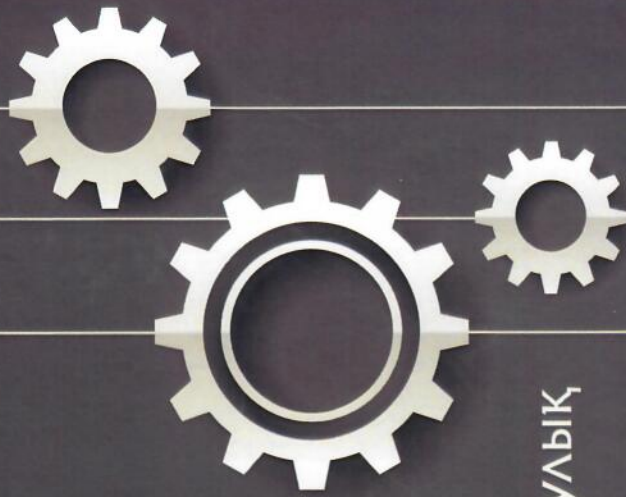


Н.Ә. Бейсен

ТЕОРИЯЛЫҚ  
**МЕХАНИКА**



Оқулық

ӘЛ-ФАРАБИ атындағы ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ

Н.Ә. Бейсен

## ТЕОРИЯЛЫҚ МЕХАНИКА

*Оқулық*

Алматы  
«Қазақ университеті»  
2023

ӘОЖ 531 (075.8)  
КБЖ 22.21 я73  
Б 38

Баспаға Қазақстан Республикасының Ғылым және жоғары білім министрлігінің Республикалық оқу-әдістемелік кеңесінің шешімімен Қазақстан Республикасы жоғары және жоғары оқу орнынан кейінгі білім беру ұйымдарына пайдалануға ұсынылған.

(Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті жанындағы оқу-әдістемелік бірлестігінің "Физикалық және химиялық ғылымдар" секция мәжілісінің 21 сәуір 2023 жылғы №5 хаттамасынан)

**Пікір жазғандар:**

физика-математика ғылымдарының докторы, профессор **Н.Т. Буртеев**  
физика-математика ғылымдарының кандидаты, профессор **Т. Бижиғитов**  
физика-математика ғылымдарының докторы, профессор **К.Н. Дәуітқұлова**

**Бейсен Н.Ә.**

Б 38 Теориялық механика: оқулық / Н.Ә. Бейсен. – Алматы: Қазақ университеті, 2023. – 296 б.

**ISBN 978-601-04-6387-5**

Оқулықта «Теориялық механика» пәні бағдарламасының тақырыптары кең көлемде баяндалып, классикалық механиканың негіздері, принциптері мен заңдары туралы іргелі түсінік берілген. Бұл оқулық университет студенттерінің теориялық физиканы тереңдетілген курстарын менгеруге негіз болып, физика-техника саласындағы ғылыми-зерттеу жұмыстарын жүргізу дағдыларын қалыптастырады.

Кітап физикалық жүйелерді математикалық модельдеу және талдау дағдыларын дамытуға ұмтылатын жоғары оқу орындарының «Физика», «Ядролық физика» және т.б. мамандық студенттеріне оқулық ретінде ұсынылған.

**ӘОЖ 531 (075.8)**  
**КБЖ 22.21 я73**

ISBN 978-601-04-6387-5

© Бейсен Н.Ә., 2023  
© «Қазақ университеті» баспа үйі, 2023

## МАЗМҰНЫ

АЛҒЫ СӨЗ .....	5
КІРІСПЕ .....	6
I ҚОҒАЛЫС ТЕНДЕУЛЕРІ .....	12
1. Дененің кеністіктегі орнын анықтау. Жалпылама координаттар. Координаттық беттер, сызықтар. Ламэ коэффициенттері. Координаттардың ортогональды жүйесі .....	12
2. Кисық сызықты қозғалыс жылдамдығы және үдеуі .....	19
2.1. Жылдамдықтың радиал және трансверсаль құраушылары .....	21
2.2. Нүкте жылдамдығының кисық сызықты координаттарда жазылуы .....	22
3. Механиканың заңдары. Галилейдің салыстырмалылық принципі. Инерциалды санақ жүйелері. Механиканың детерминизмі. Ньютонның қозғалыс теңдеулері .....	26
4. Бірінші, екінші қозғалыс интегралдары .....	34
5. Еркін материалдық нүктенің және материалдық бөлшектер жүйесінің Лагранж функциясы. Ең аз әсер принципі немесе Гамильтон принципінен Лагранж теңдеулерін алу .....	40
6. Гамильтон функциясы, физикалық мағынасы. Гамильтонның ең аз әсер принципінен оның канондық теңдеулер жүйесін қорытып шығару .....	49
II САҚТАЛУ ЗАҢДАРЫ. САҚТАЛУ ЗАҢДАРЫНЫҢ КЕҢІСТІК ПЕН УАҚЫТ СИММЕТРИЯЛАРЫМЕН БАЙЛАНЫСЫ .....	56
7. Энергияның сақталу заңы .....	57
8. Импульстің сақталу заңы .....	64
9. Импульс моменті сақталу заңы .....	68
10. Инерция центрі. Келтірілген масса .....	73
III ҚОҒАЛЫС ТЕНДЕУЛЕРІН ИНТЕГРАЛДАУ .....	83
11. Бір өлшемді қозғалыс .....	83
12. Орталық өрістегі қозғалыс. Аудандар заңы .....	88
13. Кеплер есебі .....	96
IV БӨЛШЕКТЕРДІҢ СОҚТЫҒЫСУЫ .....	110
14. Бөлшектердің ыдырауы .....	110
15. Бөлшектердің серпінді соқтығысы .....	121
16. Бөлшектердің шашырауы. Бөлшектердің шашырауының эффективті кимасына арналған Резерфорд формуласы .....	135

## АЛҒЫ СӨЗ

Құрметті оқырман, біз сіздерге механика негіздерін, оның заңдары мен қолданыс аясын түсінуге көмектесетін теориялық механика оқулығын ұсынамыз. Оқулықта біз нақты өмірде қолдану мен көрініс беру мысалдарын пайдалана отырып, материалды мүмкіндігінше анық және қолжетімді түрде береміз.

Теориялық механика физика саласындағы іргелі пәндердің бірі және оны зерттеу мақсатқа сай әрі бізді қоршаған Әлемдегі көптеген құбылыстар мен процестердің дамуында маңызды рөл атқарады. Сондай-ақ, бұл оқулық кинематика, динамика, қатты дене механикасы, қозғалыс теңдеулерін механиканың Ньютон–Лагранж–Гамильтон–Якоби формализмдері негізінде алу, оларды интегралдау, сақталу заңдары, тербелістер теориясы, бөлшектердің соқтығысуы, каноникалық теңдеулер және басқа да көптеген теориялық механиканың негізгі тақырыптарына негізделген.

Сондай-ақ біз ұсынылған материалды тиімді игеруге көмектесетін оқу материалымен жұмыс істеуге арналған нұсқаулар береміз. Теориялық білімді бекіту және практикалық есептерді шешу дағдыларын дамыту үшін әр тақырыптың соңында берілген тапсырмалар, мысалдар, сұрақтар мен жағтығуларды пайдалануды ұсынамыз.

Біздің оқулығымыз сізге теориялық механиканы сәтті оқып, физик, инженер немесе ғалым мансабындағы алғашқы қадамдарды жасауға көмектеседі деп сенеміз!

**Құрметпен,  
Нұрзада Бейсен**

V ТЕРБЕЛІСТЕР ТЕОРИЯСЫ .....	145
17. Бір өлшемді еркін тербелістер .....	146
18. Еріксіз тербелістер .....	151
19. Өшетін тербелістер .....	157
20. Үйкеліс күшінің әсері бар кездегі еріксіз тербелістер .....	162
21. Ангармониялық тербелістер .....	167
VI ҚАТТЫ ДЕНЕ ДИНАМИКАСЫ .....	172
22. Абсолют қатты дене, еркіндік дәрежелері және координаттары. Эйлер бұрыштары .....	172
23. Бұрыштық жылдамдық, оның қозғалыстағы санақ жүйесі осыған проекциялары .....	177
24. Абсолют қатты дененің инерция тензоры. Инерцияның бас осьтері .....	185
25. Қатты дененің импульс моменті .....	195
26. Қатты дененің қозғалыс теңдеулері .....	200
27. Бір нүктесі бекітілген абсолют қатты дене үшін Эйлердің қозғалыс теңдеулері .....	206
28. Инерциялық емес санақ жүйелеріндегі қозғалыс .....	211
VII ҚОЗҒАЛЫСТЫҢ КАНОНДЫҚ ТЕНДЕУЛЕРІ .....	220
29. Пуассон жақшалары. Пуассон жақшаларының қасиеттері. Якоби теңдігі .....	221
30. Гамильтон–Якоби теңдеуі. Оның математикалық құрылысы. Толық интегралы .....	227
31. Айнымалыларды ажырату тәсілі .....	236
VIII ҰЙЫТҚУ ТЕОРИЯСЫ .....	244
32. Ұйытқу теориясына кіріспе .....	244
33. Консервативті Гамильтондық жүйелер үшін бірінші ретті ұйытқу теориясы .....	249
34. Баю өзгеретін жиіліктегі сызықтық осциллятор .....	255
35. Жалпы адиабаталық теория. Әсер айнымалысының адиабаттық инварианттылығы .....	262
36. Жылдам тербелмелі өрістегі қозғалыс: жылдам ұйытқулар .....	268
ТАПСЫРМАЛАР .....	275
ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ .....	293

6. Диевский В.А. Теоретическая механика. Сборник заданий: Учебное пособие. – СПб.: Лань, 2018. – 192 с.
7. Паншина А.В. Теоретическая механика в решениях задач из сборника И.В. Мещерского: Аналитическая механика. – М.: Ленанд, 2018. – 200 с.
8. Лич Дж. У. Классическая механика. – М.: ИЛ, 1961. – 173 с.
9. Маркеев А.П. Теоретическая механика. – Изд.: НИЦ РХД, 1999. – 569 с.
10. Парс Л.А. Аналитическая динамика. – М.: Наука, 1971. – 636 с.
11. Синг Дж.Л. Классическая динамика. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 1963. – 448 с.
12. Татаринов Я.В. Лекции по классической динамике. – М.: Издательство МГУ, 1984. – 295 с.
13. Уиттекер Э. Аналитическая динамика. – Изд.: НИЦ РХД, – 1999. – 596 с.
14. Хаар Д. Основы гамильтоновой механики. – М.: Наука, 1974. – 224 с.

Т:

Ж:

Ғ:

Д:

К:

Д:

К:

Ж:

С:

С:

М:

Р:

Ө:

те:

С:

қа:

Оқу басылымы

Бейсен Нұрзала Әбдібекқызы

## ТЕОРИЯЛЫҚ МЕХАНИКА

Оқулық

Редакторы *Н. Батыр*  
Компьютерде беттеген *Н. Базарбаева*  
Мұқабаны безендірген *Х. Тұрсымбекова*

ИБ № 15097

Басуға 25.08.2023 жылы қол қойылды. Пішімі 60x84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>.  
Көлемі 18,5 б.т. Офсетті қағаз. Сандық басылыс. Тапсырыс № 3071.

Таралымы 500 дана. Бағасы келісімді.

Өл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің  
«Қазақ университеті» баспа үйі.

050040, Алматы қаласы, әл-Фараби даңғылы, 71.

«Қазақ университеті» баспа үйі баспаханасында басылды.

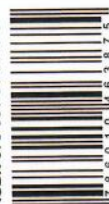
Т Ж  
Е Д К Д  
К Ж  
С С  
М Р Е  
Т С  
К





ҚАЗАҚ  
УНИВЕРСИТЕТІ  
БАСПАҒЫ

ISBN 978-601-04-6387-5



9 786010 463875