



O‘zbekiston Respublikasi
Oliy ta’lim, fan va innovatsiyalar vazirligi
Mirzo Ulug‘bek nomidagi
O‘zbekiston Milliy universiteti

GUVOHNOMA

Mirzo Ulug‘bek nomidagi O‘zbekiston Milliy universitetida professor-o‘qituvchilar va olimlar tomonidan tayyorlangan darslik, o‘quv qo‘llanma hamda boshqa o‘quv-uslubiy adabiyotlarni Universitet Kengashining qaroriga asosan Mirzo Ulug‘bek nomidagi O‘zbekiston Milliy universiteti uchun nashrga tavsiya etadi.



O'QUV ADABIYOTINING NASHR RUXSATNOMASI

*Mirzo Ulug'bek nomidagi O'zbekiston Milliy
Universiteti Kengashining*

*2024yil " 28 " mart dagi " 6 "-sonli
qaroriga asosan*

Sh.M.Sodiqova, Sh.A.Sayfulloyev, X.M.Kurbanov
(muallifning familiyasi, ismi-sharifi)

Barcha oliy ta'lim muassasalari uchun *ning*
(ta'lim yo'nalishi (mutaxassisligi))

talabalari uchun tavsiya etilgan

Umumiy fizika fanidan laboratoriya mashg'ulotlari

nomli o'quv qo'llanma *ga*

(o'quv adabiyotining nomi va turi: darslik, o'quv qo'llanma)

*O'zbekiston Respublikasi Prezident Administratsiyasi
huzuridagi OAKA tomonidan litsenziya berilgan
nashriyotlarda nashr qilishga ruxsat beriladi.*



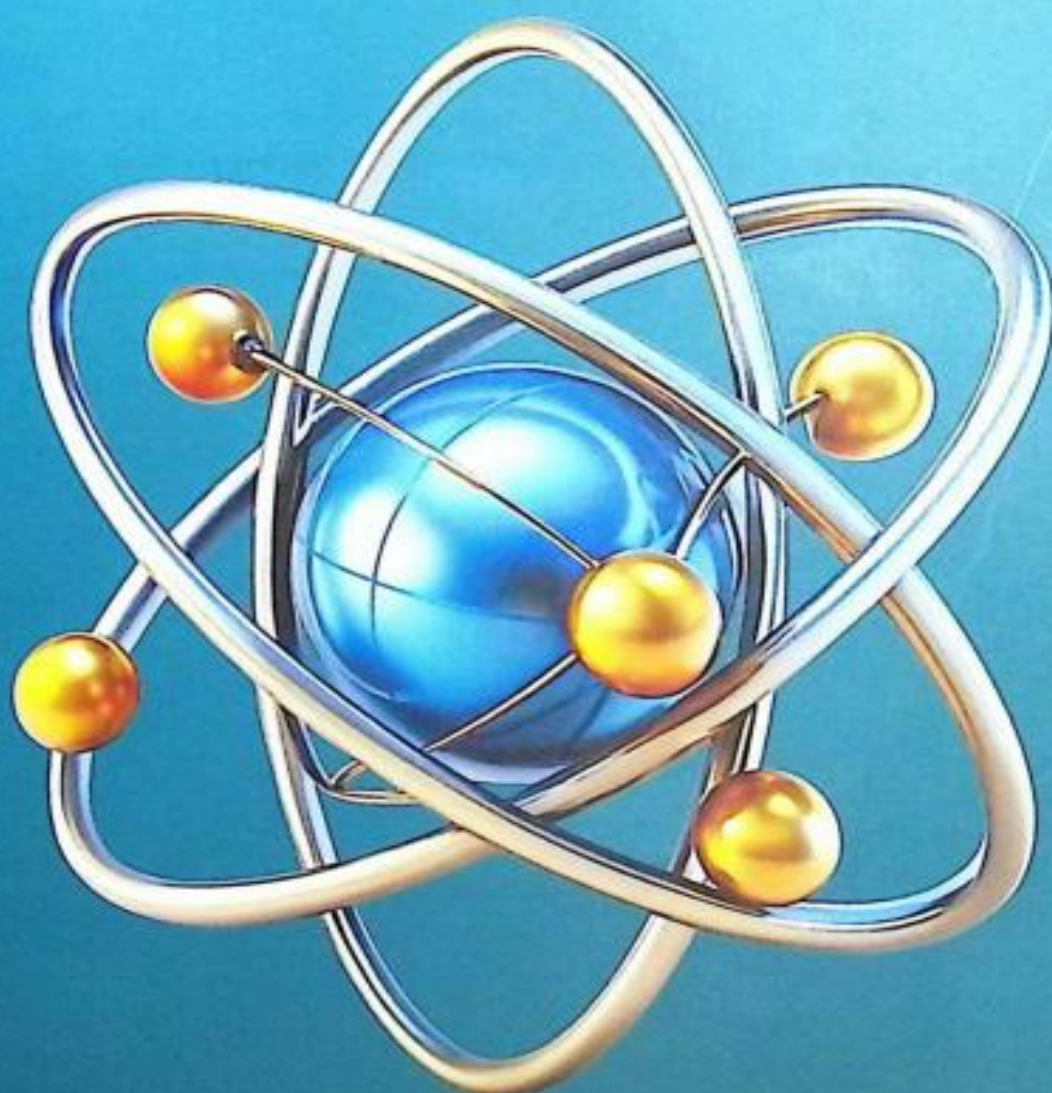
Rektor  *I. Madjidov*

Ro'yxatga olish raqami

361

SH.M.SODIQOVA, SH.A.SAYFULLOYEV, X.M.KURBANOV

UMUMIY FIZIKA FANIDAN LABORATORIYA MASHG'ULOTLARI



O'QUV QO'LLANMA

Sh.M.Sodiqova, Sh.A.Sayfulloyev, X.M.Kurbanov

**UMUMIY FIZIKA FANIDAN
LABORATORIYA
MASHG'ULOTLARI
(o'quv qo'llanma)**

**Toshkent – 2024
“Science and Innovation” nashriyoti**

UO'K: 53.023

KBK: 22.312

Sh. M. Sodiqova, Sh. A. Sayfulloyev, X. M. Kurbanov. Umumiy fizika fanidan laboratoriya mashg'ulotlari. O'quv qo'llanma. "Science and Innovation", 2024 - 318 bet.

Ushbu o'quv qo'llanma barcha oliy ta'lim muassasalarining tabiiy yo'nalish fakultetlarida ta'lim oluvchi bakalavr bosqichidagi talabalar uchun mo'ljallangan ishchi o'quv reja, ishchi o'quv dasturiga muvofiq ishlab chiqilgan bo'lib, u umumiy fizika kursining barcha bo'limlariga oid laboratoriya ishlarini o'z ichiga oladi. O'quv qo'llanmaga kirgan har bir laboratoriya ishida o'rganiluvchi hodisa yoki fizik jarayonlar bilan bog'liq qisqacha nazariy ma'lumotlar, ya'ni laboratoriya ishlarining nazariyasi, ish bajarish tartiblari, hisoblash usullari va talabalarga hisobot tayyorlash jarayonida qulaylik yaratish maqsadida nazorat savollari hamda bunda kerak bo'ladigan qo'shimcha adabiyotlar ro'yxati keltirilgan.

Taqrizchilar:

Abduraxmonov U.

f.-m.f.d., O'zMU "Umumiy fizika" kafedrasi professori

Mirsaatov R.M.

t.f.d., TDTpU "Tabiiy fanlar" kafedrasi professori.

O'quv qo'llanma O'zbekiston Milliy universiteti kengashida muhokama etilib, nashrga tavsiya qilingan (2024-yil «28» martdagi 6 - son bayonnomasi).

ISBN: 978-9910-9206-1-5

© Sh. M. Sodiqova, Sh. A. Sayfulloyev,
X. M. Kurbanov. Umumiy fizika fanidan laboratoriya
mashg'ulotlari. O'quv qo'llanma, 2024
© "Science and Innovation" nashriyoti, 2024

MUNDARIJA

Muqaddima.....	3
I bob. Zamonaviy mexanik, optik-elektron o'lchov asboblari bilan tanishtirish.....	8
II bob. Mexanika va molekulyar fizika.....	22
1. Matematik mayatnik yordamida og'irlik kuchi tezlanishini aniqlash.....	22
2. Fizikaviy mayatnik yordamida og'irlik kuchi tezlanishini aniqlash.....	31
3. Qattiq jismning zichligini gidrostatik tortish usuli bilan aniqlash.....	39
4. Elastiklik modulini egilishdan aniqlash.....	44
5. Havoning issiqlik sig'imlari nisbati C_p/C_v ni Kleyman-Dezorm usuli bilan aniqlash.....	53
6. Suyuqlikning ichki ishqalanish koeffitsiyentini Stoks usuli bilan aniqlash.....	61
7. Suyuqlikning ichki ishqalanish koeffitsiyentini kapillyar viskozimetr yordamida aniqlash.....	67
III bob. Elektromagnetizm va optika.....	73
1. O'tkazgichning solishtirma qarshiligini aniqlash.....	73
2. Elektr isitkich asbobining FIKini aniqlash.....	80
3. O'zgarmas tok ko'prigi yordamida qarshiliklarni o'lchash.....	87
4. Elektr chirog'i istemol qiladigan tok quvvatini berilayotgan kuchlanishga bog'liqligini o'rganish.....	93
5. Misning elektrokimyaviy ekvivalentini aniqlash.....	101
6. Kulon qonunini o'rganish.....	111
7. Uittston ko'prigi yordamida o'tkazgichlarning qarshiligini aniqlash.....	122
8. O'zgarmas tok ko'prigi usulida galvanometrlarning ichki qarshiligini aniqlash.....	128
9. Tangens-Bussol yordamida Yer magnit maydoni kuchlanganligining gorizontal tashkil etuvchisini aniqlash.....	132
10. To'g'ri o'tkazgichning va chulg'amli o'tkazgichning magnit maydon induksiyasini o'lchash.....	139
11. O'zaksiz induktiv g'altakning magnit maydon induksiyasini o'lchash..	150
12. Elektrolitik vanna yordamida elektrostatik maydonlarni o'rganish.....	160
13. Termoparani daragalash.....	164
14. Chet'g'lanma lampaning qarshiligi va quvvatini ampermetr, voltmeter yordamida aniqlash.....	166
15. Plank doimiysini aniqlash.....	170
16. Elektronning solishtirma zaryadini magnetron metodi bilan aniqlash...	178
17. Tebranish konturida erkin tebranishlarni tadqiq qilish.....	191

18.Yupqa linzaning bosh fokus masofasi va optik kuchini aniqlash.....	201
19.Fotometriya qonunlarini o'rganish.....	212
20. Nyuton halqalari yordamida linzaning egrilik radiusini aniqlash... ..	216
21.Difraksiya panjara yordamida yorug'lik difraksiyasini o'rganish.....	225
22. Malyus qonunini o'rganish.....	234
23.Mikroskopning kattalashtirishini va shishaning nur sindirish koeffitsientini mikroskop yordamida aniqlash.....	242
24. Suyuqliklarning sindirish ko'rsatkichini refraktometr yordamida aniqlash.....	255
25.Moddalarning konsentratsiyasini polyarimetr yordamida aniqlash.....	263
26. Ichki fotoeffekt hodisasini o'rganish	275
27.Ilmiy-o'quv mazmundorligi.....	284
28. Ilovalar.....	303
21.Foydalanilgan adabiyotlar	313



O‘zbekiston Respublikasi
Oliy ta’lim, fan va innovatsiyalar vazirligi
Mirzo Ulug‘bek nomidagi
O‘zbekiston Milliy universiteti

GUVOHNOMA

Mirzo Ulug‘bek nomidagi O‘zbekiston Milliy universitetida professor-o‘qituvchilar va olimlar tomonidan tayyorlangan darslik, o‘quv qo‘llanma hamda boshqa o‘quv-uslubiy adabiyotlarni Universitet Kengashining qaroriga asosan Mirzo Ulug‘bek nomidagi O‘zbekiston Milliy universiteti uchun nashrga tavsiya etadi.



O'QUV ADABIYOTINING NASHR RUXSATNOMASI

*Mirzo Ulug'bek nomidagi O'zbekiston Milliy
Universiteti Kengashining*

*2024yil " 28 " iyun dagi " 9 "-sonli
qaroriga asosan*

B.E.Egamberdiyev, A.S.Mallayev, Sh.A.Sayfulloyev
(muallifning familiyasi, ismi-sharifi)

60530900 - Fizika ning

(ta'lim yo'nalishi (mutaxassisligi))

talabalari uchun tavsiya etilgan

Yarimo'tkazgichlar fizikasi asoslari nomli

o'quv qo'llanma ga

(o'quv adabiyotining nomi va turi: darslik, o'quv qo'llanma)

*O'zbekiston Respublikasi Prezident Administratsiyasi
huzuridagi AOKA tomonidan litsenziya berilgan
nashriyotlarda nashr qilishga ruxsat beriladi.*



Rektor I. Madjidov

Ro'yxatga olish raqami

456

**MIRZO ULUG‘BEK NOMIDAGI
O‘ZBEKISTON MILLIY UNIVERSITETI**



B.E.Egamberdiyev, A.S.Mallayev, Sh.A.Sayfulloyev

YARIMO‘TKAZGICHLAR FIZIKASI ASOSLARI

O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY TA’LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI

B.E.Egamberdiyev, A.S.Mallayev, Sh.A.Sayfulloyev

YARIM O‘TKAZGICHLAR FIZIKASI ASOSLARI

60530500 – Fizika talim yo‘nalishi uchun

O‘QUV QO‘LLANMA

Toshkent
“Ma’rifat”
2024

UDK 537.31.07

KBK 22.379

B.E.Egamberdiyev, A.S.Mallayev, Sh.A.Sayfulloyev. Yarimo'tkazgichlar fizikasi asoslari. O'quv qo'llanma. –T.: “MA’RIFAT”, 2024. 208 bet.

Mazkur o'quv qo'llanma “Yarimo'tkazgichlar fizikasi asoslari” fanidan tayyorlangan bo'lib, yarimo'tkazuvchi materiallarning fizik xossalari, ularning kristall tuzilmasi, energiya zonalari, zaryad tashuvchilarning harakati, elektr va optik xossalari hamda dopantlar ta'siri kabi asosiy tushunchalarni o'z ichiga oladi. Qo'llanma bakalavriat bosqichida tahsil olayotgan fizika, elektronika, materialshunoslik va muhandislik yo'nalishlari talabalari uchun mo'ljallangan bo'lib, nazariy asoslar bilan bir qatorda, amaliy misollar, chizmalar va masalalar bilan boyitilgan.

O'quv qo'llanma yarimo'tkazgich qurilmalarining ishlash tamoyillarini tushunishga xizmat qiladigan muhim fizik qonuniyatlar va model tasavvurlarni o'zlashtirishda talabalarga yordam beradi. Shuningdek, ushbu qo'llanma mustaqil ta'lim olish jarayonida ham foydali manba sifatida xizmat qilishi mumkin.

MAS'UL MUHARRIR

Fizika-matematika fanlari doktori, professor K.P.Abduraxmanov

TAQRIZCHILAR:

Y.S.Ergashov – Mirzo Ulug'bek nomidagi O'zbekiston Milliy universiteti ilmiy ishlar va innovatsiyalar bo'yicha prorektor, fizika-matematika fanlari doktori, professor

J.J.Xamdamov - Mirzo Ulug'bek nomidagi O'zbekiston Milliy universiteti huzuridagi Yarimo'tkazgichlar fizikasi va mikroelektronika ilmiy tadqiqot instituti Yarimo'tkazgichlari fizikasi laboratoriyasi mudiri, fizika-matematika fanlari bo'yicha falsafa doktori PhD, katta ilmiy xodim.

O'quv qo'llanma O'zbekiston Milliy Universiteti Kengashi tomonidan nashrga ruxsat etilgan (Guvohnoma 2024-yil, 28-iyundagi 9-sonli bayonnoma asosida berilgan).

ISBN: 978-9910-6206-1-1

© “MA’RIFAT” nashriyoti, Toshkent, 2024 y.

MUNDARIJA

Kirish.....	4
I BOB. Moddalarning solishtirma elektr o'tkazuvchanligi bo'yicha siniflanishi. Yarimo'tkazgichlar	6
1.1.1. Moddalarning solishtirma elektr o'tkazuvchanligi bo'yicha siniflanishi	6
1.1.2. Yarim o'tkazgichlar	8
1.2.1. Xususiy yarim o'tkazgichlarning elektr o'tkazuvchanligi mexanizmini modeli ko'rinishi	10
1.2.2. Kirishmali yarimo'tkazgichlar va ularni elektr o'tkazuvchanligi mexanizmi modeli ko'rinishi	11
1.2.3. Fermi sathi	12
1.2.4. Zaryad tashuvchilar harakatchanligi	13
1.3.1. Kristall uchun Shredinger tenglamasi. Tashqi elektr maydon ta'sirida kristalda elektronlarning harakati	15
1.3.2. Kristallardagi nuqsonlar	19
1.3.3. Kristall panjara turlari	23
1.3.4. Kristal uchun shredinger tenglamasi	29
1.3.5. Ideal kristalda elektronning energiya spektri to'g'risida umumiy xulosalar	39
1.4.1. Zaryad tashuvchilarning effektiv massasi	48
1.5.1. Bir qancha yarimo'tkazgichlarning zona strukturasi. Kirishma holatining elementar nazariyasi	51
II BOB. Kristallarda nuqsonlar. Vakansiya	55
2.1.1. Kristallarda nuqsonlar. Vakansiya	55
2.2.1. Sirt yuzasi. Dislokatsiya. Yassi va murakkab defektlar	57
2.2.2. Kroning va Penni usuli	61
2.3.1. Yarim o'tkazgichlarda diffuziya hodisasi. Cheklangan va cheklanmagan manbadan diffuziya	65
2.4.1. Nomuvozanatdagi zaryad tashuvchilarning dreyfi va diffuziyasi.....	66
2.4.2. Diffuziya va dreyf toklari	67
2.4.3. p-n o'tishning to'g'ri ulanishi	70
2.4.4. p-n o'tishning volt – amper xarakteristikasi (VAX)	72
2.5.1. Yarim o'tkazgichli diodlar	77
2.5.2. Stabiltronlar	78
2.5.3. Tunnel diodlari	80
2.5.4. Optoelektronika diodlari	81
2.6.1. Bipolyar tranzistorlar	85
2.6.2. Bipolyar tranzistor statik xarakteristikalarini	90
2.6.3. Bipolyar tranzistor fizik parametrlari	93
2.6.4. Maydoniy tranzistorlar.	95

2.6.5.	MT statik xarakteristikallari	98
2.6.6.	Kanali induksiyalangan MDYa – tranzistorlar	100
2.6.7.	Bipolyar tranzistorda yasalgan kuchaytirgich bosqichi	104
2.6.8.	Maydoniy tranzistorlarda yasalgan kuchaytirgichlar	110
2.6.9.	Ko'p bosqichli kuchaytirgichlar	112
2.6.10.	Analog integral sxemalarning chiqish bosqichlari (quvvat kuchaytirgichlari)	114
2.6.11.	Emitter qaytargich	115
2.7.1.	Integral mikrosxemalar	117
2.7.2.	Pardali va gibrid mikrosxemalar	119
2.7.3.	Yarim o'tazgichli IMSlar	119
2.7.4.	Kuchaytirgich parametrlari va xarakteristikallari.....	124
2.7.5.	Differensial kuchaytirgichlar.....	133
2.7.6.	Raqamli texnika asoslari	142
III BOB. Kvant holatlar zichligi. Fermi-dirak taqsimot funksiyasi.		
	Kirishma sathlarining to'lish darajasi	163
3.1.1.	Kvant holatlar zichligi	163
3.1.2.	Ikkita zarradan iborat sistemaning xolati	164
3.2.1.	Zonada elektron va kovaklarning konsentratsiyasi. Kirishmali va xususiylar yarimo'tkazgichlar	168
3.2.2.	Yarim o'tkazgichlarda erkin zaryad tashuvchilar statistikasi. Yarimo'tkazgichlar elektr o'tkazuvchanligi	175
3.2.3.	Kiritmali elektr o'tkazuvchanlik	178
3.2.4.	To'g'rilovchi kontaktlar	194
3.3.1.	Aynimagan yarimo'tkazgichlar uchun Fermi sathini kirishma konsentratsiyasiga va haroratga bog'liqligi	198
3.4.1.	Elektron va kovaklarning sochilish mexanizmlari. Bolmanning kinetik tenglamasi	201
3.5.1.	Muvozanat holatlar. Relaksatsiya vaqti	205
3.5.2.	Relaksatsiya vaqti	206
Ilovalar		210
Foydalanilgan adabiyotlar		216
Mundarija		219