

Eessõna 17

## PÕHIALUSED / 29

Sissejuhatus ja suunitlus 29

**A Aine ja energia** 32

**A.1** Sümbolid ja ühikud / 33

**A.2** Täpsus ja tõesus / 36

**A.3** Jõud / 36

**A.4** Energia / 38

**PÕHIALUSED A** ülesanded / 41

**B Elemendid ja aatomid** 43

**B.1** Aatomid / 43

**B.2** Aatomi mudel / 44

**B.3** Isotoobid / 45

**B.4** Elementide süstematiseerimine / 46

**PÕHIALUSED B** ülesanded / 49

**C Ühendid** 49

**C.1** Mis on ühendid? / 50

**C.2** Molekulid ja molekulaarsed ühendid / 50

**C.3** Ioonid ja ioonilised ühendid / 52

**PÕHIALUSED C** ülesanded / 55

**D Ühendite nomenklatuur** 56

**D.1** Katioonide nimetused / 56

**D.2** Anioonide nimetused / 57

**D.3** Iooniliste ühendite nimetused / 58

**JUHEND D.1.** Kuidas nimetada ioonilisi ühendeid / 59

**D.4** Anorgaaniliste molekulaarsete ühendite nimetused / 60

**JUHEND D.2.** Kuidas nimetada molekulaarseid anorgaanilisi ühendeid / 60

**D.5** Levinumate orgaaniliste ühendite nimetused / 62

**PÕHIALUSED D** ülesanded / 64

**E Moolid ja molaarmassid** 65

**E.1** Mool / 65

**E.2** Molaarmass / 67

**PÕHIALUSED E** ülesanded / 71

**F Ühendi keemilise valemi leidmine** 73

**F.1** Massiprotsendiline koostis / 73

**F.2** Brutovalemite määramine / 74

**F.3** Molekulivalemite määramine / 76

**PÕHIALUSED F** ülesanded / 77

**G Segud ja lahused** 78

**G.1** Segude klassifitseerimines / 78

**G.2** Segude lahutamise võtted / 79

**G.3** Kontsentratsioon / 81

**G.4** Lahjendamine / 84

**JUHEND G.1.** Kuidas leida lähtelahuse ruumala sobiva lahjenduse saamiseks / 84

**PÕHIALUSED G** ülesanded / 86

**H Reaktsioonivõrrandid** 87

**H.1** Reaktsioonivõrrandite kirjutamine / 87

**H.2** Reaktsioonivõrrandite tasakaalustamine / 89

**PÕHIALUSED H** ülesanded / 91

**I Sadestusreaktsioonid** 93

**I.1** Elektrolüüdid / 93

**I.2** Sademed / 94

**I.3** Ioonvõrrandid / 95

**I.4** Sadestamise rakendused / 96

**PÕHIALUSED I** ülesanded / 97

**J Happed ja alused** 99

**J.1** Happed ja alused vesilahuses / 99

**J.2** Tugevad ja nõrgad happed ja alused / 101

**J.3** Neutralisatsioon / 102

**PÕHIALUSED J** ülesanded / 103

**K Redoksreaktsioonid** 105

**K.1.** Oksüdeerumine ja redutseerumine / 105

**K.2.** Oksüdatsiooniastmed / 106

**JUHEND K.1.** Kuidas leida oksüdatsiooniastmeid / 107

**K.3.** Oksüdeerijad ja redutseerijad / 108

**K.4.** Lihtsamate redoksreaktsioonide tasakaalustamine / 110

**PÕHIALUSED K** ülesanded / 111

<b>L</b>	<b>Stõhhiomeetria</b>	113
<b>L.1.</b>	Reaktsioonis osalevate ainete hulga leidmine ühe osaleja moolide arvu järgi / 113	
<b>L.2.</b>	Reaktsioonis osalevate ainete massi leidmine ühe osaleja massi järgi / 114	
	<b>JUHEND L.1.</b> Aine hulga leidmine massi järgi / 114	
<b>L.3.</b>	Mahtanalüüs / 116	
	<b>JUHEND L.2.</b> Kuidas mõista tiitrimist / 116	
	<b>PÕHIALUSED L</b> ülesanded / 119	
<b>M</b>	<b>Limiteerivad reagentid</b>	122
<b>M.1</b>	Reaktsiooni saagis / 122	
<b>M.2</b>	Limiteeriv reagent / 123	
	<b>JUHEND M.1.</b> Limiteeriva reagenti kindlaksmääramine / 123	
<b>M.3</b>	Elementanalüüs / 127	
	<b>PÕHIALUSED M</b> ülesanded / 129	

## PEATÜKK 1

### AATOMID / 133

<b>Teema 1A.</b>	<b>Aatomite uurimine</b>	134
<b>1A.1.</b>	Tänapäevane aatomimudel / 134	
<b>1A.2.</b>	Elektromagnetkiirgus / 136	
<b>1A.3.</b>	Aatomispektrid / 138	
	<b>TEEMA 1A</b> ülesanded / 141	
<b>Teema 1B.</b>	<b>Kvantmehaanika</b>	143
<b>1B.1.</b>	Kiirgus, kvandid ja footonid / 143	
<b>1B.2.</b>	Materia laine ja osakese duaalsus / 149	
<b>1B.3.</b>	Määramatuse printsiip / 151	
	<b>TEEMA 1B</b> ülesanded / 153	
<b>Teema 1C.</b>	<b>Lainefunktsioonid ja energiatasemed</b>	155
<b>1C.1.</b>	Lainefunktsioon ja selle interpretatsioon / 155	
<b>1C.2.</b>	Energia kvantimine / 156	
	<b>LISAMATERJAL 1C.1</b> Nanokristallid / 158	
	<b>TEEMA 1C</b> ülesanded / 160	
<b>Teema 1D.</b>	<b>Vesiniku aatom</b>	162
<b>1D.1.</b>	Ergiatasemed / 162	
<b>1D.2.</b>	Aatomorbitaalid / 163	
<b>1D.3.</b>	Kvantarvud, elektronkihid ja alakihid / 165	

<b>1D.4.</b>	Orbitaalide kujud / 167	
<b>1D.5.</b>	Elektroni spinn / 170	
	<b>LISAMATERJAL 1D.1</b> Kuidas me teame, et elektronil on spinn? / 171	
<b>1D.6.</b>	Vesiniku aatomi elektronstruktuur / 171	
	<b>TEEMA 1D</b> ülesanded / 172	

### Teema 1E. Mitmeelektronilised aatomid 174

<b>1E.1.</b>	Orbitaalide energiad / 174	
<b>1E.2.</b>	Elektronide aatomorbitaalidele jaotumist määravad põhimõtted / 176	
	<b>JUHEND 1E.1</b> Kuidas kirjutada aatomi põhioleku elektronkonfiguratsiooni / 179	
	<b>TEEMA 1E</b> ülesanded / 181	

### Teema 1F. Perioodilisustabel 183

<b>1F.1.</b>	Perioodilisustabeli üldine struktuur / 183	
<b>1F.2.</b>	Aatomiraadiused / 185	
<b>1F.3.</b>	looniraadiused / 186	
<b>1F.4.</b>	Ionisatsioonienergia / 188	
<b>1F.5.</b>	Elektronafiinsus / 190	
<b>1F.6.</b>	Inertpaari efekt / 192	
<b>1F.7.</b>	Diagonaalsed seosed / 192	
<b>1F.8.</b>	Elementide üldised omadused / 193	
	<b>TEEMA 1F</b> ülesanded / 195	

### PEATÜKK 1 Koondülesande veebilahendusega näide / 196

### PEATÜKK 1 Ülesanded / 196

## PEATÜKK 2

### MOLEKULID / 199

<b>Teema 2A.</b>	<b>loonline side</b>	200
<b>2A.1.</b>	loonid, mida elemendid moodustavad / 200	
<b>2A.2.</b>	Lewisi sümbolid / 202	
<b>2A.3.</b>	loonilise sideme moodustumise energeetika / 203	
<b>2A.4.</b>	loonide vastastiktoime / 205	
	<b>TEEMA 2A</b> ülesanded / 208	
<b>Teema 2B.</b>	<b>Kovalentne side</b>	209
<b>2B.1.</b>	Lewisi struktuurid / 209	

	<b>JUHEND 2B.1.</b> Kuidas joonistatakse mitmeaatomiliste anioonide Lewisi struktuure? / 211	
<b>2B.2.</b>	Resonants / 213	
<b>2B.3.</b>	Formaalne laeng / 216	
	<b>JUHEND 2B.2.</b> Kuidas kasutatakse formaalset laengut kõige suurema osakaaluga Lewisi struktuuri leidmiseks / 217	
	<b>TEEMA 2B</b> ülesanded / 218	
<b>Teema 2C.</b>	<b>Oktetireegli erandid</b>	220
<b>2C.1.</b>	Radikaalid ja biradikaalid / 220	
	<b>LISAMATERJAL 2C.1.</b> Kuidas on see seotud ellujäämisega? / 221	
<b>2C.2.</b>	Laiendatud valentskiht / 222	
<b>2C.3.</b>	Mittetäielik oktett / 224	
	<b>TEEMA 2C</b> ülesanded / 225	
<b>Teema 2D.</b>	<b>Sidemete omadused</b>	227
<b>2D.1.</b>	Kovalentse sideme mudeli parandus: elektronegatiivsus / 227	
<b>2D.2.</b>	loonilise sideme mudeli parandus: polariseeritavus / 229	
<b>2D.3.</b>	Sideme tugevus / 230	
<b>2D.4.</b>	Sidemepikkus / 232	
	<b>TEEMA 2D</b> ülesanded / 234	
<b>Teema 2E.</b>	<b>VSEPR-mudel</b>	235
<b>2E.1.</b>	Lihtne VSEPR-mudel / 235	
	<b>LISAMATERJAL 2E.1.</b> Keemia piirid: ravimiuuringud / 236	
<b>2E.2.</b>	Molekulid, kus kesksel aatomil on vabu elektronipaare / 239	
	<b>JUHEND 2E.1.</b> VSEPR-mudeli kasutamine / 242	
<b>2E.3.</b>	Polaarsed molekulid / 244	
	<b>TEEMA 2E</b> ülesanded / 247	
<b>Teema 2F.</b>	<b>Valentssidemete teooria</b>	249
<b>2F.1.</b>	Sigma- ja piisidemed / 249	
<b>2F.2.</b>	Elektronide ergastamine sideme moodustamisel ja orbitaalide hübridisatsioon / 251	
<b>2F.3.</b>	Teised levinumad hübridisatsiooni tüübid / 252	
<b>2F.4.</b>	Kordsete sidemete omadused / 255	
	<b>TEEMA 2F</b> ülesanded / 258	

<b>Teema 2G.</b>	<b>Molekuloorbitaalide teooria</b>	260
<b>2G.1.</b>	Molekuloorbitaalid / 260	
<b>2G.2.</b>	Kaheaatomilise molekuli elektronkonfiguratsioon / 261	
	<b>LISAMATERJAL 2G.1.</b> Kuidas me teame molekuloorbitaalide energiad? / 263	
	<b>JUHEND 2G.1.</b> Kuidas määrata samatuumalise kaheaatomilise molekuli elektronkonfiguratsiooni ja sideme kordsust / 264	
	<b>LISAMATERJAL 2G.2.</b> Kuidas me teame, et elektronid ei ole aines paardunud? / 266	
<b>2G.3.</b>	Sidemed erituumalistes kaheaatomilistes molekulides / 267	
<b>2G.4.</b>	Mitmeaatomiliste molekulide orbitaalid / 268	
	<b>TEEMA 2G</b> ülesanded / 270	
<b>PEATÜKK 2</b>	Koondülesande veebilahendusega näide / 272	
<b>PEATÜKK 2</b>	Ülesanded / 272	

**PEATÜKK 3****AINE OLEKUD / 279**

<b>Teema 3A.</b>	<b>Gaaside olemus</b>	281
<b>3A.1.</b>	Gaaside üldised omadused / 281	
<b>3A.2.</b>	Rõhk / 282	
<b>3A.3.</b>	Rõhu alternatiivühikud / 284	
	<b>TEEMA 3A</b> ülesanded / 285	
<b>Teema 3B.</b>	<b>Gaaside seadused</b>	286
<b>3B.1.</b>	Eksperimentaalsed vaatlused / 286	
<b>3B.2.</b>	Ideaalgaasi olekuvõrrandi rakendused / 289	
<b>3B.3.</b>	Gaasi molaarruumala ja tihedus / 292	
	<b>TEEMA 3B</b> ülesanded / 294	
<b>Teema 3C.</b>	<b>Gaasid segudes ja reaktsioonides</b>	296
<b>3C.1.</b>	Gaaside segud / 296	
<b>3C.2.</b>	Reageerivate gaaside stõhhiomeetria / 299	
	<b>TEEMA 3C</b> ülesanded / 301	
<b>Teema 3D.</b>	<b>Molekulide liikumine</b>	302
<b>3D.1.</b>	Difusioon ja efusioon / 302	

<b>3D.2.</b>	Gaaside kineetiline mudel / 303	
<b>3D.3.</b>	Maxwelli kiiruste jaotus / 307	
	<b>LISAMATERJAL 3D.1.</b> Kuidas me teame molekulide kiiruste jaotust? / 307	
	<b>TEEMA 3D</b> ülesanded / 309	
<b>Teema 3E.</b>	<b>Reaalgaasid</b>	310
<b>3E.1.</b>	Kõrvalekalded ideaalsusest / 310	
<b>3E.2.</b>	Reaalgaasi olekuvõrrandid / 311	
<b>3E.3.</b>	Gaaside veeldamine / 313	
	<b>TEEMA 3E</b> ülesanded / 314	
<b>Teema 3F.</b>	<b>Osakestevahelised toimed</b>	315
<b>3F.1.</b>	Osakestevaheliste toimete põhjused / 315	
<b>3F.2.</b>	looni ja dipooli vastastikmõju / 316	
<b>3F.3.</b>	Dipoolide vastastikmõju / 317	
<b>3F.4.</b>	Londoni jõud ehk dispersioonijõud / 319	
<b>3F.5.</b>	Vesinikside / 321	
<b>3F.6.</b>	Osakestevaheline tõukumine / 322	
	<b>TEEMA 3F</b> ülesanded / 323	
<b>Teema 3G.</b>	<b>Vedelikud</b>	325
<b>3G.1.</b>	Korrapära vedelikes / 325	
<b>3G.2.</b>	Viskoossus ja pindpinevus / 325	
<b>3G.3.</b>	Vedelkristallid / 327	
<b>3G.4.</b>	loonsed vedelikud / 328	
	<b>TEEMA 3G</b> ülesanded / 329	
<b>Teema 3H.</b>	<b>Tahkised</b>	330
<b>3H.1.</b>	Tahkiste klassifikatsioon / 330	
	<b>LISAMATERJAL 3H.1.</b> Kuidas me teame milline näeb välja tahkise pind? / 331	
<b>3H.2.</b>	Molekulaarsed tahkised / 333	
<b>3H.3.</b>	Atomaarsed tahkised / 333	
<b>3H.4.</b>	Metallilised tahkised / 335	
<b>3H.5.</b>	Ühikrakud / 338	
<b>3H.6.</b>	loonsed tahkised / 341	
	<b>TEEMA 3H</b> ülesanded / 344	
<b>Teema 3I.</b>	<b>Anorgaanilised materjalid</b>	347
<b>3I.1.</b>	Sulamid / 347	
<b>3I.2.</b>	Silikaadid / 349	
<b>3I.3.</b>	Kaltsiumkarbonaat / 350	
<b>3I.4.</b>	Tsement ja betoon / 351	
	<b>TEEMA 3I</b> ülesanded / 352	

## **Teema 3J. Materjalid uudsete tehnoloogiate tarbeks** 353

- 3J.1.** Tahkiste elektrijuhtivus / 353
  - 3J.2.** Pooljuhid / 354
  - 3J.3.** Ülijuhid / 355
  - 3J.4.** Luminescentsmaterjalid / 356
  - 3J.5.** Magnetilised materjalid / 358
  - 3J.6.** Nanomaterjalid / 358
  - 3J.7.** Nanotorud / 359
- TEEMA 3J** ülesanded / 359

## **PEATÜKK 3** Koondülesande veebilahendusega näide / 362

## **PEATÜKK 3** Ülesanded / 362

## **LISALUGEMIST Keraamika ja klaas** / 368

## **PEATÜKK 4**

## **TERMODÜNAAMIKA / 371**

## **Teema 4A. Töö ja soojus** 373

- 4A.1.** Süsteemid ja keskkonnad / 373
  - 4A.2.** Töö / 374
  - 4A.3.** Paisumistöö / 375
  - 4A.4.** Soojus / 379
  - 4A.5.** Soojuse hulga mõõtmine / 380
- TEEMA 4A** ülesanded / 384

## **Teema 4B. Siseenergia** 385

- 4B.1.** Termodünaamika esimene seadus / 385
  - 4B.2.** Olekufunktsioonid / 386
  - 4B.3.** Molekulaarne tagapõhi / 388
- TEEMA 4B** ülesanded / 390

## **Teema 4C. Entalpia** 392

- 4C.1.** Soojusvahetus püsival rõhul / 392
- 4C.2.** Soojusmahtuvus püsival ruumalal ja rõhul / 393
- 4C.3.** Gaaside soojusmahtuvuse molekulaarne tagapõhi / 394
- 4C.4.** Füüsikaliste muundumiste entalpia / 396
- 4C.5.** Soojenemiskõverad 398

**LISAMATERJAL 4C.1.** Kuidas me teame soojenemiskõvera kuju? / 399

**TEEMA 4C** ülesanded / 401

<b>Teema 4D. Termokeemia</b>	402
<b>4D.1.</b> Reaktsioonientalpia / 402	
<b>4D.2.</b> Seos $\Delta H$ ja $\Delta U$ vahel / 403	
<b>4D.3.</b> Reaktsiooni standardne entalpia / 405	
<b>LISAMATERJAL 4D.1.</b> Kuidas on see seotud keskkonnaga? / 406	
<b>4D.4.</b> Reaktsioonientalpia tekkimise kombineerimine: Hessi seadus / 409	
<b>JUHEND 4D.1.</b> Hessi seaduse kasutamine / 409	
<b>4D.5.</b> Standardne tekkeentalpia / 411	
<b>4D.6.</b> Reaktsioonientalpia sõltuvus temperatuurist / 414	
<b>TEEMA 4D</b> ülesanded / 416	
<b>Teema 4E. Entalpiat määravad tegurid</b>	418
<b>4E.1.</b> loonide tekkimine / 418	
<b>4E.2.</b> Borni-Haberi tsükkel / 418	
<b>4E.3.</b> Sidemeentalpia / 420	
<b>TEEMA 4E</b> ülesanded / 423	
<b>Teema 4F. Entroopia</b>	424
<b>4F.1.</b> Spontaanne muutus / 424	
<b>4F.2.</b> Entroopia ja korrapäratus / 424	
<b>4F.3.</b> Entroopia ja ruumala / 426	
<b>4F.4.</b> Entroopia ja temperatuur / 428	
<b>4F.5.</b> Entroopia ja aine füüsikalised olekud / 431	
<b>TEEMA 4F</b> ülesanded / 434	
<b>Teema 4G. Entroopia molekulaarne tõlgendus</b>	436
<b>4G.1.</b> Boltzmanni valem / 436	
<b>4G.2.</b> Statistilise ja termodünaamilise entroopia samaväärsus / 439	
<b>TEEMA 4G</b> ülesanded / 441	
<b>Teema 4H. Absoluutne entroopia</b>	442
<b>4H.1.</b> Standardne molaarne entroopia / 442	
<b>LISAMATERJAL 4H.1.</b> Keemia piirid: absoluutse nulli jaht / 443	
<b>4H.2.</b> Reaktsiooni standardne entroopia / 446	
<b>TEEMA 4H</b> ülesanded / 447	

<b>Teema 4I. Globaalsed entroopiamuutused</b>	449
<b>4I.1.</b> Keskkond / 449	
<b>4I.2.</b> Üleüldine entroopiamuutus / 451	
<b>4I.3.</b> Tasakaal / 454	
<b>TEEMA 4I</b> ülesanded / 455	
<b>Teema 4J. Gibbsi energia</b>	457
<b>4J.1.</b> Süsteemile keskendumine / 457	
<b>4J.2.</b> Reaktsiooni Gibbsi energia / 460	
<b>4J.3.</b> Gibbsi energia ja mittepaisumistöö / 463	
<b>4J.4.</b> Temperatuuri mõju / 465	
<b>TEEMA 4J</b> ülesanded / 467	
<b>PEATÜKK 4</b> Koondülesande veebilahendusega näide / 469	
<b>PEATÜKK 4</b> Ülesanded / 469	
<b>LISALUGEMIST Vabaenergia ja elu / 474</b>	

## PEATÜKK 5

### TASAKAAL / 475

<b>Teema 5A. Aururõhk</b>	477
<b>5A.1.</b> Aururõhu teke / 477	
<b>5A.2.</b> Lenduvus ja molekulidevahelised jõud / 478	
<b>5A.3.</b> Aururõhu sõltuvus temperatuurist / 479	
<b>5A.4.</b> Keemine / 482	
<b>TEEMA 5A</b> ülesanded / 483	
<b>Teema 5B. Faaside tasakaal ühekomponentsetes süsteemides</b>	485
<b>5B.1.</b> Ühekomponentsete süsteemide olekudiagrammid / 485	
<b>5B.2.</b> Kriitilised parameetrid / 488	
<b>TEEMA 5B</b> ülesanded / 490	
<b>Teema 5C. Faaside tasakaal kahekomponentsetes süsteemides</b>	492
<b>5C.1.</b> Segu aururõhk / 492	
<b>5C.2.</b> Binaarsed vedelad segud / 494	
<b>5C.3.</b> Destillatsioon / 497	
<b>5C.4.</b> Aseotroobid / 497	
<b>TEEMA 5C</b> ülesanded / 499	

<b>Teema 5D. Lahustuvus</b>	501
<b>5D.1.</b> Lahustuvuse piir / 501	
<b>5D.2.</b> Sarnane lahustub sarnases / 502	
<b>5D.3.</b> Rõhk ja gaasi lahustuvus / 504	
<b>5D.4.</b> Temperatuur ja lahustuvus / 505	
<b>5D.5.</b> Lahustumise termodünaamika / 505	
<b>5D.6.</b> Kolloidid / 508	
<b>TEEMA 5D</b> ülesanded / 509	
<b>Teema 5E. Molaalsus</b>	511
<b>JUHEND 5E.1.</b> Kuidas kasutada molaalsust / 512	
<b>TEEMA 5E</b> ülesanded / 515	
<b>Teema 5F. Kolligatiivsed omadused</b>	516
<b>5F.1.</b> Keemistemperatuuri tõus ja külmumistemperatuuri langus / 516	
<b>5F.2.</b> Osmoos / 518	
<b>LISAMATERJAL 5F.1.</b> Keemia piirid: ravimite vabanemine ja jaotumine / 519	
<b>JUHEND 5F.1.</b> Kuidas kasutada kolligatiivseid omadusi molaarmassi määramiseks / 521	
<b>TEEMA 5F</b> ülesanded / 524	
<b>Teema 5G. Keemiline tasakaal</b>	525
<b>5G.1.</b> Reaktsioonide pöördumus / 525	
<b>5G.2.</b> Tasakaal ja massitoimeseadus / 527	
<b>5G.3.</b> Tasakaalukonstantide termodünaamiline olemus / 530	
<b>5G.4.</b> Tasakaalu termodünaamiline kirjeldus / 531	
<b>TEEMA 5G</b> ülesanded / 535	
<b>Teema 5H. Tasakaalukonstandi alternatiivsed vormid</b>	538
<b>5H.1.</b> Keemilise reaktsiooni kordsed / 538	
<b>5H.2.</b> Liitvõrrandid / 539	
<b>5H.3.</b> Gaaside molaarsed kontsentratsioonid / 539	
<b>TEEMA 5H</b> ülesanded / 541	
<b>Teema 5I. Tasakaalu arvutused</b>	543
<b>5I.1.</b> Reaktsiooni kulgemise ulatus / 543	
<b>5I.2.</b> Reaktsiooni suund / 544	
<b>5I.3.</b> Arvutused tasakaalukonstantidega / 546	

**JUHEND 5I.1.** Tasakaalutabeli koostamine ja kasutamine / 546  
**TEEMA 5I** ülesanded / 551

## **Teema 5J. Tingimuste muutmise mõju tasakaalule** 554

- 5J.1.** Reagentide lisamine ja eemaldamine / 554
  - 5J.2.** Reaktsioonisegu kokkusurumine / 557
  - 5J.3.** Temperatuur ja tasakaal / 559
- TEEMA 5J** ülesanded / 562

**PEATÜKK 5** Koondülesande veebilahendusega näide / 564

**PEATÜKK 5** Ülesanded / 564

**LISALUGEMIST Homöostaas** /570

## **PEATÜKK 6**

### **REAKTSIOONID / 571**

## **Teema 6A. Hapete ja aluste olemus** 573

- 6A.1.** Brønsted-Lowry happed ja alused / 573
  - 6A.2.** Lewisi happed ja alused / 576
  - 6A.3.** Happelised, aluselised ja amfoteersed oksiidid / 577
  - 6A.4.** Protoni vahetus vee molekulide vahel / 578
- TEEMA 6A** ülesanded / 581

## **Teema 6B. pH skaala** 583

- 6B.1.** pH tõlgendamine / 583
  - 6B.2.** Lahuste pOH / 585
- TEEMA 6B** ülesanded / 586

## **Teema 6C. Nõrgad happed ja alused** 588

- 6C.1.** Happe ja aluse dissotsiatsioonikonstandid / 588
  - 6C.2.** Seos konjugeeritud happe või aluse tugevusega / 591
  - 6C.3.** Happe tugevus ja molekuli struktuur / 593
  - 6C.4.** Okso- ja karboksüülhapete tugevus / 595
- TEEMA 6C** ülesanded / 598

## **Teema 6D. Vesilahuste pH** 600

- 6D.1.** Nõrkade hapete lahused / 600

	<b>JUHEND 6D.1.</b> Kuidas arvutada nõrga happe vesilahuse pH-d / 601	
<b>6D.2.</b>	Nõrga aluse lahus / 603	
	<b>JUHEND 6D.2.</b> Kuidas arvutada nõrga aluse vesilahuse pH-d / 603	
<b>6D.3.</b>	Soolalahuse pH / 605	
	<b>TEEMA 6D</b> ülesanded / 610	
<b>Teema 6E.</b>	<b>Mitmeprootonilised happed ja alused</b>	611
<b>6E.1.</b>	Mitmeprootonilise happe lahuse pH / 611	
<b>6E.2.</b>	Mitmeprootoniliste hapete soolade lahused / 612	
<b>6E.3.</b>	Lahustunud osakeste kontsentratsioonid / 614	
	<b>JUHEND 6E.1.</b> Kuidas arvutada kõigi mitmeprootonilise happe lahuses olevate osakeste kontsentratsioonid / 615	
<b>6E.4.</b>	Lahuse koostis ja pH / 617	
	<b>LISAMATERJAL 6E.1.</b> Kuidas on see seotud keskkonnaga? / 617	
	<b>TEEMA 6E</b> ülesanded / 621	
<b>Teema 6F.</b>	<b>Autoprotolüüs ja pH</b>	622
<b>6F.1.</b>	Tugevate hapete või aluste väga lahjad lahused / 622	
<b>6F.2.</b>	Nõrkade hapete väga lahjad lahused / 624	
	<b>TEEMA 6F</b> ülesanded / 626	
<b>Teema 6G.</b>	<b>Puhverlahused</b>	627
<b>6G.1.</b>	Puhverlahused / 627	
<b>6G.2.</b>	Puhverlahuse koostamine / 628	
<b>6G.3.</b>	Puhvermahtuvus / 633	
	<b>LISAMATERJAL 6G.1.</b> Kuidas on see seotud elus püsimisega? / 634	
	<b>TEEMA 6G</b> ülesanded / 635	
<b>Teema 6H.</b>	<b>Hape-alus tiitrimine</b>	637
<b>6H.1.</b>	Tugeva happe või aluse tiitrimine tugeva aluse või happega / 637	
	<b>JUHEND 6H.1.</b> Kuidas arvutada pH-d tugeva happe või aluse tiitrimisel tugeva aluse või happega / 638	
<b>6H.2.</b>	Nõrga happe tiitrimine tugeva alusega ja nõrga aluse tiitrimine tugeva happega / 639	
	<b>JUHEND 6H.2.</b> Kuidas arvutada lahuse pH-d nõrga happe või aluse tiitrimisel / 642	
<b>6H.3.</b>	Hape-alusindikaatorid / 644	
<b>6H.4.</b>	Mitmeprootoniliste hapete tiitrimise stõhhiomeetria / 646	
	<b>TEEMA 6H</b> ülesanded / 648	
<b>Teema 6I.</b>	<b>Lahustumistasakaalud</b>	651
<b>6I.1.</b>	Lahustuvuskorrutis / 651	
<b>6I.2.</b>	Ühise iooni efekt / 653	
<b>6I.3.</b>	Kompleksioonide moodustumine / 655	
	<b>TEEMA 6I</b> ülesanded / 657	
<b>Teema 6J.</b>	<b>Sadenemine</b>	658
<b>6J.1.</b>	Sadenemise ennustamine / 658	
<b>6J.2.</b>	Selektiivne sadestamine / 659	
<b>6J.3.</b>	Sademetes lahustamine / 661	
<b>6J.4.</b>	Kvalitatiivne analüüs / 661	
	<b>TEEMA 6J</b> ülesanded / 663	
<b>Teema 6K.</b>	<b>Redoksreaktsioonide esitus</b>	665
<b>6K.1.</b>	Poolreaktsioonid / 665	
<b>6K.2.</b>	Redoksreaktsioonide tasakaalustamine / 666	
	<b>JUHEND 6K.1.</b> Kuidas tasakaalustada keerukat redoksreaktsiooni / 666	
	<b>TEEMA 6K</b> ülesanded / 671	
<b>Teema 6L.</b>	<b>Galvaanielemendid</b>	673
<b>6L.1.</b>	Galvaanielemendi ehitus / 673	
<b>6L.2.</b>	Elemendi potentsiaal ja reaktsiooni Gibbsi energia / 675	
<b>6L.3.</b>	Elemendi skeemi koostamine / 677	
	<b>JUHEND 6L.1</b> Reaktsioonivõrrandi kirjutamine elemendi skeemi alusel / 679	
	<b>TEEMA 6L</b> ülesanded / 681	
<b>Teema 6M.</b>	<b>Standardpotentsiaal</b>	682
<b>6M.1.</b>	Standardpotentsiaali definitsioon / 682	
<b>6M.2.</b>	Elektrokeemiline pingerida / 687	
	<b>TEEMA 6M</b> ülesanded / 688	

## Teema 6N. Standardpotentsiaalide rakendused 689

- 6N.1.** Standardpotentsiaal ja tasakaalukonstant / 689  
**JUHEND 6N.1.** Tasakaalukonstandi arvutamine elektrokeemiliste andmete põhjal / 690
- 6N.2.** Nernsti võrrand / 691
- 6N.3.** loonselektiivsed elektrodid / 694
- 6N.4.** Korrosioon / 695  
**TEEMA 6N** ülesanded / 697

## Teema 6O. Elektrolüüs 699

- 6O.1.** Elektrolüüsirakk / 699
- 6O.2.** Elektrolüüsi saadused / 701  
**JUHEND 6O.1.** Elektrolüüsi saaduste koguse arvutamine / 702
- 6O.3.** Elektrolüüsi rakendused / 704  
**TEEMA 6O** ülesanded / 705

## PEATÜKK 6 Koondülesande veebilahendusega näide / 706

## PEATÜKK 6 Ülesanded / 706

## LISALUGEMIST Akud ja patareid / 712

## PEATÜKK 7

### KINEETIKA / 715

## Teema 7A. Reaktsiooni kiirus 716

- 7A.1.** Kontsentratsioon ja reaktsiooni kiirus / 716  
**LISAMATERJAL 7A.1.** Kuidas me teame, mis toimub aatomitega reaktsiooni käigus / 718
- 7A.2.** Reaktsiooni tõeline kiirus / 719
- 7A.3.** Kiirusevõrrandid ja reaktsiooni järk / 720  
**TEEMA 7A** ülesanded / 726

## Teema 7B. Integraalsed kiirusevõrrandid 728

- 7B.1.** Esimest järku reaktsiooni integraalne kiirusevõrrand / 728
- 7B.2.** Esimest järku reaktsiooni poolestusaeg / 732
- 7B.3.** Teist järku reaktsiooni kiirusevõrrandid / 734  
**TEEMA 7B** ülesanded / 736

## Teema 7C. Reaktsioonimehhanismid 738

- 7C.1.** Reaktsiooni elementaarakt / 738
- 7C.2.** Elementaarakti kiirusevõrrand / 739
- 7C.3.** Elementaaraktide kiirusevõrrandite kombineerimine / 740
- 7C.4.** Kiirus ja tasakaal / 744
- 7C.5.** Ahelreaktsioonid / 745  
**TEEMA 7C** ülesanded / 746

## Teema 7D. Reaktsioonide mudelid 748

- 7D.1.** Temperatuuri mõju / 748
- 7D.2.** Aktiivsete pörgete teooria / 751  
**LISAMATERJAL 7D.1.** Kuidas me teame, mis toimub molekulidevahelise pörke ajal / 754
- 7D.3.** Siirdeoleku teooria / 755  
**TEEMA 7D** ülesanded / 757

## Teema 7E. Katalüüs 758

- 7E.1.** Kuidas katalüsaator töötab? / 758  
**LISAMATERJAL 7E.1.** Kuidas on see seotud keskkonnaga? / 759
- 7E.2.** Katalüsaatorid tööstuses / 762
- 7E.3.** Ensüümid – bioloogilised katalüsaatorid / 762  
**TEEMA 7E** ülesanded / 764

## PEATÜKK 7 Koondülesande veebilahendusega näide / 766

## PEATÜKK 7 Ülesanded / 766

## PEATÜKK 8

### PEAALARÜHMADE ELEMENDID / 771

## Teema 8A. Perioodilised seosed 772

- 8A.1.** Aatomite omadused / 772
- 8A.2.** Keemilise sideme seaduspärasused / 773
- 8A.3.** Seaduspärasused hüdriidide ja oksiidide omadustes / 774  
**TEEMA 8A** ülesanded / 776

## Teema 8B. Vesinik 777

- 8B.1.** Lihtaine / 777  
**LISAMATERJAL 8B.1.** Kuidas on see seotud keskkonnaga? / 778
- 8B.2.** Vesiniku ühendid / 780  
**TEEMA 8B** ülesanded / 781

<b>Teema 8C.</b>	<b>1. rühm: leelismetallid</b>	782
8C.1.	1. rühma lihtained / 782	
8C.2.	Liitiumi, naatriumi ja kaaliumi ühendid / 784	
	<b>TEEMA 8C</b> ülesanded / 786	
<b>Teema 8D.</b>	<b>2. rühm: leelismuldmetallid</b>	787
8D.1.	2. rühma lihtained / 787	
8D.2.	Berülliumi, magneesiumi ja kaltsiumi ühendid / 789	
	<b>TEEMA 8D</b> ülesanded / 791	
<b>Teema 8E.</b>	<b>13. rühm: boori alarühm</b>	792
8E.1.	13. rühma lihtained / 792	
8E.2.	13. rühma oksiidid, halogeniidid ja nitriidid / 794	
8E.3.	Boraanid, hüdridoboraadid ja boriidid / 796	
	<b>TEEMA 8E</b> ülesanded / 797	
<b>Teema 8F.</b>	<b>14. rühm: süsiniku alarühm</b>	798
8F.1.	14. rühma lihtained / 798	
	<b>LISAMATERJAL 8F.1.</b> Keemia piirid: iseorganiseeruvad materjalid / 801	
8F.2.	Süsiniku ja räni oksiidid / 802	
8F.3.	Teised tähtsad 14. rühma elementide ühendid / 803	
	<b>TEEMA 8F</b> ülesanded / 804	
<b>Teema 8G.</b>	<b>15. rühm: lämmastiku peaalarühm</b>	805
8G.1.	15./V rühma lihtained / 805	
8G.2.	Ühendid vesiniku ja halogeenidega / 807	
8G.3.	Lämmastik oksiidid ja lämmastiku oksohapped / 809	
8G.4.	Fosfori oksiidid ja oksohapped / 811	
	<b>TEEMA 8G</b> ülesanded / 812	
<b>Teema 8H.</b>	<b>16. rühm: hapniku peaalarühm</b>	813
8H.1.	16. rühma lihtained / 813	
8H.2.	Ühendid vesinikuga / 816	
8H.3.	Väevli oksiidid ja oksohapped / 818	
	<b>TEEMA 8H</b> ülesanded / 820	
<b>Teema 8I.</b>	<b>17. rühm: halogeenid</b>	821
8I.1.	17. rühma lihtained / 821	

8I.2. Halogeenide ühendid / 823

**TEEMA 8I** ülesanded / 825

**Teema 8J.** **18. rühm: vääriskaasid** 827

8J.1. 18./VIII rühma lihtained / 827

8J.2. Vääriskaaside ühendid / 828

**TEEMA 8J** ülesanded / 829

**PEATÜKK 8** Koondülesande veebilahendusega näide / 830

**PEATÜKK 8** Ülesanded / 830

## PEATÜKK 9

### d-ELEMENDID / 833

**Teema 9A.** **d-elementide perioodilised seaduspärasused** 834

9A.1. Füüsikaliste omaduste seaduspärasused / 834

9A.2. Keemiliste omaduste seaduspärasused / 836

**TEEMA 9A** ülesanded / 838

**Teema 9B.** **Ülevaade valitud d-elementidest** 839

9B.1. Skandiumist niklini / 839

9B.2. Rühmad 11 ja 12 / 844

**TEEMA 9B** ülesanded / 847

**Teema 9C.** **Koordinatiivühendid** 848

9C.1. Koordinatiivsed kompleksid / 848

**LISAMATERJAL 9C.1.** Kuidas on see seotud eluspüsimisega? / 849

**JUHEND 9C.1.** Kuidas nimetada d-metallide komplekse ja koordinatiivühendeid / 851

9C.2. Komplekside kuju / 853

9C.3. Isomeerid / 854

**LISAMATERJAL 9C.2.** Kuidas me teame, et kompleks on optiliselt aktiivne? / 857

**TEEMA 9C** ülesanded / 859

**Teema 9D.** **d-metallide komplekside elektronstruktuur** 861

9D.1. Kristallvälja teooria / 861

9D.2. Spektrokeemiline rida / 863

9D.3. Komplekside värvus / 865

9D.4. Komplekside magnetilised omadused / 867

**9D.5.** Ligandivälja teooria / 869

**Teema 9D** ülesanded / 870

**PEATÜKK 9** Koondülesande veebilahendusega näide / 872

**PEATÜKK 9** Ülesanded / 872

## PEATÜKK 10

### TUUMAKEEMIA / 875

**Teema 10A. Tuumade lagunemine** 876

**10A.1.** Tuumade iseenesliku lagunemise tunnused / 876

**10A.2.** Tuumareaktsioonid / 878

**10A.3.** Tuumade püsivus / 881

**10A.4.** Tuumade lagunemise mehhanismi ennustamine / 882

**10A.5.** Tuumasüntees / 883

**LISAMATERJAL 10A.1.** Kuidas on see seotud ellujäämisega? / 884

**Teema 10A** ülesanded / 886

**Teema 10B. Radioaktiivsus** 888

**10B.1.** Kiirguse bioloogiline mõju / 888

**10B.2.** Tuumade lagunemise kiiruse mõõtmine / 889

**LISAMATERJAL 10B.1.** Kuidas me teame, kui radioaktiivne on mingi aine? / 890

**10B.3.** Radioisotoopide kasutamine / 893

**Teema 10B** ülesanded / 894

**Teema 10C. Tuumaenergia** 896

**10C.1.** Massi ja energia vaheline seos / 896

**10C.2.** Tuumaenergia vabanemine / 898

**10C.3.** Tuumaenergia keemia / 900

**Teema 10C** ülesanded / 902

**PEATÜKK 10** Koondülesande veebilahendusega näide / 903

**PEATÜKK 10** Ülesanded / 903

## PEATÜKK 11

### ORGAANILINE KEEMIA / 905

**Teema 11A. Alifaatsete süsivesinike struktuurid** 906

**11A.1.** Alifaatsete süsivesinike tüübid / 906

**JUHEND 11A.1.** Kuidas nimetada alifaatseid süsivesinikke? / 908

**11A.2.** Isomeerid / 911

**11A.3.** Alkaanide ja alkeenide füüsikalised omadused / 914

**Teema 11A** ülesanded / 915

**Teema 11B. Alifaatsete süsivesinike reaktsioonid** 917

**11B.1.** Asendusreaktsioonid alkaanides / 917

**11B.2.** Alkeenide ja alküünide süntees / 917

**11B.3.** Elektrofiilne liitumine / 918

**Teema 11B** ülesanded / 920

**Teema 11C. Aromaatsed ühendid** 921

**11C.1.** Nomenklatuur / 921

**11C.2.** Elektrofiilne asendusreaktsioon / 922

**Teema 11C** ülesanded / 925

**Teema 11D. Enamlevinud funktsionaalrühmad** 926

**11D.1.** Haloalkanid / 926

**11D.2.** Alkoholid / 927

**11D.3.** Eetrid / 928

**11D.4.** Fenoolid / 928

**11D.5.** Aldehüüdid ja ketoonid / 929

**11D.6.** Karboksüülhapped / 930

**11D.7.** Estrid / 930

**11D.8.** Amiinid, aminohapped ja amiidid / 930

**JUHEND 11D.1.** Kuidas nimetada lihtsaid funktsionaalrühmadega ühendeid? / 933

**Teema 11D** ülesanded / 934

**Teema 11E. Polümeerid ja bioloogilised makromolekulid** 936

**11E.1.** Liitumispolümerisatsioon / 936

**11E.2.** Kondensatsioonipolümerisatsioon / 938

**11E.3.** Kopolümeerid ja komposiitmaterjalid / 940

**11E.4.** Polümeeride füüsikalised omadused / 941

**LISAMATERJAL 11E.1.** Keemiateaduse eesliinilt: elektrit juhtivad polümeerid / 943

**11E.5.** Valgud / 945

**11E.6.** Süsivesikud / 947

**11E.7.** Nukleiin happed / 948

**Teema 11E** ülesanded / 950

**PEATÜKK 11** Koondülesande veebilahendusega näide / 952

**PEATÜKK 11** Ülesanded / 952

**LISALUGEMIST Tehnoloogia: kütused** / 957

## LISAD / 959

**LISA 1. Sümbolid, ühikud ja matemaatilised võtted** 959

- 1A.** Sümbolid / 959
- 1B.** Ühikud ja ühikute teisendused / 961
- 1C.** Teaduslik kirjaviis / 963
- 1D.** Astmed ja logaritmid / 964
- 1E.** Võrrandid ja graafikud / 965
- 1F.** Algebra / 966

**LISA 2. Eksperimentaalsed andmed** 967

- 2A.** Termodünaamilised andmed temperatuuril 25 °C / 967
- 2B.** Standardredokspotentsiaalid temperatuuril 25 °C / 974
- 2C.** Põhioleku elektronkonfiguratsioonid / 976
- 2D.** Elemendid / 977

**LISA 3. Nomenklatuur** 983

- 3A.** Mitmeatomiliste ionide nomenklatuur / 983
- 3B.** Ainete triviaalnimetused / 984

**SÕNASTIK** 985

**VASTUSED** 1017

**Kontrollülesanded B** 1017

**Paaritu numbriga ülesanded** 1027