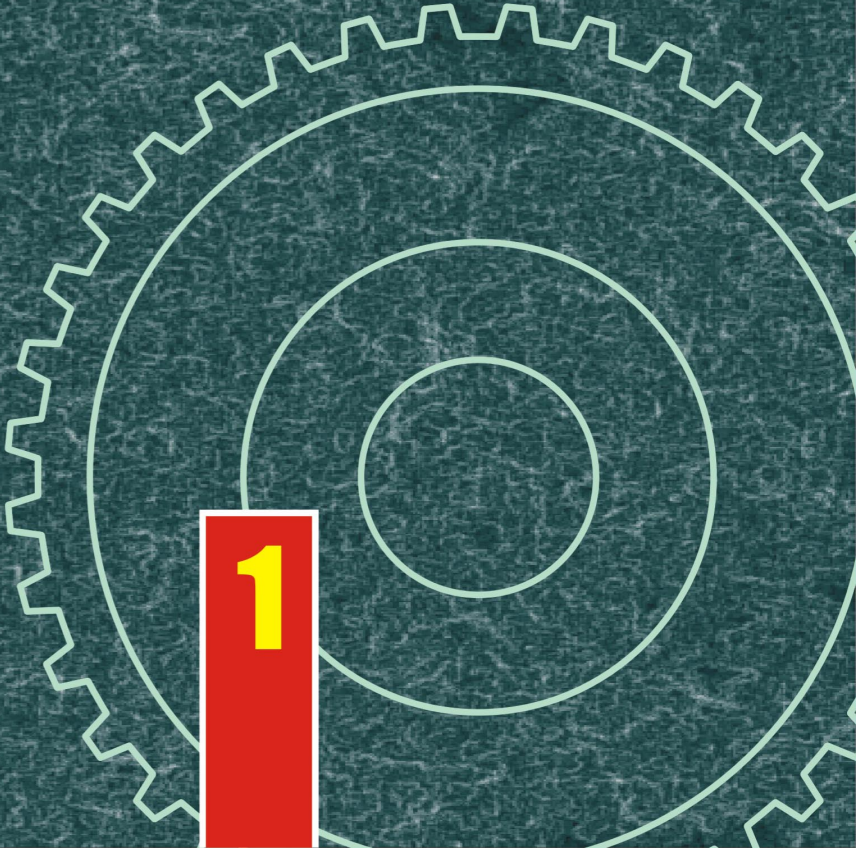


X. TO'RAYEV

NAZARIY MEXANIKA

STATIKA VA KINEMATIKA

1



**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O‘RTA
MAXSUS TA‘LIM VAZIRLIGI**

H. T. TO‘RAYEV, A. TILAVOV

**NAZARIY MEXANIKA.
STATIKA VA KINEMATIKA**

1 Jild

Professor H.T. To‘rayev umumiy tahriri ostida

*O‘zbekiston respublikasi Oliy va o‘rta maxsus ta‘lim vazirligi
tamonidan oliy o‘quv yurtlari talabalari uchun
darslik sifatida tavsiya etilgan*

«NOSHIR»
TOSHKENT-2012

УДК: 531.1(075)

КБК 22.21

T 76

To‘rayev N.T.

Nazariy mexanika. Statistika va kinematika: darslik: jild 1/
N.T. To‘rayev. — Toshkent: Noshir, 2012. 304 bet.

КБК 22.21

T a q r i z c h i l a r :

J. Aqilov— fizika-matematika fanlari doktori, professor;

J. Qayumov — fizika-matematika fanlari nomzodi, dotsent.

Mazkur darslikning statika qismida statikaning asosiy aksiomalari, tekislikda kesishuvchi kuchlar, parallel kuchlar, taqsimlangan kuchlar, ishqalanish va fermalar hisobi hamda fazoda kuchlar tizimlariga doir masalalar bayon etilgan.

Kinematika qismida esa nuqta kinematikasi, qattiq jismning ilgarilanma va qo‘zgalmas o‘q atrofidagi aylanma harakati, tekis harakati, qo‘zg‘almas nuqta atrofidagi harakati, moddiy nuqtaning murakkab va qattiq jismning murakkab harakatlari kabi masalalar yoritilgan.

Har bir mavzu bo‘yicha masalalarni yechishga doir uslubiy ko‘rsatmalar va masalalar yechib ko‘rsatilgan, muammoli masala va topshiriqlar hamda mustaqil ishlash uchun savollar berilgan.

Mazkur darslik Oliy o‘quv yurtlarining 5440200-Mexanika, 5460100-Matematika, 5480100-Amaliy matematika va informatika yo‘nalishlari bo‘yicha bakalavriat hamda 5A440201-Nazariy mexanika, 5A480104-Matematik modellashtirish, 5A480103-Amaliy matematika va informatsion texnologiyalar, 5A460102-Differensial tenglamalar magistratura mutaxassisliklari bo‘yicha ta‘lim olayotgan talabalarga mo‘ljallangan. Bundan tashqari, darslikdan professor-o‘qituvchilar, aspirantlar va ilmiy xodimlar ham foydalanishlari mumkin.

KIRISH

Nazariy mexanika fani moddiy jismlarning o‘zaro ta‘sirini, mexanik harakatning umumiy qonunlarini va muvozanat shartlarini o‘rganadi.

Tabiatdagi barcha jismlar materiyadan iboratdir. Nazariy mexanikada materiyaning alohida fizik-kimyoviy xossalari e‘tiborga olinmaydi. Materiya doimo harakatda bo‘lganligidan, uni vaqt va fazodan ajratib tasvirlab bo‘lmaydi. Nazariy mexanikaning vazifasi moddiy jismlarning vaqt o‘tishi bilan fazoda bir-birlariga nisbatan qo‘zg‘alishlarni o‘rganish hamda jismlarning muvozanatda bo‘lish hollarini tekshirishdan iborat.

Nazariy mexanika kursi, odatda, klassik mexanika deb ataladi. Klassik mexanikada moddiy jismlarning o‘zaro mexanik ta‘sirini va bu ta‘sir natijasida holati hamda harakatini hisobga olishga asos solgan — Shaqning X—XI asrlarida ijod etgan buyuk mutafakkirlari Abu Ali ibn Sino, Abu Rayhon Beruniy va italiya olimi Galilyeo Galilyey (1564—1642), ingliz matematigi va mexanigi Isaak Nyuton (1642—1727) lar hisoblanadi. Mexanik ta‘sir natijasida moddiy jismlarning shakli (uni tashkil qiluvchi zarralarning joylashish tartibi), holati va harakati o‘zgaradi. Mexanik ta‘sirni tavsiflovchi omil sifatida kuch tushunchasi kiritiladi.

Nazariy mexanika qo‘yilgan masalalarning qanday nuqtayi nazaridan tekshirishiga qarab, uch qismga bo‘linadi: *statika*, *kinematika* va *dinamika*.

Ushbu darslikda nazariy mexanikaning *statika* va *kinematikaga* doir masalalari o‘rganiladi. Kitobning asosi sifatida hammuallif A.Tilavov tomonidan Samarqand davlat universiteti talabalariga uzluksiz o‘qilayotgan ma‘ruzalar olingan. Uning tarkibi va mazmuniga Moskva, Sankt-Peterburg, Nijniy Novgorod, Kiev va O‘zbekiston milliy universitetlari kafedralari bilan ilmiy, o‘quv-uslubiy sohalaridagi hamkorlik hamda universitet talabalariga mexanika fanining yetuk olimlari V.G. Vilke, V.K. Prokopov,

Yu.I. Neymark, N.A.Fufayev, N.V. Butenin, I.A.Kukles, H.R. Rahimov, T.N.Nurov va T.Sh. Shirinqulovlar tomonidan o'qilgan ma'ruzalarning ham ijobiy ta'siri bor.

Darslik 11 bobdan iborat. Birinchi bobda statikaning asosiy tushunchalari, aksiomalari, bog'lanishlar hamda ularning turlari, bir nuqtada kesishuvchi kuchlar sistemasi va ularning muvozanat shartlari, markazga va o'qqa nisbatan kuch hamda kuchlar sistemasining momenti, tekislikda kuchlar sistemasining xos-salari, kuch va kuchlar sistemasining nuqtaga hamda o'qqa nisbatan momentiga doir masalalarning yechimi keltirilgan.

Ikkinchi bobda bir tomonga yo'nalgan ikki parallel kuchlar sistemasi, qarama-qarshi tomonga yo'nalgan ikkita parallel kuchlar sistemasi, tekislikda juft kuchlar sistemasi va ularning muvozanat shartlariga doir nazariyalar, bir tekislikda yotgan parallel kuchlar sistemasininig muvozanat shartlari, tekislikda ixtiyoriy ravishda joylashgan kuchlar sistemasining muvozanat shartlari, paralel kuchlar markazi, og'irlik markazi, og'irlik markazining koordinatalarini topish usullari, ba'zi oddiy jismlarning og'irlik markazini aniqlash, Gulden-Pap teoremlari kabi masalalar bayon etiladi.

Uchinchi bobda taqsimlangan kuchlar, to'g'ri chiziq kesmasi bo'yicha doimiy intensivlik bilan taqsimlangan parallel kuchlar, to'g'ri chiziq kesmasi bo'yicha taqsimlanish intensivligi chiziqli qonun bilan o'zgaruvchi parallel kuchlar, balkaning qistirilgan nuqtasining reaksiyasi, taqsimlangan kuchlarga doir masalalar, qattiq jismlar sistemasining muvozanati, qattiq jismlar sistemasining muvozanatiga doir masalalar bayon etiladi.

To'rtinchi bobda sirpanishdagi ishqalanish qonunlari, yumalashda hosil bo'ladigan ishqalanish kuchi, ferma sterjenlaridagi zo'riqishlarning tugunlarni qirqish usuli bilan topish, ishqalanish kuchi tufayli yuzaga keladigan jismlar muvozanatini tekshirishga doir masalalarni yechish uchun uslubiy tavsiyalar, yumalashda hosil bo'ladigan ishqalanish kuchini topishga doir masalalar, fermalar hisobiga doir masalalarning tugunlarini qirqish usuli bilan yechishga doir uslubiy tavsiyalar bayon etiladi.

Beshinchi bobda fazoda ta'sir chiziqlari bir nuqtada kesishuvchi va ixtiyoriy ravishda joylashgan kuchlar sistemasining muvozanat shartlari, juftlar sistemasini qo'shish, fazoda ixtiyoriy ravishda joylashgan kuchlar sistemasini berilgan markazga va ularni bitta bosh vektorga hamda bosh momentga keltirish, bosh vek-tor va bosh momentni hisoblash formulalari, kuchlar sistemasini keltirishning xususiy hollari, fazoda parallel kuchlar sistemasining muvozanat shartlari, fazoda kesishuvchi kuchlar sistemasining muvozanatiga doir masalalarni yechish uslubi, kuchlar sistemasini keltirishga doir masalalar, fazoda ixtiyoriy ravishda joylashgan kuchlar sistemasining muvozanatiga doir masalalarni yechish bo'yicha tavsiyalar bayon etiladi.

Oltinchi bobda kinematikaning asosiy tushunchalari, nuqta harakatining berilish usullari, nuqtaning trayektoriya bo'ylab harakat qonuniga doir masalalarni yechish bo'yicha uslubiy tavsiyalar, moddiy nuqtaning tezligi, nuqta tezligini topishga doir masalalarni yechish bo'yicha uslubiy tavsiyalar, moddiy nuqtaning tezlanishi, differensial geometriyadan ba'zi ma'lumotlar, harakati tabiiy usulda berilgan nuqtaning tezlanishi, nuqtaning tekis va tekis o'zgaruvchan harakati, aylana bo'ylab harakatlanuvchi nuqtaning tezlanishi, nuqta tezlanishining qutb koordinatalaridagi ifodasi, nuqta tezlanishini topishga doir masalalarni yechish bo'yicha uslubiy tavsiyalar, egri chiziqli koordinatalar, sferik koordinatalar sistemasi, tezlikning egri chiziqli koordinatalardagi ifodasi, tezlanishning egri chiziqli koordinatalardagi ifodasi, egri chiziqli koordinatalar sistemasida nuqta tezligi va tezlanishini topishga doir uslubiy tavsiyalar kabi masalalar bayon etilgan.

Yettinchi bobida mexanik sistema va qattiq jismning erkinlik darajasi, qattiq jismning ilgarilanma harakati, qattiq jismning qo'zg'almas o'q atrofidagi aylanma harakati, qattiq jismning ilgarilanma va qo'zg'almas o'q atrofidagi aylanma harakatiga doir masalalar yechish bo'yicha uslubiy tavsiyalar bayon etilgan.

Sakkizinchi bobda qattiq jismning tekis parallel harakatiga doir asosiy tushunchalar, tekis shakl nuqtalarining tezliklari va tezlanishlari, tezlanishlar oniy markazi, tekis shaklning o'z

tekisligidagi harakat tenglamasi, qattiq jismning tekis parallel harakatiga doir masalalarni yechish bo'yicha uslubiy tavsiyalar berilgan.

To'qqizinchi bobda bitta qo'zg'almas nuqtaga ega bo'lgan qattiq jismning harakat tenglamalari, oniy aylanish o'qi, aksoidlari, bitta qo'zg'almas nuqtaga ega bo'lgan qattiq jismning oniy burchak tezligi va oniy burchak tezlanishi, Eyler va Krilov burchaklari, burchak tezlanishini hisoblash, qattiq jismning bitta qo'zg'almas nuqta atrofidagi harakatiga doir masalalarni yechish bo'yicha uslubiy tavsiyalar yoritilgan.

O'ninchi bobda moddiy nuqtaning murakkab harakati to'g'risidagi asosiy ta'riflar, vektorning absolut va nisbiy hosilalari, tezliklar hamda tezlanishlarni qo'shish haqidagi teoremlar, nuqtaning murakkab harakatiga doir masalalarni yechish bo'yicha uslubiy tavsiyalar bayon etilgan.

O'nbirinchi bobda qattiq jismning ilgarilanma va aylanma harakatlarini qo'shish, qattiq jism harakatlarini qo'shishning umumiy holi, qattiq jismning murakkab harakatiga doir masalalarni yechish bo'yicha uslubiy tavsiyalar, planetar va differensial tishli uzatmalarning burchak tezliklarini topishga doir masalalar yoritilgan.

Nazariy masalalarni bayon etishda misol va masalalardan keng foydalanilgan, har bir paragrafning oxirida mustaqil ishlash uchun masalalar, savol va topshiriqlar berilgan.

Oliy o'quv yurtlari talabalari uchun «Nazariy mexanika» fanidan o'zbek tilida marhum ustozimiz M. O'rozboyev, P. Shohaydarova va J. Zoirov, T.R. Rashidov, Sh. Shoziyotov va K.B. Mo'minov, Yu.N.Yoqubov va S.A. Saidov, S. Q. Aziz-Qoriyev tomonidan yaratilgan kitoblar «Nazariy mexanika» fanini o'qitishda, tabiiyki, ijobiy rol o'ynadi.

Talabalarga tavsiya etilayotgan ushbu darslik «Nazariy mexanika» fani bo'yicha davlat ta'lim standartlida ko'rsatilgan o'quv dasturlariga va uzluksiz ta'lim tizimi uchun o'quv adabiyotlarning yangi avlodini yaratish konsepsiyasiga to'liq javob beradi.

Kitob kamchiliklardan xoli bo'lmaganligi tufayli, mualliflar kitob haqidagi tanqidiy fikr va mulohazalarni minnatdorchilik bilan qabul qiladilar va oldindan o'z tashakkurini izhor etadilar.

Kitobning qo‘lyozmasi bilan mufasssal tanishib, uning sifatini yaxshilash yo‘lida foydali ko‘satma va maslahatlar bergan taqrizchilar fizika-matematika fanlari dokori, professor J.Oqilov va fizika - matematika fanlari nomzodi, dotsent J. Qayumovga, matnini kompyuterga kiritgan va maketini tuzib nashr etishga tayyorlagan G. Israfilova va S. Goncharovalarga o‘z minnatdorchiligimizni bildiramiz.

Mualliflar

STATIKA

I BOB. STATIKANING ASOSIY AKSIOMALARI. TEKISLIKDA KESISHUVCHI KUCHLAR SISTEMASI

Bu bobda statikaning asosiy tushunchalari, aksiomalari, bog'lanishlar va ularning turlari, bir nuqtada kesishuvchi kuchlar sistemasi va ularning muvozanat shartlari, markazga va o'qqa nisbatan kuch hamda kuchlar sistemasining momenti, tekislikda kuchlar sistemasining xossalari, kuch va kuchlar sistemasining nuqtaga hamda o'qqa nisbatan momentiga doir masalalarning yechimi keltirilgan.

1.1. Statikaning asosiy tushunchalari va aksiomalari

Moddiy nuqta, mexanik sistema, qattiq jism, kuch, kuchlar sistemasi va bog'lanishlar.

Statika bo'limida kuchlar sistemasi ta'siridagi mexanik sistemaning yoki mexanik sistemaga qo'yilgan kuchlar sistemasining muvozanat shartlari o'rganiladi. Statikaning asosiy tushunchalari: moddiy nuqta, mexanik sistema, qattiq jism va kuchlar hisoblanadi.

Moddiy niqta deganda o'lchamlari va shakli e'tiborga olinmaydigan hamda massasi bir nuqtaga joylashgan deb qaraladigan jism tushiniladi.

Har bir nuqtasining harakati qolgan nuqtalarining holati va harakatiga bog'liq bo'lgan moddiy nuqtalar to'plamiga ***mexanik sistema*** deyiladi.

Ixtiyoriy ikkita nuqtasi orasidagi masofa o'zgarmas va massasi uzluksiz taqsimlangan mexanik sistemaga ***absolut qattiq jism*** deyiladi.

Moddiy jismlarning o'zaro ta'sirini xarakterlovchi kattalikka ***kuch*** deyiladi.

Nazariy mexanikada kuch tushunchasi asosiy birlamchi tushuncha hisoblanadi. Kuch vektor kattalik bo'lib, u o'zining son qiymati (miqdori) yoki moduli, qo'yilish nuqtasi va yo'nalishi bilan xarakterlanadi. Kuch vektori bilan ustma-ust tushuvchi to'g'ri chiziqqa, shu kuchning ta'sir chizig'i deb ataladi. **Kuchlar sistemasi** deb qaralayotgan qattiq jismga yoki mexanik sistema nuqtalariga qo'yilgan kuchlar to'plamiga aytiladi. Bitta nuqtaga qo'yilgan kuchlar sistemasini ham qarash mumkin.

Jismga ta'sir etuvchi $(\vec{F}_1, \vec{F}_2, \dots, \vec{F}_n)$ kuchlar to'plamiga kuchlar sistemasi deyiladi.

Berilgan $(\vec{F}_1, \vec{F}_2, \dots, \vec{F}_n)$ kuchlar sistemasi ta'siridan qattiq jism yoki mexanik sistema o'zining tinch holatini yoki inersial harakatini o'zgartirmasa, bunday sistemaga nolga ekvivalent yoki muvozanatlashgan kuchlar sistemasi deyiladi va quyidagicha yoziladi:

$$(\vec{F}_1, \vec{F}_2, \dots, \vec{F}_n) \sim 0.$$

Qattiq jismga qo'yilgan $(\vec{F}_1, \vec{F}_2, \dots, \vec{F}_n)$ kuchlar sistemasining ta'sirini boshqa bir $(\vec{Q}_1, \vec{Q}_2, \dots, \vec{Q}_k)$ kuchlar sistemasining ta'siri bilan almashtirish mumkin bo'lsa, bunday kuchlar sistemalariga ekvivalent kuchlar sistemalari deyiladi va quyidagicha yoziladi:

$$(\vec{F}_1, \vec{F}_2, \dots, \vec{F}_n) \sim (\vec{Q}_1, \vec{Q}_2, \dots, \vec{Q}_k).$$

Kuchlar sistemasining jismga ko'rsatadigan ta'sirini bitta kuchning ta'siri bilan almashtirish mumkin bo'lsa, bu kuch berilgan kuchlar sistemasining teng ta'sir etuvchisi deyiladi. $(\vec{F}_1, \vec{F}_2, \dots, \vec{F}_n)$ kuchlar sistemasining teng ta'sir etuvchisini $\vec{R}$ bilan belgilasak, u holda quyidagi ifoda hosil bo'ladi.

$$(\vec{F}_1, \vec{F}_2, \dots, \vec{F}_n) \sim \vec{R}.$$

Statika aksiomalari

1-aksioma (Ikki kuchning muvozanati haqidagi aksioma).
Qattiq jismning ixtiyoriy ikkita nuqtasiga qo'yilgan, miqdorlari teng



Bu tanishuv parchasidir. Asarning toʻliq versiyasi
<https://kitobxon.com/oz/asar/266> saytida.

Бу танишув парчасидир. Асарнинг тўлиқ версияси
<https://kitobxon.com/uz/asar/266> сайтида.

Это был ознакомительный отрывок. Полную версию можно
найти на сайте <https://kitobxon.com/ru/asar/266>