



З. А. Мансұров  
Е. Қ. Оңғарбаев  
К. К. Құдайбергенов

КАЗАК  
УНИВЕРСИТЕТИ  
БАСПАЛАУА



# ХИМИЯЛЫҚ ФИЗИКА

Оқу құралы

З. А. Мансұров  
Е. Қ. Оңғарбаев  
К. К. Құдайбергенов

## ХИМИЯЛЫҚ ФИЗИКА

*Оқу құралы*

Өңделіп, толықтырылған  
үшінші басылым

Алматы  
«Қазақ университеті»  
2018

ӘОЖ 544 (075.8)  
КБЖ 24.5 я 73  
М 19

*Басына ал-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті  
химия және химиялық технология факультетінің  
Ғылыми кеңесі және Редакциялық-баспа кеңесі  
ішкі шешімімен ұсынылған  
(Алматта 29 желтоқсан 2017 жыл)*

**Шкір жазғандар:**

химия ғылымдарының докторы, профессор **С.Х. Ақназаров**  
химия ғылымдарының докторы, профессор **А.С. Масалимов**  
химия ғылымдарының докторы, доцент **Р.Г. Абдулқаримова**

**Мансұров З.А.**

М 19 Химиялық физика: оқу құралы / З.А. Мансұров,  
Е.К. Оңғарбаев, К.К. Құдайбергенов. – Өңд. толықт. 3-бас.  
– Алматы: Қазақ университеті, 2018. – 390 б.  
**ISBN 978-601-04-3137-9**

Оқу құралында химиялық физиканың бөлімдері – химиядағы эле-  
ментар процестер, жоғары энергиялар химиясы, жану және жарылыс  
туралы ілім, макрокинетика, элементар процестерді зерттеу әдістері  
қарастырылады. Химиялық физика пәні бойынша зертханалық жұмыс-  
тардың теориясы мен әдістемесі берілген. Оқу құралы жоғары оқу  
орындарының химия және химиялық технология мамандықтарының  
студенттеріне, химиялық физика саласында жұмыс істейтін ғылыми  
қызметкерлерге арналған.

**ӘОЖ 544 (075.8)**  
**КБЖ 24.5 я 73**

© Мансұров З.А., Оңғарбаев Е.К.,  
Құдайбергенов К.К., 2018  
© Ал-Фараби атындағы ҚазҰУ, 2018

ISBN 978-601-04-3137-9

**КІРІСПЕ**

Қазіргі уақытта ғылымда, әсіресе химия ғылымында дәстүр-  
лі емес технологияларды пайдалану және оларды өндіріске енгі-  
зу үлкен үрдіс алып келеді. Бұл елімізде әралуан шикізат ресурс-  
тарын өндіру, өңдеу мәселелерін шешумен және ел эконо-  
микасы және қорғанысының мұқтаждығын қанағаттандырумен  
байланысты. Сондай-ақ технологиялар күн сәулесі, иондаушы  
сәуле, плазма, лазер сәулесі, электр және магнит өрісі, ультрат-  
дыбыс сияқты физикалық құбылыстарды пайдалануға негізделе-  
ді. Лазерлік техниканы пайдаланатын анализдің жана әдістері,  
химиялық процестерді инициирлеу мен жеделдету газды, кон-  
денсацияланған фазаларда және фазалардың бөліну шекарасын-  
да химиялық реакциялар механизмін элементтар акт деңгейінде  
зерттеуді талап етеді.

Химик мамандар, әсіресе техникалық бағыттағы мамандар  
қазіргі уақытта технологиялық реакторларда өтетін негізгі физи-  
калық және химиялық процестердің өзара байланысын терең  
түсіне білу керек, жаңа дәстүрлі емес технологияларды пайдала-  
нуға, өндіріске енгізуге дайын болуы тиіс. Осындай технология-  
лардың теориялық негізін химиялық физика ғылымы береді.

Нобель сыйлығының иегері, академик Н.Н. Семеновтің бер-  
ген анықтамасы бойынша химиялық физика дегеніміз – химия-  
лық түрленулердің физикалық негіздері туралы ғылым.

Қазіргі уақытта химиялық физиканы заттардың химиялық  
құрылысы мен түрленулерінің заңдылықтарын қазіргі заманғы  
физиканың әдістері мен оның теориялық аппараты – кванттық  
механиканың жалпы принциптері мен түсініктері негізінде тү-  
сіндіретін ғылым саласы ретінде сипаттауға болады. Химиялық  
физиканың негізгі міндеті – бейорганикалық және органикалық  
заттардың кез келген химиялық құрылымы мен түрленулерінің  
механизмдерін зерттеу. Бұл мәселені шешуге химиялық физика-  
ның барлық негізгі бөлімдері: элементтар процестер кинетикасы,  
жоғары энергиялар химиясы, жану және жарылыс туралы ілім,  
катализ туралы қазіргі заманғы ілім, макрокинетика, қатты дене-

## МАЗМҰНЫ

КІРГІСЕ.....	3
Химиялық физиканың пайда болуы, маңызы мен міндеттері.....	4
<b>1. ХИМИДАҒЫ ЭЛЕМЕНТАР ПРОЦЕСТЕР.....</b>	<b>11</b>
1.1. Соқтығысулар теориясы.....	12
1.1.1. Бөлшектер соқтығысқанда энергияның алмасуы.....	15
1.1.2. Серпімсіз соқтығысулар.....	16
1.1.3. Төрбелмені энергиямен алмасу.....	17
1.2. Теге-теңдіктегі емес химиялық реакциялар.....	18
1.3. Бос радиакалдар мен атомдар.....	20
1.3.1. Бос радиакалдардың кеністіктегі құрылымы.....	20
1.3.2. Бос радиакалдардың алынуы.....	23
1.3.3. Бос радиакалдардың реакцияға түсу қабілеті мен бәйленіс энергиясы.....	25
1.3.4. Бос радиакалдардың масс-спектрометриясы.....	28
1.3.5. ЭПР спектроскопиясы.....	30
1.4. Карбондар.....	46
1.4.1. Карбондардың электрондық және геометриялық құрылысы.....	47
1.4.2. Карбондардің алу әдістері.....	49
1.4.3. Карбондардың химиялық реакциялары.....	51
1.5. Гомологиялық реакциялар.....	52
1.6. Гетерологиялық реакциялар.....	54
<b>2. ЖОҒАРЫ ЭНЕРГИЯЛАР ХИМИЯСЫ.....</b>	<b>58</b>
2.1. Фотохимия.....	58
2.1.1. Фотофизикалық процестер.....	59
2.1.2. Фотохимиялық реакциялардың кинетикасы.....	63
2.1.3. Фотохимиялық реакциялардың толық және локальды жылдамдықтары.....	66
2.1.4. Фотохимиялық реакциялар.....	67
2.2. Радиациялық химия.....	70
2.2.1. Иондаушы сәулелердің түрлері.....	70
2.2.2. Иондаушы сәуле көздері.....	70
2.2.3. Сәуленің сандық сипаттамалары.....	71
2.2.4. Радиациялық-химиялық шығым.....	72
2.2.5. Біріншілік радиациялық-химиялық процестер.....	74
2.2.6. Газдардағы радиациялық-химиялық реакциялар.....	78
2.2.7. Сұйық фазадағы Радиолиз.....	79
2.2.8. Сәуле қарқындылығы.....	80
2.3. Плазмахимия.....	81

2.3.1. Электр разрядының типтері.....	82
2.3.2. Плазмахимиялық реакциялар.....	85
2.3.3. Плазмада химиялық активті бөлшектердің түзілуі.....	86
2.3.4. Электр разрядындағы реакциялар.....	87

## 3. ТІЗБЕКТІ РЕАКЦИЯЛАР.....

3.1. Тізбектің пайда болуы.....	91
3.2. Тізбектердің жалғасуы.....	92
3.3. Тізбектердің үзілуі.....	93
3.4. Тізбектердің тармақталуы.....	95
3.5. Тізбектің ұзындығы.....	99

## 4. ЖАНУ ЖӘНЕ ЖАРЫЛЫС НЕГІЗДЕРІ.....

4.1. Жану туралы ғылм тарихы.....	102
4.2. Жарылыстық реакциялардың ерекшеліктері.....	104
4.3. Н.Н. Семеновтің жылудық жарылыс теориясы.....	111
4.4. Жалынның негізгі типтері.....	114
4.5. Жалынның таралуы.....	119
4.6. СО жалын шебінің құрылымы.....	123
4.7. Температура мен концентрация өрістерінің ұқсастығы.....	125
4.8. Жанудың ертедегі теориялары.....	127
4.8.1. Льюис және Эльбе теориясы.....	129
4.8.2. Зельдович, Франк-Каменицкий, Семеновтің теориялары.....	131
4.8.3. Т. Энфорд пен Пиздің диффузиялық теориялары.....	135
4.8.4. Ван-Тигеленнің теориясы. Тізбекті тармақтаған механизм (ТТМ).....	137
4.9. Детонация.....	138
4.10. Пиротехникалық заттар мен пиротехникалық құрамдар.....	141
4.10.1. Тотықтырғыштар.....	143
4.10.2. Жанғыш заттар.....	148
4.10.3. Пиротехникалық құрамдардың қолданылуы.....	150

## 5. МАКРОКИНЕТИКА.....

5.1. Төрбелмені химиялық реакциялар мен суық жалындар.....	155
5.2. Төмен температурада көмірсутекті-ауа қоспаның тотығуының төрбелмені режимін эксперименттік және сандық зерттеу.....	158
5.3. Өзіннен таралатын жоғары температуралық синтез.....	171
5.3.1. ӨЖС жүнелері жөнгенде реакция механизмін мен мароккинетикасы.....	173
5.3.2. ӨЖС термодинамикасы.....	174
5.3.3. Тигтылдың көміртегінен көмірқышқанды жану жылдамдықтары.....	177
5.4. Көмірсутектер жөнгенде күннен түзілуі.....	178
5.4.1. Штен жану көзгөткіші арқында жөнгенде өнімдердің түзілуі.....	180
5.4.2. Төмен температурада жөнгенде жөнгенде күннен түзілуі.....	181
5.4.3. Күйе түзілу механизмдері.....	185
5.5. Жану потіжесінде өнім өнімдерінің түзілуі.....	195

5.5.1. Коршатын ортанын азот оксидтермен даястануы.....	195
5.5.2. Азот оксидтерінің түзілу механизмі.....	197
<b>6. ЭЛЕМЕНТАР РЕАКЦИЯЛАРДЫ ЗЕРТТЕУ ӘДІСТЕРІ.....</b>	<b>202</b>
6.1. Бос радиқалдарды зерттеу әдістері.....	202
6.2. Қайшыланған молекулалық шоғырлар әдісі.....	206
6.3. Статикалық және ағындық әдістер.....	208
6.4. Лазерлік индуцирленген флуоресценция (ЛИФ) спектроскопиясы.....	212
6.5. Электронды адиабаталық емес реакциялар.....	214
6.6. Фемтохимия.....	217
6.6.1. Фемтосекундты спектроскопия әдісі.....	219
6.6.2. Химиялық өзгеріс кезіндегі ауыспалы күй динамикасы.....	223
6.6.3. Өте жылдам химиялық реакциялардың кинетикасы.....	227
<b>7. НАНОТЕХНОЛОГИЯ.....</b>	<b>231</b>
7.1. Төменде өте көп орын бар.....	232
7.2. Графит пен алмаз.....	233
7.3. Графен.....	236
7.4. Фуллерендер және олардың жану режимінде түзілуі.....	242
7.5. Біржабатты көміртекті нанотүтікшелер.....	244
7.6. Наномасштаб.....	246
7.7. Нанолемде қандай ерекшелік бар?.....	249
7.8. Наноматериалдар.....	253
7.8.1. Көміртекті нанотүтікшелер.....	255
7.8.2. Нанокристалды материалдар.....	257
7.8.3. Нанокөмпозиттер.....	260
7.8.4. Наносақиналар.....	261
7.8.5. Нанокөбікшелер.....	262
7.8.6. Микрокапсулалар.....	264
7.9. Әрі қарай не істейміз?.....	265
7.9.1. Нанотехнологияның келешегі.....	266
7.9.2. Өнімдер мен нарықтар.....	266
<b>8. СОРБИЦИЯ ПРОЦЕСІ.....</b>	<b>283</b>
8.1. Негізгі түсініктер.....	283
8.2. Адсорбенттер және оларды алудың негізгі жолдары.....	290
8.2.1. Мұнаймен ластанған суды тазалауға арналған сорбенттер.....	294
8.2.2. Термиялық өңделген және түрлендірілген күрші қауызының мұнай өнімдерін сорбициялау нәтижелері.....	300
8.3. Адсорбицияланатын зат пен адсорбент арасындағы әрекеттесу түрлері.....	302
8.4. Адсорбенттердің қасиеттерін зерттеу әдістері.....	304
8.5. Ерітіндідегі адсорбиция процесін зерттеу әдістері.....	308
<b>9. ҚАТТЫ ДЕНЕ МЕХАНОХИМИЯСЫ.....</b>	<b>312</b>

9.1. Механохимияның технологиялық процесс ретінде дамуының тарихи кезеңдері.....	312
9.2. Бейорганикалық және органикалық заттар механохимиясындағы негізгі физика-химиялық процестер және әсер ету тәсілдері.....	314
9.3. Қварц негізіндегі нанокөмпозитциялық ұнтақ материалдардың механохимиялық синтез (МХС) процесін модельдеу.....	320
9.4. Механохимиялық өңдеу және композиттік жүйелердің ӨЖ-синтезіне әсері.....	329
<b>10. ЗЕРТХАНАЛЫҚ ЖҰМЫСТАР.....</b>	<b>337</b>
10.1. Сүтегі асқын тотығының фотохимиялық ыдырау кинетикасын зерттеу.....	337
10.2. Электрондық жұтылу спектрлері бойынша мартенит (II) оксидаты ионының айырмалу жылдамдығын анықтау.....	345
10.3. Жалын темпратурасын термомождуттық өлшеумен өлшеу, термомождуттарды дайындау және калибрлеу.....	346
10.4. Полимерлердің жану жылдамдығын анықтау.....	365
10.5. Полимерлердің «оттекті индекстерін» анықтау.....	369
10.6. Газдардың шығыны мен жану жылдамдығын өлшеу.....	375
10.7. Кадориметрия әдісімен сұйық отындардың жылту беру қабілетін (калориялықтың) анықтау.....	380

Оқу басылымы

Мансұров Зұлхайыр Аймұхаметұлы  
Оңғарбаев Ердос Қалимұллаұлы  
Құдайбергенов Кеңес Кәкімұлы

## **ХИМИЯЛЫҚ ФИЗИКА**

*Оқу құралы*

Өңделіп, толықтырылған  
3-басылым

Редакторы *К. Сәбит*  
Компьютерде беттеген  
және мұқабасын көркемдеген *Ф. Қалиева*

Мұқабаны безендіруде сурет  
[www.nauqok.com.ua](http://www.nauqok.com.ua) сайтынан алынды

### **ИБ №11893**

Басуға 08.09.2018 ж. қол қойылды. Пішімі 60x84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>.  
Көлемі 24,37 б.т. Офсеттік қағаз. Сандық басылыс. Тапсырыс №1785.  
Таралымы 100 дана. Бағасы келісімді.  
Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің  
«Қазақ университеті» баспа үйі.  
050040, Алматы қаласы, әл-Фараби даңғылы, 71.

«Қазақ университеті» баспа үйінің баспаханасында басылды.