50. Rombilise ja monokliinse väävli muundumistäpp on $95,6^{\circ}\text{C}$ ja muundumissoojus on $3,12\text{ cal/g}$. Muundumistemperatuuri sõltuvus rõhust on $0,0399\text{ kraadi/at}$. Leida rombilise ja monokliinse väävli eriruumalade vahe.
51. Etanooli aururõhud temperatuuridel 70 ja 80°C on vasta-

valt 541 ja 812 mm Hg. Leida etanooli aurustumissoojus selles temperatuuride vahemikus.

52. Vedela kloori aururõhu sõltuvus temperatuurist määratakse valemiga: $\log p = 7,773 - \frac{1160}{T}$. Leida aurustumissoojus.
53. Jää sulamissoojus ja vee aurustumissoojus temperatuuril 0°C on vastavalt 80 ja 604 cal/g. Küllastatud veeauru eriruumala sellel temperatuuril on 205 l/g. Leida vee ja jää aururõhkude erinevus temperatuuridel $+1$ ja -1°C .
54. Joodi sulamistäpp on 114°C . Tahke joodi aururõhu sõltuvus temperatuurist on 4,35 mmHg/kr. Tahke joodi aururõhk sulamistäpis on 88,9 mm Hg. Leida sublimatsioonissoojus sulamistemperatuuril.
55. Naftaliini sulamissoojus sulamistäpis (80°C) on 35,62 cal/g. Vedela ja tahke naftaliini eriruumalade vahe sellel temperatuuril on 0,146 cm³/g. Kui palju muutub naftaliini sulamistemperatuur rõhu muutumisel 5 at võrra?
56. Eetri aururõhu väärtused erinevatel temperatuuridel on antud tabelis:

$t^{\circ}\text{C}$	-10	0	10	20	30
p(mm Hg)	114,8	184,4	286,8	432,8	634,8

Määrata graafiliselt eetri aurustumissoojus ja ta keemistäpp.

57. Õhk on küllastatud veeaurudega temperatuuril 25°C . Millisel temperatuuril antud veeaurude sisalduse korral oleks õhu suhteline niiskus 80%. 25°C juures on vee küllastatud auru rõhk 23,76 mm Hg ja aurustumissoojus 578,7 cal/g.
58. Määrata vee keemistemperatuur rõhul 740 mm Hg. Vee aurustumissoojus on 539 $\frac{\text{cal}}{\text{g}}$.
59. Leida äädikhappe tõeline molekulkaal ja assotsiooniaste aururõhu väärtustest mitmesugustel temperatuuridel:

$t^{\circ}\text{C}$	90	110	130
p(mm Hg)	293	583	1040

Katseliselt on määratud äädikhape aurustumissoojus keemistemperatuuril 97 cal/g .

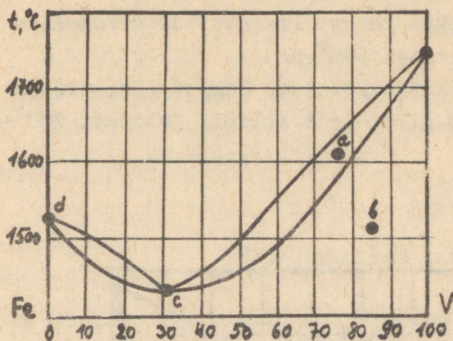
VII. Faaside tasakaal.

60. Joonistada süsteemi $\text{H}_2\text{O} - \text{NH}_4\text{Cl}$ sulamisdiagramm. Eutektilise punkti koordinaadid on: $C_{\text{NH}_4\text{Cl}} = 18\%$ ja $t = -16^{\circ}\text{C}$.
Temperatuur, mille juures eralduvad erineva kontsentratsiooniga NH_4Cl lahuse jahutamisel esimesed NH_4Cl või jääkristallid, on antud tabelis:

NH_4Cl kontsentrats.%	0	5	10	15	20	23	25
Temperatuur $^{\circ}\text{C}$	0	-2	-6	-11	-10	+5	+15

Selgitada diagrammi faaside reegli põhjal. Joonistada temperatuuri muutumise kõver 5, 15, 18, 25 % NH_4Cl lahuse külmumisel.

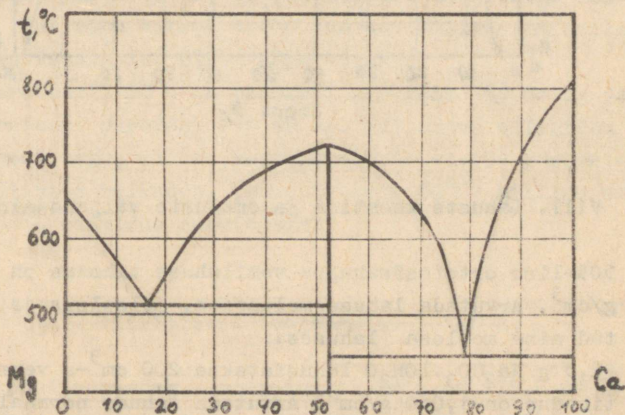
61. Anda vastus ülesandes nr. 60 joonistatud diagrammi põhjal järgmistele küsimustele:
- 1) kui palju NH_4Cl sisaldub 100 g vees, kui esimesed jääkristallid ilmuvad lahuse jahutamisel -10°C -ni,
 - 2) mis juhtub jäätükikesega, kui ta -5°C juures viia 15%-lisse NH_4Cl lahusesse,
 - 3) millise kontsentratsiooniga NH_4Cl lahused ei külmunud temperatuurini -5°C ,
 - 4) milline on NH_4Cl lahustuvus vees $+5^{\circ}\text{C}$ juures (lahustuvus väljendada molaalsustes),
 - 5) kui palju eutektilist segu saadakse 500 g 5%-lisesest NH_4Cl lahusest?
62. Joonisel 1 on toodud süsteemi Fe-V sulamisdiagramm. Diagrammi põhjal vastata järgmistele küsimustele:



Joon. 1.

- 1) milline on süsteemi vabadusastmete arv punktides a, b, c ja d,
- 2) kuidas muutub tahke ja vedela lahuse koostis 60% sulami tahkumisel,
- 3) kui palju vanaadiumi läheb üle tahkesse faasi 1 kg 75%-lise sulami jahutamisel 1600°C-ni,
- 4) millise hulga raua võib sisaldada vedel lahus temperatuuril 1500°C?

63. Joonisel 2 on toodud süsteemi Mg-Ca sulamisdiagramm. Diagrammi põhjal selgitada järgmised küsimused:



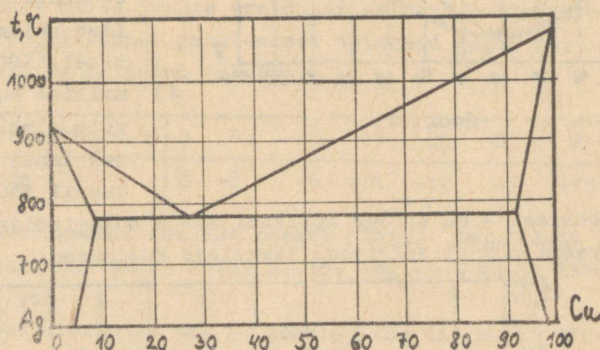
Joon. 2.

- 1) milline on keemilise ühendi lihtsaim valem,
- 2) millise koostisega sulamid hakkavad tahkuma 600°C juures,

3) kui palju keemilist ühendit saadakse 200 g 40%-lise sulami tahkumisel?

64. Kasutades süsteemi Ag-Cu sulamisdiagrammi joonisel 3, anda vastus järgmistele küsimustele:

- 1) kui palju tahket lahust eraldub 100 g 70%-lise sulami jahutamisel 850° -ni,
- 2) milline on tekkinud tahkete lahuste koostis ja hulk, kui 100 g 40%-list sulamit jahutati 700° -ni?



Joon. 3.

VIII. Lahuste koostise ja omaduste väljendamine.

65. 50%-lise ortofosforhappe vesilahuse tihedus on $1,332 \text{ g/cm}^3$. Arvutada lahuse molaarsus, molaalsus ja lahustatud aine moolosa lahuses.
66. $22,5 \text{ g Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ lahustatakse 200 cm^3 -s vees. Lahuse tihedus on $1,040 \text{ g/cm}^3$. Arvutada lahuse normaalsus, molaalsus ja lahustatud aine moolosa lahuses.
67. Arvutada 40%-lise metanooli vesilahuse tihedus, kui vee ja alkoholi partsiaalsed moolruumalad selles lahuses on vastavalt $17,5$ ja 39 cm^3 .

58. 60%-lise metanooli vesilahuse tihedus 20°C juures on $0,8946 \text{ g/cm}^3$. Vee partsiaalne moolruumala selles lahuses on $16,8 \text{ cm}^3$. Arvutada alkoholi partsiaalne moolruumala.
59. 15°C juures on etanooli tihedus $0,7936 \text{ g/cm}^3$, vee tihedus $0,9991 \text{ g/cm}^3$ ja 50%-lise etanooli vesilahuse tihedus $0,9179 \text{ g/cm}^3$. Oletades, et vee eriruumala ei muutu lahuse moodustumisel, arvutada 50 g etanooli ja 50 g vee segunemise ruumalaeft ja etanooli moolruumala muutus lahuse moodustumisel.

IX. Ideaalsed lahused.

70. Arvutada 100 g metanooli ja 100 g etanooli segunemisel esinev entroopia muutus, kui moodustuv lahus on ideaalne.
71. 30°C juures on bensooli aururõhk $120,2 \text{ mm Hg}$ ja toluooli aururõhk $36,7 \text{ mm Hg}$. Arvutada aururõhk lahuse kohal, mis sisaldab 100 g bensooli ja 100 g toluooli.
72. 140°C juures on kloorbensooli aururõhk 939 mm Hg ja broombensooli aururõhk 497 mm Hg . Millise koostisega lahus keeb 1 at rõhu korral 140°C juures? Milline on selle lahusega tasakaalus oleva auru koostis?
73. Temperatuuril 50°C on bensooli aururõhk 269 mm Hg ja diklooretaani aururõhk 236 mm Hg . Kui suure välisrõhu korral keeb segu, milles komponendid on võetud võrdsetes kaalulistest hulkades, temperatuuril 50°C ? Milline on bensooli sisaldus aurufaasis?

X. Piiriliselt lahjendatud lahused.

74. Atsetooni aururõhk temperatuuril 20°C on $179,6 \text{ mm Hg}$. Lahusel, mis sisaldab 2,5 g kamprit 100 g atsetooni kohta, on samal temperatuuril aururõhk võrdne $177,9 \text{ mm Hg}$ -ga. Leida kampri molekulaal.
75. 1,5 g glükokolli 100 g-s vees sisaldav lahus omab samasugust aururõhku kui 7,2%-line suhkrulahus. Leida glü-

kokolli molekulkaal.

76. Kui palju tina tuleb lahustada 100 g-s elavhõbedas, et elavhõbeda aururõhk langeks 768,8-lt 754,1 mm Hg-ni?
77. Temperatuuril 20°C on kloori lahustuvus 0,729 g 100 g-s vees. Vee küllastatud aururõhk sellel temperatuuril on 17,54 mm Hg. Arvutada veeaurude partsiaalrõhk lahuse kohal ja kloori lahustuvus vees kloori rõhu korral 1 at.
78. 0,8718 molaarne suhkrulahus on isosmootne lahusega, mis sisaldab 29,232 g NaCl 1 l vees. Määrata NaCl lahuse näiline dissotsiatsiooniate.
79. Lahja manniidilahuse osmootne rõhk 10°C juures on 6,94 at. Määrata lahuse aururõhk sellel temperatuuril. Puhta vee aururõhk 10°C juures on 9,210 mm Hg. Lahuse tihedus võtta võrdseks ühega.
80. Temperatuuril 20°C on vee aururõhk 17,54 mm Hg ja karbamiidilahuse aururõhk 17,22 mm Hg. Määrata lahuse osmootne rõhk temperatuuril 40°C , kui lahuse tihedus sellel temperatuuril on $1,01 \text{ g/cm}^3$.
81. Milline on suhkru vesilahuse kontsentratsioon protsentides, kui ta külmumistäpp on -1°C ?
82. Aine molekulkaalu määramisel Rasti meetodil kasutatakse lahustina kamprit, millel on eriti suur krüoskoopiline konstant (49,8). Segu - 0,0152 g uuritavat ainet 0,2568 g-s kampris - sulamistäpp on $156,5^{\circ}\text{C}$. Puhta kampri sulamistäpp on $180,0^{\circ}$. Määrata aine molekulkaal.
83. 1,632 g triklooräädikhapet 100 g-s bensoolis sisaldav lahus külmub $0,350^{\circ}$ võrra madalamal puhtast bensoolist. Bensooli krüoskoopiline konstant on 5,12. Millisel määral on triklooräädikhape bensoolis dissotsieerunud või assotsieerunud?
84. Vesilahus sisaldab 0,5% karbamiidi ja 1% glükoosi. Milline on selle lahuse külmumistemperatuur?
85. Lahus, mis sisaldab 0,3020 g difenüülamiini 30,14 g-s bensoolis, keeb $80,255^{\circ}\text{C}$ juures. Puhta bensooli keemistäpp võtta võrdseks $80,10^{\circ}\text{C}$ -ga. Bensooli aurustumissoojus keemistäpis on 94,9 cal/g. Leida difenüülamiini molekulkaal.

86. Elavhõbeda aurustumissoojus keemistäpis (357°C) on 65 cal/g. Määrata 10% tina sisaldava elavhõbeda aururõhk 357°C juures ja keemistäpp.
87. Puhta väävelsüsiniku keemistemperatuur on $46,2^{\circ}\text{C}$. Lahus, mis sisaldab 0,217 g väävlit 19,18 g-s väävelsüsinikus, keeb $46,304^{\circ}\text{C}$ juures. Väävelsüsiniku ebullioskoopiline konstant on 2,37. Mitu aatomit sisaldub väävelsüsinikus lahustunud väävli molekulis?
88. Lahus, mis sisaldab 3,40 g BaCl_2 100 g-s vees, keeb temperatuuril $100,208^{\circ}\text{C}$. Leida BaCl_2 näiline dissotsiatsiooniaste.
89. Äädikhape jaotuskoefitsient vee ja eetri vahel on 1,87. Kui palju eetrit tuleb lisada 100 ml-le vesilahusele, et eemaldada sellest pool happe hulga?
90. Bensoehape jaotub bensooli ja vee vahel vastavalt tabelis toodud andmetele.

Kontsentratsioon vees	0,0150	0,0195	0,0289
Kontsentratsioon bensoolis	0,242	0,412	0,970

Leida jaotuskoefitsient, arvestades, et bensoolis esinevad happe molekulid kahekaupa assotsieerunult.

91. HgBr_2 jaotuskoefitsient vee ja bensooli vahel on 0,89. Kui palju HgBr_2 võib eraldada 100 ml-st 0,01 molaarsest vesilahusest 300 ml bensooliga ühekordsel töötlemisel ja kolmekordsel töötlemisel ä 100 ml bensooliga?

XI. Lahustuvuse sõltuvus temperatuurist ja rõhust ideaalsete lahuste korral.

92. Tahke atsetüleenil lahustuvus vedelas hapnikus ja lämmastikus on moolosades vastavalt $0,794 \cdot 10^{-6}$ ja $0,955 \cdot 10^{-6}$ temperatuuril $68,5^{\circ}\text{K}$ ning $6,76 \cdot 10^{-6}$ ja $13,6 \cdot 10^{-6}$ temperatuuril $90,7^{\circ}\text{K}$. Leida lahustumissoojused.

93. o-dinitrobensooli ja m-dinitrobensooli sulamistäpid on vastavalt 116,5 ja 89,9°C. Nendest ainetest koostatud süsteem omab lihtsa eutektikaga sulamisdiagrammi, millel eutektilise punkti koordinaadid on: temperatuur 64°C ja $m\text{-C}_6\text{H}_4(\text{NO}_2)_2$ moolosa 0,65. Leida ainete sulamissoojused.
94. Määrata naftaliini lahustuvus nitrobensoolis 50°C juures. Temperatuuril 25°C on naftaliini lahustuvus moolosades 0,295. Hinnata orienteeruvalt lahuse kõrvalekaldumist ideaalsetest lahustest naftaliini sulamissoojuse väärtuse 4560 cal/mool põhjal.
95. Leida naftaliini lahustuvus bensoolis 50°C ja 400 at rõhu juures. Tahke naftaliini moolruumala on 112 cm³, vedela naftaliini oma 128 cm³. Ülesande lahendamisel kasutada ülesande nr. 94 tulemusi.
96. Metaani lahustuvus keüloolis temperatuuril -20°C ja metaani rõhu korral 50 mm Hg on 0,05 l (normaalingimustes) 1 l lahusti kohta. Määrata lahustuvus temperatuuril -20°C ja rõhul 750 mm Hg.

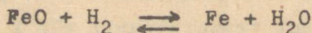
XII. Reaalsete gaaside omadused. Fugatiivsus.

97. Leida van der Waalsi võrrandi abil 1 mooli metaani rõhk ruumala 267 cm³ ja temperatuuri 25°C juures. Van der Waalsi võrrandi konstandid on: $a = 2,264 \cdot 10^6 \text{ at} \cdot \text{cm}^6$ ja $b = 42,78 \text{ cm}^3$. Arvutuse tulemust võrrelda rõhuga, mis on arvutatud Mendeleejevi-Clapeyroni võrrandi abil ja katseiliselt määratud suurusega 80 at.
98. Leida van der Waalsi võrrandi abil 1 l auru rõhk temperatuuril 150°C. Auru kriitiline temperatuur on 364°C ja kriitiline rõhk 195 at. Mendeleejevi-Clapeyroni võrrandist antud tingimuste korral määratud rõhk on 3,47 at.
99. Arvutada NH₃ fugatiivsus 200°C juures 100 at rõhu korral. NH₃ moolruumalad rõhkudel 20, 60 ja 100 at on vastavalt 1866, 570,8 ja 310,9 cm³.
100. Temperatuuril 0°C ja rõhul 200 at on hapniku fugatiivsus 174. Määrata hapniku moolruumala nendes tingimustes.

101. Leida isobaarilise potentsiaali muutus 1 mooli NH_3 isothermilisel paisumisel 200°C juures rõhult 400 at rõhuni 100 at. NH_3 fugatiivsus 400 at korral on 187, fugatiivsus 100 at rõhu korral oli leitud ülesandes nr. 99. Mil-line oleks ΔZ , kui NH_3 võiks lugeda lendes tingimus-tes ideaalseks gaasiks?

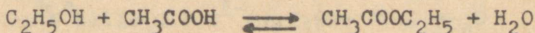
XIII. Keemiline tasakaal.

102. 2,94 mooli J_2 ja 8,1 mooli H_2 reageerimisel 440°C juu-res on tasakaalu saabudes segus 5,64 mooli HJ . Kui pal-ju HJ moodustub, kui võtta 5,3 mooli J_2 ja 8,1 mooli H_2 ?
103. Reaktsiooni $\text{C} + \text{CO}_2 \longrightarrow 2\text{CO}$ tasakaalukonstant K_p on tem-peratuuril 1000°K 1,90. Määrata CO_2 ja CO kontsentrat-sioon tasakaalu korral.
104. Kuidas NH_3 saagis sõltub rõhust, kui lähteained N_2 ja H_2 võtta ekvivalentsetes hulkades? Arvutada saagis rõ-hul 10 at, kui tasakaalukonstant K_p on $1,37 \cdot 10^{-3}$.
105. Reaktsiooni $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CO}_2 + \text{H}_2$ tasakaalukonstant on temperatuuril 1080°K võrdne 1-ga. Arvutada tasakaalu korral segu koosseis moolprotsentides, kui lähteained CO ja H_2O on võetud vahekorras 2:3.
106. Temperatuuril 550° ja rõhul 1 at moodustub 1 moolist CO ja 1 moolist Cl_2 tasakaalu saabumise momendiks 0,2 moo-li COCl_2 . Määrata fosgeeni moodustumise reaktsiooni ta-sakaalukonstandid K_p ja K_c .
107. 1010°K juures on veeaurude dissotsiatsioonikonstant $K_p = 7,621 \cdot 10^{-21}$. Hapniku partsiaalrõhk FeO kohal on sellel temperatuuril $2,5 \cdot 10^{-21}$ at. Leida reaktsiooni



tasakaalukonstant.

108. Reaktsiooni



tasakaalukonstant on 3,8. Kui palju estrit tekib 1 moo-li alkoholi reageerimisel 1, 2 või 3 mooli happega?

109. Määrata joodi termilise dissotsiatsiooni konstant K_p temperatuuril 1000°C , kui on antud J_2 algkontsentratsioon ja rõhk kindla ruumala korral 1000°C juures.

p (at)	0,1122	0,4742	0,7531	0,9308
cRT (at)	0,0736	0,3695	0,6128	0,7706

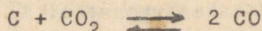
XIV. Tasakaalukonstant ja keemilise reaktsiooni vaba energia.

110. Reaktsiooni



isobaarilise potentsiaali ja entalpia muutus standardtingimustes on vastavalt $-2,03$ ja $-11,0$ kcal/mol. Määrata selle reaktsiooni tasakaalukonstant temperatuuril 600°K .

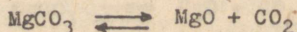
111. Leida reaktsiooni



tasakaalukonstant temperatuuril 800°K , kui CO ja CO_2 moodustumise reaktsiooni isobaarilise potentsiaali muutused sellel temperatuuril on vastavalt $-43,677$ ja $-94,539$ kcal/mol.

112. Arvutada NH_3 sünteesireaktsiooni tasakaalukonstant K_p temperatuuril 700°K , kui N_2 , H_2 ja NH_3 entroopia väärtused 700°K juures on vastavalt $51,81$, $37,17$ ja $54,28$ cal/mol.kr. ja moodustumissoojused on vastavalt $2,854$, $2,808$ ja $7,06$ kcal/mol.

113. Reaktsiooni

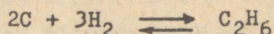


tasakaalukonstant temperatuuril 676°K võrdub 1-ga. Reaktsiooni soojusefekt standardtingimustes on $28,108$ kcal/mol ja

$$C_p = 2,11 - 9,9 \cdot 10^{-3}T + 0,64 \cdot 10^{-5}T^2.$$

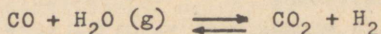
Kuidas sõltub CO_2 partsiaalrõhk temperatuurist antud süsteemi korral?

114. Määrata reaktsiooni



tasakaalukonstant K_p temperatuuril $298^\circ K$, kui etaani, süsiniku ja vesiniku standardised entroopiad on vastavalt 54,85, 1,36 ja 32,21 cal/mool.kr. ja etaani standardne moodustumissoojus on $-20,236$ kcal/mool.

115. Määrata reaktsiooni



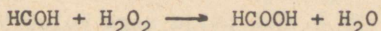
tasakaalukonstant temperatuuridel $300^\circ K$ ja $1000^\circ K$. Tabelis on toodud reaktsioonist osavõtvate ainete standardised moodustumissoojused ja entroopiad.

	CO ₂	CO	H ₂ O	H ₂
ΔH_{298}^0 (kcal/mool)	-94,052	-26,416	-57,798	0
S_{298}^0 (cal/mool.kr)	51,06	47,30	45,11	31,21

Toodud reaktsiooni korral $\Delta C_p = 1,72$ cal/mool.kr.

XV. Keemilise reaktsiooni kiirus.

116. Reaktsioon



on teist järku. Segati võrdsed ruumalad 1 molaarseid vesinikülhapendi ja formaldehüüdi lahuseid. Reaktsiooni kulgemisel 2 t vältel temperatuuril $60^\circ C$ saab sipelgahappe kontsentratsioon võrdseks 0,215 mooliga. Arvutada reaktsiooni kiiruse konstant ja aeg, mille vältel reageerib 99% lähteainetest.

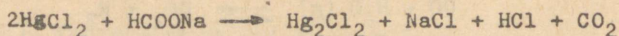
117. Määrata H_2O_2 lagunemise reaktsiooni järk järgmiste andmete alusel:

Aeg (min)	0	10	20
Proor i tiitrimiseks kulunud $KMnO_4$ lahuse hulk (ml)	22,8	13,8	8,25

118. Reaktsioon kulgeb ekvivalentsete hulkade CO ja Cl₂ vahel fosgeeni moodustumisega. Määrata reaktsiooni järk rõhu vähenemise järgi süsteemis reaktsiooni kulgemisel:

Aeg (min)	0	5	10	15	21
Rõhk (mm Hg)	724	675	622	584	551

119. Määrata reaktsiooni



järk. Reaktsiooni kineetika uurimisel saadi järgmised andmed:

1) ühesuguse HCOONa kontsentratsiooni korral langes reaktsiooni kulgemisel 3 t vältel HgCl₂ kontsentratsioon ühel katsel 0,1034 m-lt 0,0679-ni ja teisel katsel 0,0503 m-lt 0,0326-ni,

2) ühesuguse HgCl₂ algkontsentratsiooni korral langes reaktsiooni kulgemisel 1 t vältel HCOONa kontsentratsioon 1,0227 m-lt 0,957-ni ja 2,2 t vältel 0,379-lt 0,3279-ni.

120. Radioaktiivse lämmastiku isotoobi poolestusaeg on 9,93 min. Milline osa isotoobist laguneb 1 tunni jooksul?

121. 10°C juures kulub 50% lahuses oleva etüülatsetaadi seebistamiseks NaOH-ga 16,8 min. Reaktsiooni temperatuurne koefitsient on 2. Kui palju aega kulub 50% estri seebistamiseks 25°C juures, kui reaktsiooni tingimused jäävad muus osas samaks?

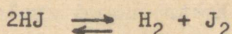
122. Leida sahharoosi inversioonireaktsiooni aktiveerimisenergia, kui kiiruse konstandid temperatuuridel 25, 40, 50°C on vastavalt 9,67 73,4 ja 268.

123. Tabelis on toodud N₂O₅ lagunemisreaktsiooni kiiruse konstandi sõltuvus temperatuurist.

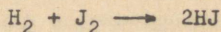
t°C	0	25	35	45	55	65
k(sek ⁻¹)	7,87.10 ⁻⁷	3,46.10 ⁻⁵	1,46.10 ⁻⁴	4,38.10 ⁻⁴	1,50.10 ⁻³	4,87.10 ⁻³

Leida graafiliselt aktiveerimisenergia.

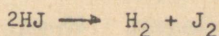
124. I järku reaktsiooni poolestusaeg on 1 t. Kui palju aega kulub 99% ja 99,9% lähteaine reageerimiseks?
125. Temperatuuril 200°C väheneb lihtsa gaasreaktsiooni aktiveerimisenergia katalüsaatori sisseviimisel 40.000-lt 20.000 cal-ni. Kuidas muutub reaktsiooni kiirus?
126. Tabelis on toodud HJ sünteesi ja lagunemisreaktsiooni uurimise tulemused 698,6°K juures. C_{H_2} , C_{J_2} ja C_{HJ} tähistavad reaktsioonist osavõtivate ainete algkontsentratsioone $[HJ]$ ja $[J_2]$ kontsentratsioone ajamomendil t. Arvutada pöörduva reaktsiooni



kiirusekonstandid, kui reaktsiooni tasakaalukonstant 698,6°K juures on $1,812 \cdot 10^{-2}$.



C_{H_2} mooli liitris	C_{J_2} mooli liitris	t sek.	$[HJ]$ mooli liitris
$1,0915 \cdot 10^{-2}$	$1,0086 \cdot 10^{-2}$	4500	$1,2753 \cdot 10^{-2}$
$1,1035 \cdot 10^{-2}$	$0,9710 \cdot 10^{-2}$	6600	$1,4057 \cdot 10^{-2}$



C_{HJ} mooli liitris	t sek.	$[J_2]$ mooli liitris
$1,6812 \cdot 10^{-2}$	7200	$0,09866 \cdot 10^{-2}$
$1,2178 \cdot 10^{-2}$	10800	$0,07787 \cdot 10^{-2}$

XVI. Elektrolüüsi seadused.

127. Voolu toimel eraldub gaaskulonomeetris 4 minuti jooksul 50 cm³ vesinikku temperatuuril 17°C ja rõhul 750 mm Hg.

Leida voolutugevus.

128. Millise aja vältel tuleb juhtida voolu läbi CuSO_4 lahuse, et katta 300 cm^2 pindalaga plaati $0,015 \text{ mm}$ paksuse vasekihiga. Voolutugevus on $0,5 \text{ A}$.
129. NaCl lahuse elektrolüüsil saadi 600 ml 1 n NaOH lahust. Elektrolüüsi aja vältel eraldus vaaskulonomeetris $30,4 \text{ g}$ metalli. Arvutada NaOH saagis voolu järgi.
130. Läbi nitrobensooli lahuse juhiti $26,5$ ampertundi voolu, mille toimetel eraldus katoodil $12,76 \text{ g}$ aniliini. Määrata saagis voolu järgi.
131. NiSO_4 lahuse elektrolüüsil eraldus $0,25 \text{ A}$ voolu läbi-juhtimisel 2 t vältel $0,00155 \text{ g}$ vesinikku. Määrata nikli saagis voolu järgi.
132. Na_2SO_4 lahuse elektrolüüs lahustumatute elektrodidega kestis 10 t voolutugevusel 4 A . Arvutada happe ja leelise kontsentratsioon, kui katolüüdi ruumala on 5 l , anolüüdi oma 8 l .

XVII. Ioonide liikumine ja lahuste elektrijuhtivus.

133. Elektrijuhtivuse mõõtmise nõus on kaks paralleelset elektroodi pindaladega $1,25 \text{ cm}^2$ ja omavahelise kaugusega $10,5 \text{ cm}$. Kui elektrodidele rakendada pinge $0,5 \text{ V}$, siis läbib elektrolüüdilahusega täidetud anumast vool $0,25 \text{ mA}$. Arvutada elektrodide konstant ja elektrolüüdi erijuhtivus.
134. Arvutada $0,01 \text{ n}$ KCl lahusega täidetud elektrijuhtivuse mõõtmise nõu takistus, kui lahuse ekvivalentjuhtivus on temperatuuril 25°C $141,3 \Omega^{-1} \cdot \text{cm}^2$. Elektrodide konstant on $2,485 \text{ cm}^{-1}$.
135. 70% -lise H_2SO_4 lahuse tihedus on $1,6146 \text{ g/cm}^3$ ja erijuhtivus on $0,2157 \Omega^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$. Leida lahuse ekvivalentjuhtivus.
136. Elektrijuhtivuse mõõtmise nõu takistus $0,01 \text{ n}$ KCl lahusega täidetult on 2573Ω . Sama nõu täidetult $0,2 \text{ n}$

CH_3COOH lahusega omab takistust 5085 Ω . 0,01 n KCl lahuse erijuhtivus katsetemperatuuril (25°C) on $1,412 \cdot 10^{-3} \Omega^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$. Arvutada CH_3COOH lahuse dissotsiatsioonikonstant.

137. Küllaetatud AgCl lahusega täidetud juhtivusnõu takistus on 67953 Ω 25°C juures. Lahustina kasutatud puhta vee korral on sama nõu takistus 212180 Ω . Võttes elektroodide konstandi võrdseks 0,1802-ga, arvutada AgCl lahustuvus 25°C juures.
138. KCl ja CCl_3COONa lahuste ekvivalentjuhtivused lõpmatul lahjendusel on vastavalt 140,8 ja 82 $\Omega^{-1} \cdot \text{cm}^2$ ning anioonide ülekandearvud nendes elektrolüütides vastavalt 0,50 ja 0,40. Leida CCl_3COOK ekvivalentjuhtivus lõpmatul lahjendusel.
139. Ba^{++} liikuvus lõpmatul lahjendusel on 55 $\Omega^{-1} \cdot \text{cm}^2$. Kui pika tee läbib nimetatud ioon 1 t jooksul elektrivälja tugevusel 12 V/cm ja temperatuuril 18°C ?
140. K^+ ja OH^- liikuvused 18°C juures on vastavalt 64,6 ja 174 $\Omega^{-1} \cdot \text{cm}^2$. Leida 0,1 n KOH lahuse erijuhtivus, kui selle lahuse näiline dissotsiatsiooniasaste on 0,92.
141. NaCl lahuse erijuhtivuse väärtused 18°C juures on toodud tabelis.

c	0,0005	0,0010	0,0020	0,0050
κ	$5,36 \cdot 10^{-5}$	$1,07 \cdot 10^{-4}$	$2,11 \cdot 10^{-4}$	$5,19 \cdot 10^{-4}$

Leida ekvivalentjuhtivus lõpmatul lahjendusel.

142. CCl_3COOH dissotsiatsioonikonstant on $1,4 \cdot 10^{-3}$. Happe ekvivalentjuhtivus lahjendusel 256 l/mool on 174,8 $\Omega^{-1} \cdot \text{cm}^2$. Leida happe ekvivalentjuhtivus lõpmatul lahjendusel.
143. AgNO_3 ekvivalentjuhtivus lõpmatul lahjendusel on 133,3 $\Omega^{-1} \cdot \text{cm}^2$ ja katiooni ülekandearv on 0,464. Arvutada ioonide liikuvused ja absoluutsed liikumiskiirused.
144. Lahus sisaldab 14,055 g 1000 g vees. Lahuse elektrolüüsil Ag-elektroodidega eraldus katoodil 0,1020 g hõbedat. Anoodvedeliku analüüs näitas, et ta sisaldab 0,4109 hõ-

- bedat 40 g vee kohta. Arvutada Ag^+ ja NO_3^- ülekandearvud.
145. $\frac{1}{2} \text{Ca}^{++}$ ja NO_3^- absoluutsed liikumiskiirused on vastavalt 0,00062 ja 0,00074. Määrata $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ lahuse ioonide ülekandearvud.

XVIII. Vesinikioonide kontsentratsioon.

146. NH_4OH lahuse erijuhtivus kontsentratsioonil 0,0109 n on $1,22 \cdot 10^{-4} \Omega^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$. Arvutada elektrolüüdi dissotsiatsioonikonstant ja pH. NH_4OH ekvivalentjuhtivus lõpmatul lahjendusel on $271 \Omega^{-1} \cdot \text{cm}^2$.
147. Arvutada 10^{-1} , 10^{-2} ja 10^{-5} n CH_3COOH lahuse pH ja dissotsiatsioonilaste. Äädikhape dissotsiatsioonikonstant on $1,8 \cdot 10^{-5}$.
148. Äädikhape ja monoklooräädikhape dissotsiatsioonikonstandid on vastavalt $1,8 \cdot 10^{-5}$ ja $1,55 \cdot 10^{-3}$. Määrata lahuse pH, mis sisaldab 1 g-ekv. CH_3COOH ja 1 g-ekv. CH_2ClCOOH liitris.
149. Leida 0,001 n KCN lahuse hüdrolyüsi aste ja pH. HCN dissotsiatsioonikonstant on $1 \cdot 10^{-9}$ ja vee ionkorrutis on 25°C juures $1,3 \cdot 10^{-14}$.
150. Temperatuur 25°C on aniliini dissotsiatsioonikonstant $4,8 \cdot 10^{-10}$, äädikhape dissotsiatsioonikonstant $1,8 \cdot 10^{-5}$ ja vee ionkorrutis $1,3 \cdot 10^{-14}$. Määrata 0,01 n aniliinatsetaadi hüdrolyüsi aste.
151. 1 liitrile 1 n CH_3COOH lahusele lisatakse 8,2 g CH_3COONa . Milline on lahuse pH?
152. Segati 200 ml 1 n CH_3COOH , 500 ml 0,1 n HCl ja 200 ml 0,5 n NaOH. Määrata segu pH.
153. Missuguses vahekorras peab segama 0,1 n CH_3COOH ja 0,1 n CH_3COONa lahuseid, et puhversegu pH oleks 5?
154. Arvutada ekvivalentsete hulkade NaH_2PO_4 ja Na_2HPO_4 segamisel saadud lahuse pH. Fosforhappe dissotsiatsioonikonstandid on $K_1=7,0 \cdot 10^{-3}$, $K_2=7,5 \cdot 10^{-8}$ ja $K_3=5 \cdot 10^{-13}$.
155. Kuidas muutub vesinikioonide kontsentratsioon, kui la-

husele, mis sisaldab 0,05 m CH_3COOH ja 0,01 m CH_3COONa 1 liitris, lisada 0,001 m HCl või 0,001 m NaOH ?

XIX. Elektrolüütide aktiivsus.

156. Lahus sisaldab 0,005 m CuSO_4 ja 0,01 m $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ 1 liitris. Arvutada lahuse ioonne võimsus.
157. Arvutada 0,1 m HCl lahuse pH kontsentratsiooni ja aktiivsuse kaudu.
158. Millise molaalse kontsentratsiooniga HCl lahuses on vesinikioonide aktiivsus võrdne ühega?
159. Arvutada Debye-Hückeli võrrandite abil (1,1) elektrolüüdi 0,1 m vesilahuse aktiivsuskoeffitsient 25° juures. $A=0,5085$, $B=0,328 \cdot 10^8$ ja $a=2 \cdot 10^{-8} - 5 \cdot 10^{-8}$ cm.
160. Arvutada Debye-Hückeli võrrandi abil 0,5 m MgSO_4 vesilahuse aktiivsuskoeffitsient. Iooni keskmine diameeter a võtta võrdseks $3,4 \cdot 10^{-8}$ cm-ga.
161. Kasutades alljärgnevat tabelit määrata H^+ aktiivsus lahuses, mis sisaldab 0,01 m H_2SO_4 , 0,001 m MgSO_4 ja 0,001 m Na_2SO_4 1000 g vees.

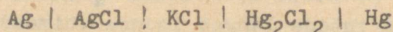
Ioonne võimsus	Ühevalentsete ionide akt.koeffitsient	Kahevalentsete ionide akt. koeffitsient	Kolmevalentsete ionide akt. koeffitsient
0,001	0,98	0,77	0,73
0,01	0,92	0,58	0,47
0,02	0,89	0,50	0,37
0,05	0,85	0,40	0,28
0,10	0,80	0,30	0,21

162. Kui palju on BaSO_4 lahustuvus 0,01 m LiNO_3 lahuses suurem lahustuvusest puhtas vees? Arvutamisel kasutada eelmises ülesandes toodud tabelit.
163. Ag_2CrO_4 lahustuvuskorrutis on $9 \cdot 10^{-12}$. Milline on Ag_2CrO_4

lahustuvus 0,01 m K_2CrO_4 lahuses? Arvutamisel kasutada ülesandes nr. 161 toodud tabelit.

XX. Galvaanilise elemendi elektromotoorne jõud.

164. Arvutada elemendi



elektromotoorne jõud $25^\circ C$ juures ja elektromotoorse jõu temperatuurne koefitsient. Elemendis kulgeva reaktsiooni soojusefekt on 1900 cal/mool. Reaktsioonist osavõtivate ainete standardsed entroopiad on vastavalt:

$$S_{Ag}^0 = 10,3 \text{ cal/g-aat.kr.}, S_{AgCl}^0 = 23,4 \text{ cal/mool.kr.},$$

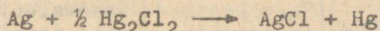
$$S_{Hg}^0 = 17,8 \text{ cal/g-aat.kr.}, S_{Hg_2Cl_2}^0 = 46,4 \text{ cal/mool.kr.}$$

165. Reaktsiooni



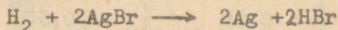
soojusefekt on 25170 cal/mool. Selle reaktsiooni alusel töötava elemendi elektromotoorne jõud on 0,4900 V $25^\circ C$ juures. Määrata elemendi elektromotoorne jõud $20^\circ C$ juures.

166. Reaktsiooni



alusel töötava elemendi elektromotoorne jõud on $25^\circ C$ juures 0,0455 V ja $20^\circ C$ juures 0,0421 V. Määrata ΔH^0 , ΔS^0 ja ΔZ^0 .

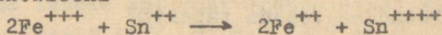
167. Määrata reaktsiooni



soojusefekt ja tasakaalukonstant $25^\circ C$ juures, kui selle reaktsiooni alusel töötava elemendi elektromotoorse jõu temperatuurist sõltuvus on antud võrrandiga

$$E = 0,07131 - 4,99 \cdot 10^{-4}(t-25) - 3,45 \cdot 10^{-6}(t-25)^2.$$

168. Arvutada reaktsiooni



tasakaalukonstant, kui redokssüsteemide Fe^{+++}/Fe^{++} ja

Sn^{++} standardpotentsiaalide vahe on 25°C juures 0,633 V.

169. Arvutada elemendi

$\text{Ag} \mid 0,1 \text{ n AgNO}_3 \mid 0,01 \text{ n AgNO}_3 \mid \text{Ag}$
elektromotoorne jõud 25°C juures, arvestades difusioonipotentsiaali. 0,1 n ja 0,01 n AgNO_3 lahuse keskmised aktiivsuskoeffitsiendid on vastavalt 0,733 ja 0,892. Katiooni ülekandearv nendes lahustes on 0,466.

170. Arvutada elemendi

$(\text{Pt}) \text{H}_2 \mid \text{HCl} (a=0,001) \mid \text{HCl} (a=0,92) \mid \text{H}_2 (\text{Pt})$
elektromotoorne jõud 25°C juures, kui H^+ ja Cl^- liikuvused nendes tingimustes on vastavalt 349,7 ja 76,3 $\Omega^{-1} \cdot \text{cm}^2$.

171. Arvutada elemendi

$(\text{Pt}) \text{H}_2 \mid 1 \text{ n HCl} \mid \text{küllast.KCl} \mid 0,1 \text{ m HCl} \mid \text{H}_2 (\text{Pt})$
elektromotoorne jõud temperatuuril 25°C . 0,1 m ja 1 m HCl lahuse ekvivalentjuhtivused on vastavalt 389,8 ja 332,8 $\Omega^{-1} \text{cm}^2$. Võrrelda tulemust täpse elektromotoorse jõu väärtusega, mis on leitud aktiivsuste abil.

172. Arvutada elemendi

$(\text{Pt}) \text{H}_2 \mid 1 \text{ m NaOH} \mid \text{küllast.KCl} \mid 1 \text{ m HCl} \mid \text{H}_2 (\text{Pt})$
elektromotoorne jõud temperatuuril 25°C kontsentratsioonide ja aktiivsuste kaudu.

173. Määrata elemendi

$(\text{Pt}) \text{H}_2 \mid 0,5 \text{ n HCOOH} \mid \text{küllast.KCl} \mid 1 \text{ n CH}_3\text{COOH} \mid \text{H}_2 (\text{Pt})$
elektromotoorne jõud temperatuuril 25°C . Äädikhappe ja sipelgahappe dissotsiatsioonikonstandid on vastavalt $1,8 \cdot 10^{-5}$ ja $1,27 \cdot 10^{-3}$.

174. Arvutada elemendi

$\text{Hg} \mid \text{Hg}_2\text{J}_2 \mid \text{KJ} (a=0,03) \mid \text{KCl} (a=0,01) \mid \text{Hg}_2\text{Cl}_2 \mid \text{Hg}$
elektromotoorne jõud 25°C juures.

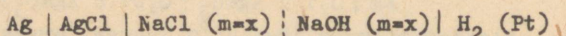
175. Milline on 25°C juures vesinik-gaaselemendi elektromotoorne jõud, kui rõhud elektroodi ruumides on vastavalt 0,1 ja 1 at?

17. elemendi

$\text{Hg} \mid \text{Hg}_2\text{Cl}_2 \mid 0,1 \text{ m KCl} \mid \text{AgCl} \mid \text{Ag}$

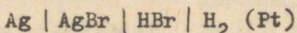
elektromotoorne jõud on 25°C juures 0,0455 V. Määrata AgCl lahustuvuskorrutis.

177. Elemendi



elektromotoorne jõud küllalt lahjās lahuses 25°C juures on 1,0508 V. Määrata vee ioonkorrutis.

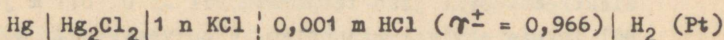
178. Arvutada 0,1 m ja 0,01 m HBr lahuse aktiivsuskoeffitsiendid. On antud elemendi



elektromotoorse jõu väärtused temperatuuril 25°C erinevate HBr lahuse kontsentratsioonide korral.

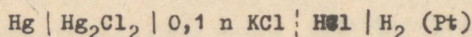
m	$1,262 \cdot 10^{-4}$	$1,755 \cdot 10^{-4}$	$4,172 \cdot 10^{-4}$	$1,0 \cdot 10^{-3}$	$1,0 \cdot 10^{-2}$	$1,0 \cdot 10^{-1}$
E	0,5330	0,5162	0,4721	0,4277	0,3126	0,2004

179. Arvutada elemendi



elektromotoorne jõud temperatuuril 25°C.

180. Elemendi

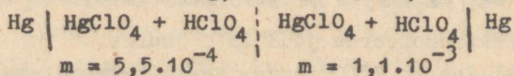


elektromotoorne jõud temperatuuril 25°C on 0,5 V. Määrata HCl lahuse pH.

181. Happe lahusesse viidud kinhüdroonelektroodi potentsiaal 0,1 n KCl lahusega täidetud kalomelelektroodi suhtes on 0,3394 V (temperatuuril 25°C). Leida happe lahuse pH.

182. Määrata kinhüdroonelektroodi ja vesinikelektroodi potentsiaalide erinevus temperatuuril 25°C lahuses, mille pH=2.

183. Määrata HG-ioonide laeng, kui on teada, et elemendi



elektromotoorne jõud temperatuuril 25°C on 8,9 mV.

184. Määrata Ag-elektroodi potentsiaal 0,1 m AgNO₃ lahuses 25°C juures. Lahuse keskmine aktiivsuskoeffitsient on 0,72.

185. Määrata $\text{Ag} | \text{AgCl}$ -elektroodi potentsiaal 25°C juures $0,1$ m HCl lahuses, mille keskmine aktiivsuskoeffitsient on $0,796$.
186. Kui suur on katoodselt polariseeritud Hg -elektroodi potentsiaal 1 m HCl lahuses küllastatud KCl lahusega kalomelelektroodi suhtes? Voolutihedus katoodil on 10^{-2} A/cm^2 . Tafeli võrrandi konstandid H_2 eraldumise protsessi korral Hg-l on $a = 1,40$ V ja $b = 0,12$ V.
187. Tabelis on toodud andmed vesiniku eraldumise ülepinge kohta nikkelelektroodil 1 n H_2SO_4 lahuses. Määrata graafiliselt Tafeli võrrandi konstandid.

Voolutihedus ($\frac{\text{mA}}{\text{cm}^2}$)	1	2	5	10	20
Ülepinge (V)	0,308	0,340	0,385	0,417	0,452

K I R J A N D U S .

1. Гуггенгейм Э. и Пру Дж., Физико-химические расчеты, ИЛ 1958.
2. Карапетьянц М.Х., Примеры и задачи по химической термодинамике, Госхимиздат 1953.
3. Плетенев С.А. и Скляренко С., Сборник примеров и задач по физической химии, ОНТИ 1936.
4. Пономарева К.С., Сборник задач по физической химии, Metallurgizdat 1959.

S I S U K O R D.

Eessõna	lk.
I. Töö, soojus ja energia ideaalse gaasi mitmesuguste protsesside korral.	4
II. Carnot' ringprotsess.	5
III. Hessi seadus.	6
IV. Reaktsiooni soojusefekti sõltuvus temperatuurist	7
V. Entroopia	9
VI. Clausius-Clapeyroni võrrand	10
VII. Faaside tasakaal	12
VIII. Lahuste koostise ja omaduste väljendamine. .	14
IX. Ideaalsed lahused.	15
X. Piiriliselt lahjendatud lahused	15
XI. Lahustuvuse sõltuvus temperatuurist ja rõhust ideaalsete lahuste korral	17
XII. Reaalsete gaaside omadused. Fugatiivsus. . .	18
XIII. Keemiline tasakaal	19
XV. Keemilise reaktsiooni kiirus	21
XVI. Elektrolüüsi seadused.	23
XVII. Ioonide liikumine ja lahuste elektrijuhtivus	24
XVIII. Vesinikioonide kontsentratsioon ,	26
XIX. Elektrolüütide aktiivsus	27
XX. Galvaanilise elemendi elektromotoorne jõud .	28
Kirjandus	32

RBL. 0.65