

ДОНИШГОҶИ МИЛЛИИ ТОҶИКИСТОН  
ФАКУЛТЕТИ ФИЗИКА  
КАФЕДРАИ ФИЗИКАИ НАЗАРИЯВӢ



СИЛЛАБУС (БАРНОМАИ ВАСЕЪИ КОРӢ) АЗ ФАНИ  
«МЕХАНИКАИ КВАНТӢ» БАРОИ ДОНИШӢӢӢНИ КУРСИ  
ҶОРОМИ ИХТИСОСИ ФИЗИКА – 1-31040103

Фанни таълимӣ: Механикаи квантӣ

Ихтисос: физика– 1-31040103

Ҳаҷми соатҳои таълимӣ – 3 кредит (72 соат)

Лексия – 32 соат

Машғулияти амалӣ (КМРО) – 16 соат

КМД – 24 соат

Курс – 3, семестри 6-ум

ДУШАНБЕ – 2025

| Ном ва насаби омӯзгор  | Курс                     | 4       | Чадвали дарсҳо                            |
|--|--------------------------|---------|---|
| Одилов Одина Шакарлович  | семестр                  | 7       |   |
|  | Шумораи кредитҳо         | 3       |   |
| Суроғаи омӯзгор:<br>Кафедраи физикаи назариявӣ, утоқи 213, бинои таълимии №16,<br>Тел: 988292259 | Лексия                   | 32 с    | Чумъа                                     |
|  | КМРО                     | 16 с    | Панҷшанбе                                 |
|  | КМД                      | 24 с    |   |
|  | Қабули КМД               | -       | Панҷшанбе, (ауд. С.213, факултети физика) |
|  | Шакли назорати чамъбасти | Имтиҳон |   |

Силлабус (барномаи васеи корӣ) дар асоси Стандарти давлатии таълимии ихтисоси 1-31040103-«физика», ки бо қарори мушовараи Вазорати Маориф ва илми ҷумҳурии Тоҷикистон аз 28.12.2017 таҳти №18/74 тасдиқ ёфтааст, тартиб дода шудааст.

Силлабус (барномаи васеи корӣ) аз ҷониби дотсенти кафедраи физикаи назариявӣ О.Ш. Одилов мураттаб сохта шудааст.

Силлабус (барномаи васеи корӣ) дар ҷаласаи кафедраи физикаи назариявӣ баррасӣ ва тасдиқ гардидааст.

«\_24\_» \_\_\_\_\_01\_\_\_\_\_ 2025, суратмаҷлиси №\_7\_

Мудири кафедра

 Одилов О.Ш.

Аз тарафи Шӯрои илмию методии факултети физика таҳти суратмаҷлиси №\_5\_, аз «\_25\_» \_\_\_\_\_01\_\_\_\_\_ 2025 ба ҷоп тавсия шудааст.

Раиси Шӯрои илмию методии факултети физика

 Истамов Ф.

## ФАСЛИ I: ҚИСМИ ТАШКИЛӢ-МЕТОДӢ

**1.1.** Фанни таълимии механикаи квантӣ дар нақшаи таълимии ихтисоси физикаи факултети физика мақоми фанни ҳатмиро касб карда, дар ташаккулёбии донишҷӯ ҳамчун мутахассиси баландихтисос мавқеи яке аз фанҳои асосӣ (базавӣ)-ро ишғол намудааст.

### **1.2. Тавсифи мухтасари фан**

Ҳангоми тадриси он маълумот дар бораи мафҳумҳои асосӣ ва методҳои механикаи кванти, усулҳои тавсифи назарияи ва таҳлили сифатии протсессҳои кванти дар системаҳои аз як зарра ва ё зарраҳои бисёр иборат пешкаш карда мешаванд.

### **1.3. Мақсад ва вазифаҳои фан**

Ҳаёти имруза бе асбобҳо ва механизмҳои аз руи қонунҳои физикаи квантӣ қорқунанда тасавурнашаванда аст. Донишҷӯи квантӣ асосии физикаи микроолам дар вақти гузариши ҷамъият ба давраи нанотехнология боз ҳам бештар дархоста хоҳад шуд. Мақсади курси назариявии мазкур – нишон додани он аст, ки чаро қонунҳои физикаи классикӣ дар микроолам аз қор монданд ва физикаи нав, ки физикаи классикиро ҳамчун қисми таркибӣ, лекин бо соҳаи маҳдуди татбиқот дар бар мегирад чи тавр сохта мешавад. Вазифаи муҳими ин курс инчунин аз ҳудқунии аппарати махсуси физикаи кванти аст, ки омӯзиши адабиёти муосирро имконпазир мегардонад.

**Вобаста аз мақсад, дар қараёни омӯзиши фанни «механикаи квантӣ» вазифаҳои зерин ҳал карда мешаванд:**

- шарҳи мазмуни мафҳумҳои асосии илми механикаи квантӣ;
- қушода додани мазмуни қонуниятҳои механикаи квантӣ ва татбиқи онҳо дар ҳалли масъалаҳои амалӣ;
- мусоидат намудан ба ташаккулёбии маҳорату малакаи донишҷӯ дар бораи тарзҳои аз худ намулдани дониш дар соҳаи механикаи квантӣ;
- ташаккули фаҳмиши донишҷӯ роҷеъ ба алоқамандии фанни механикаи квантӣ бо дигар фанҳои табиатшиносӣ (фанҳои физикӣ, химиявӣ ва биологӣ).

**1.4. Пререквизитҳо:** Ҳангоми омӯзиши фанни «Механикаи квантӣ» донишҷӯён ба донишҳои азхуднамудаи худ оид ба фанҳои зерин, ки барои омӯзиши фанни мазкур мусоидат мекунанд, таъя мекунад. Фанҳои аз қониби донишҷӯ азхудкардашуда: фанҳои дар давраи таҳсил дар муассисаи таълимии таҳсилоти умумии миёна азхудкардаи донишҷӯ: химия, физика, математика, асосҳои информатика.

**1.5. Постреквизитҳо:** Алоқамандии фанни таълимӣ бо фанҳои, ки донишҷӯ онҳоро дар баробари азхудқунии фанни механикаи кванти ва пас аз худ намулдани он дар давоми таҳсил аз худ менамояд: механикаи назариявӣ, электродинамика, термодинамика, физикаи статистикӣ ва ғайра.

### **1.6. Талаботҳои асосӣ доир ба қисматҳои фан ва омӯзиши он:**

#### **1.6.1. Талабот нисбат ба сатҳи азхудқунии фан (салоҳиятҳои касбӣ).**

Дар натиҷаи омӯзиши фан донишҷӯ бояд:

**а)**

- мазмуни мафҳумҳои асосии механикаи квантиро аз худ карда бошад;
- аппарати математикии механикаи квантиро аз худ карда бошад;
- моҳияти қонуниятҳои механикаи квантиро пурра сарфаҳм равад;
- моҳияти манзараи квантомеханикии оламро қомилан дарк карда тавонад;
- тарзҳои гуногуни ҳалли масъалаҳои квантомеханикиро аз худ карда бошад.

**б) тавонад:**

- мазмуни мафҳумҳои асосии механикаи квантиро шарҳ дода тавонад;
- аппарати математикии механикаи квантиро озодона истифода бурда тавонад;
- моҳияти манзараи квантомеханикии оламро донанд;
- масъалаҳои механикаи квантиро бо роҳҳои гуногун ҳал карда тавонад.

**в) дар амал татбиқ карда тавонад:**

- Тасвирҳои гуногуни системаҳои квантиро дар ҳалли масъалаҳо татбиқ карда тавонад;
- Дар масъалаҳои механикаи квантӣ методи назарияи ошубҳоро истифода бурда тавонад;

**Шаклҳо** – лексия, дарсҳои амалии аудиторӣ, омодаسازی маърузаҳо ба қонфронс, қори мустақилонаи қорӣ, иҷро намудани ҳалли супоришҳои шартӣ вобаста ба ҳар як мавзӯ, иҷрои қорҳои мустақилона, навиштани мазмуни мухтасар (қонспект).

**Усулҳо** – ҳалли супоришҳо, омодаسازی маърузаҳо, иҷрои қорҳои мустақилона, мувоҳисаҳо, қабули тест ва қонанди инҳо.

Ҳангоми гузаронидани дарсҳои амалӣ истифодабарии қачмӯи дар ихтиёрдоштаи техникаи электронӣ тавсия дода мешавад: тахтаи электронӣ. Маводҳои асосии шарҳдиҳанда (плақатҳо ва

графикҳо) барои истифодабарии мувофиқ (намоишҳо, дискҳо) бояд пешакӣ омода карда шаванд. Хангоми дар дарсҳои амалӣ гузаронидани пурсиш истифода аз маҷмӯи тестҳо ба манфиати кор мебошад.

### Нақшаи тақвимӣ-мавзӯи фанни таълимии «Механикаи квантӣ»

Миқдори умумии кредитҳо 3 (72 соат)

Машғулиятҳои аудиторӣ лексионӣ-назариявӣ – 32 соат

Машғулиятҳои аудиторӣ амалӣ – 16 соат

Корҳои мустақилонаи донишҷӯён – 24 соат

### 2.2. Нақшаи умумии тақвими мавзӯҳои фанни таълимии

| №                       | Ҳафта | Номгӯи мавзӯҳо ва ҷаслҳо  | Дарсҳои аудиторӣ |      | КМД | Ҳамагӣ | Адабиёт    |
|-------------------------|-------|---|------------------|------|-----|--------|------------|
|                         |       |   | Лексия           | КМРО |     |        |            |
| <b>Механикаи квантӣ</b> |       |   |                  |      |     |        |            |
| 1.                      | I     | <b>Асосҳои эксперименталии механикаи квантӣ.</b> Афканиши ҷисми мутлақ сиёҳ, фотоэффект, Комптон-эффект, устувории атомҳо). Фарзияи де Бройл. Мавҷҳои де Бройл..  | 2                | 1    | 1,5 | 4,5    | Адабиёт: 1 |
| 2.                      | II    | <b>Асосҳои физикии механикаи квантӣ.</b> Маънидоди статистикий мавҷҳои де Бройл. Эҳтимолияти ҷойгиршавии микрозарра. Принципи суперпозитсияи ҳолатҳо.   | 2                | 1    | 1,5 | 4,5    | Адабиёт: 1 |
| 3.                      | III   | <b>Ҳолатҳои квантӣ.</b> Ҳолатҳои тоза, омехта ва ҷигил. Эҳтимолияти импулси микрозарра. Қимати миёнаи функцияи координатаҳо ва импулсҳо. Ансамблҳои статистикий механикаи квантӣ. Таносуби номуайяниҳо. | 2                | 1    | 1,5 | 4,5    | Адабиёт: 1 |
| 4.                      | IV    | <b>Аппарати математикий механикаи квантӣ.</b> Тасвири бузургҳои механикӣ ба воситаи операторҳо. Формулаи умумӣ барои қимати миёна ва миёнаи майли квадратӣ.   | 2                | 1    | 1,5 | 4,5    | Адабиёт: 1 |
| 5.                      | V     | <b>Ҳосиятҳои умумии операторҳо.</b> Қиматҳои хусусӣ ва функцияҳои хусусии операторҳо. Ҳосиятҳои асосии функцияҳои хусусӣ. Шарти дар як вақт ҷеншавандагии бузургҳои механикий гуногун.                  | 2                | 1    | 1,5 | 4,5    | Адабиёт: 1 |
| 6.                      | VI    | <b>Операторҳои бузургҳои физикӣ.</b> Операторҳои координата ва импулси микрозарра. Оператори моменти импулси микрозарра. Оператори энергия ва функцияи Гамилтон. Гамилтониан.                           | 2                | 1    | 1,5 | 4,5    | Адабиёт: 1 |
| 7.                      | VII   | <b>Тағирёбии ҳолат бо вақт.</b> Муодилаи Шредингер. Бақо мондани адади зарраҳо. Ҳолатҳои статсионарӣ.   | 2                | 1    | 1,5 | 4,5    | Адабиёт: 1 |
| 8.                      | VIII  | <b>Тағирёбии бузургҳои механикӣ бо вақт.</b> Ҳосилаи операторҳо бо вақт. Интегралҳои ҳаракат.   | 2                | 1    | 1,5 | 4,5    | Адабиёт: 1 |
| 9.                      | IX    | <b>Алоқаи механикаи квантӣ бо</b>   | 2                | 1    | 1,5 | 4,5    | Адабиёт: 1 |

|              |      |  |    |    |     |     |              |
|--------------|------|--|----|----|-----|-----|--------------|
|              |      | <b>механикаи классикӣ.</b> Муодилаҳои ҳаракат дар механикаи квантӣ. Теоремаҳои Эренфест. Гузариш аз муодилаҳои квантӣ ба муодилаҳои Нютон.   |    |    |     |     |              |
| 10.          | X    | <b>Асосҳои назарияи тасвирҳо.</b> Тасвирҳои гуногуни ҳолати системаҳои квантӣ. Тасвирҳои гуногуни операторҳои бузургҳои механикӣ.  | 2  | 1  | 1,5 | 4,5 | Адабиёт-И: 1 |
| 11.          | XI   | <b>Механикаи квантӣ дар шакли матритсагӣ.</b> Ёфтани қимати миёна ва спектри бузургии, ки оператори он ба шакли матритса дода шудааст. Муодилаи Шредингер ва вобастагии операторҳо дар шакли матритсагӣ. | 2  | 1  | 1,5 | 4,5 | Адабиёт: 1   |
| 12.          | XII  | <b>Масъалаҳои квантии саҳеҳ халшаванда.</b> Оссилатори гармоникӣ. Зарра дар хоҳи беохир чуқур.   | 2  | 1  | 1,5 | 4,5 | Адабиёт: 1   |
| 13.          | XIII | <b>Спини электрон.</b> Исботи эксперименталии мавҷудияти спини электрон. Оператори спини электрон.   | 2  | 1  | 1,5 | 4,5 | Адабиёт: 1   |
| 14.          | XIV  | <b>Методҳои тақрибии ҳалли масъалаҳои квантӣ.</b> Назарияи ошубҳо (тақриби якум ва дуум). Принсипи вариатсионии Ритс..   | 2  | 1  | 1,5 | 4,5 | Адабиёт: 1   |
| 15.          | XV   | <b>Системаи зарраҳои якхела.</b> Принсипи айнияти микроразраҳо. Ҳолатҳои симметрии ва антисимметрии. Зарраҳои Бозе ва Ферми. Принсипи Паули.   | 2  | 1  | 1,5 | 4,5 | Адабиёт: 1   |
| 16.          | XVI  | <b>Муодилаҳои квантии релятивӣ.</b> Муодилаи Клейн-Гордон-Фок. Муодилаи Дирак. Матритсаҳои Дирак.  | 2  | 1  | 1,5 | 4,5 | Адабиёт: 1   |
| <i>Ҷамъ:</i> |      |  | 32 | 16 | 24  | 72  |              |

### 2.3. МУНДАРИҶАИ МАВЗӯҲО ВА ФАСЛҲОИ ҶУДОГОНАИ ФАНИ ТАЪЛИМӢ

1. **Асосҳои эксперименталии механикаи квантӣ.** Афканиши қисми мутлақ сиёх, фотоэффект, Комптон-эффект, устувории атомҳо). Фарзияи де Бройл. Мавҷҳои де Бройл.

2. **Асосҳои физикии механикаи квантӣ.** Маънидоди статистикӣ мавҷҳои де Бройл. Эҳтимолияти ҷойгиршавии микроразра. Принсипи суперпозицияи ҳолатҳо.

3. **Ҳолатҳои квантӣ.** Ҳолатҳои тоза, омехта ва чигил. Эҳтимолияти импульси микроразра. Қимати миёнаи функцияи координатаҳо ва импульсҳо. Ансамблҳои статистикӣ механикаи квантӣ. Таносуби номуайяниҳо.

4. **Аппарати математикии механикаи квантӣ.** Тасвири бузургҳои механикӣ ба воситаи операторҳо. Формулаи умумӣ барои қимати миёна ва миёнаи майли квадратӣ.

5. **Хосиятҳои умумии операторҳо.** Қиматҳои хусусӣ ва функцияҳои хусусии операторҳо. Хосиятҳои асосии функцияҳои хусусӣ. Шартӣ дар як вақт ченшавандагии бузургҳои механикӣ гуногун.

6. **Операторҳои бузургҳои физикӣ.** Операторҳои координата ва импульси микроразра. Оператори моменти импульси микроразра. Оператори энергия ва функцияи Гамилтон. Гамилтониан.

7. **Тағирёбии ҳолат бо вақт.** Муодилаи Шредингер. Бақо мондани адади зарраҳо. Ҳолатҳои статсионарӣ.

8. **Тағирёбии бузургҳои механикӣ бо вақт.** Ҳосилаи операторҳо бо вақт. Интегралҳои ҳаракат.

9. **Алоқаи механикаи квантӣ бо механикаи классикӣ.** Муодилаҳои ҳаракат дар механикаи квантӣ. Теоремаҳои Эренфест. Гузариш аз муодилаҳои квантӣ ба муодилаҳои Нютон.

10. **Асосҳои назарияи тасвирҳо.** Тасвирҳои гуногуни ҳолати системаҳои квантӣ. Тасвирҳои гуногуни операторҳои бузургҳои механикӣ.

11. **Механикаи квантӣ дар шакли матритсагӣ.** Ёфтани қимати миёна ва спектри бузургие, ки оператори он ба шакли матритса дода шудааст. Муодилаи Шредингер ва вобастагии операторҳо дар шакли матритсагӣ.

12. **Масъалаҳои квантии саҳеҳ ҳалшаванда.** Оссилатори гармоникӣ. Зарра дар чохи беохир чуқур.

13. **Спини электрон.** Исботи эксперименталии мавҷудияти спини электрон. Оператори спини электрон.

14. **Методҳои тақрибии ҳалли масъалаҳои квантӣ.** Назарияи ошубҳо (тақриби яқум ва дуҷум). Принсипи вариатсионии Ритс..

15. **Системаи зарраҳои яхсела.** Принсипи айнияти микррозарраҳо. Ҳолатҳои симметрии ва антисимметрии зарраҳои Бозе ва Ферми. Принсипи Паули.

16. **Муодилаҳои квантии релятивӣ.** Муодилаи Клейн-Гордон-Фок. Муодилаи Дирак. Матритсаҳои Дирак.

## 2.4. МУНДАРИҶАИ КОРИ МУСТАҚИЛОНАИ ДОНИШЧӢ

Кори мустақилонаи донишчӯ - ҳамчун амали донишчӯ дар чодаи мустақилона азхуд намудани барномаи таълимии фан аз рӯи мавзӯҳо ва супоришҳои пешбинишуда ба шумор рафта, аз ҷониби муассисаи таҳсилоти олии касбӣ (кафедра) бо адабиёти таълимию методӣ ва дастурҳо пурра таъмин гардонида мешавад. Кори мустақилонаи донишчӯ дар шароити татбиқи низоми кредитии таҳсилот дар ду шакл иҷро карда мешавад:

- кори мустақилонаи донишчӯ бо роҳбарии омӯзгор (КМРО);
- кори мустақилонаи донишчӯ (КМД).

### ***МУНДАРИҶАИ КМРО***

Машғулияти амалӣ яке аз шаклҳои фаъолияти таълимии донишчӯён ба шумор рафта, алоқамандии мантиқиро бо таълими назариявӣ, ба самти амалия равон сохтани фанҳои таълимии алоҳида ва тайёрии пурраи донишчӯёнро ҳамчун мутахассис таъмин менамояд. Дар машғулияти амалӣ донишчӯён қоида ва усулҳои истифодабарии амалии донишҳои ба таври назариявӣ аз фанни таълимӣ азхуднамударо омӯхта, маҳорат ва малакаи ҳалли масъалаҳои мушаххасро дар асоси маълумоти илмии гирифтаашон дар худ ташаккул медиҳанд.

Мақсад аз гузаронидани КМРО ташаккул додани қобилияти дарккунӣ, ба таври эҷодӣ ва мустақилона фикр рондани донишчӯён буда, дар рафти он мустаҳкамкунӣ, васеъгардонӣ ва шарҳи донишҳои ба таври назариявӣ гирифта ба амал меояд, ки бояд ба ташаккул ёфтани салоҳиятҳои касбии донишчӯён мусоидат кунад.

Кори мустақилонаи донишчӯ бо роҳбарии омӯзгор - дар шакли супоришҳои тестӣ, реферат, маҷмӯи вазифаҳои хонагӣ, эссе, муаррифӣ (презентатсия)-и маводи ҷамъоварда, дифои қор (лоиха)-ҳои курсӣ, ҳисобот оид ба таҷрибаомӯзӣ ва ғайра иҷро гардида, аз тарафи омӯзгор баҳогузорӣ мешавад.

| Мавзӯ   | ҳафта | Мундариҷаи машғулиятҳои амалӣ (КМРО)  |
|---|-------|---|
|   |       | <b>Ҳалли масъалаҳо аз механикаи квантӣ</b>  |
| Мавзӯи 1. <b>Асосҳои эксперименталии механикаи квантӣ.</b>  | I     | Назарияи квантии рушноӣ.  |
| Мавзӯи 2. <b>Асосҳои физикии механикаи квантӣ.</b> Маънидоди статистикӣ мавҷҳои де Бройл. Эҳтимолияти ҷойгиршавии микроразра. Принсипи суперпозитсияи ҳолатҳо.  | II    | Барориши формулаи Комптон.  |
| Мавзӯи 3. <b>Ҳолатҳои квантӣ.</b> Ҳолатҳои тоза, мекта ва чигил. Эҳтимолияти импульси микроразра. Қимати миёнаи функсияи координатаҳо ва импульсҳо. Ансамблҳои статистикӣ механикаи квантӣ. Таносуби номуайяниҳо. | III   | Баҳододи афтиши электрон ба ядроӣ атом дар асоси электродинамикаи классикӣ. Паҳншавии гурӯҳи мавҷ.  |
| Мавзӯи 4. <b>Аппарати математикии механикаи квантӣ.</b>   | IV    | Назарияи нимклассикӣ Бор барои атоми гидроген. Шарҳи нормиронӣ ва истифодаи он дар ҳалли масъалаҳо. |

|   |      |  |
|---|------|--|
| Тасвири бузургиҳои механикӣ ба воситаи операторҳо. Формулаи умумӣ барои қимати миёна ва миёнаи майли квадратӣ.  |      |  |
| Мавзуи 5. <b>Хосиятҳои умумии операторҳо.</b> Қиматҳои хусусӣ ва функцияҳои хусусии операторҳо. Хосиятҳои асосии функцияҳои хусусӣ. Шартҳои дар як вақт ченшавандагии бузургиҳои механикии гуногун.                 | V    | Баҳодихии бузургиҳои физикӣ ба воситаи таносуби номуайяниҳо.                                   |
| Мавзуи 6. <b>Операторҳои бузургиҳои физикӣ.</b> Операторҳои координата ва импулси микрозарра. Оператори моменти импулси микрозарра. Оператори энергия ва функцияи Гамильтон. Гамильтониан.                          | VI   | Амалҳо ба операторҳо.  |
| Мавзуи 7. <b>Тағирёбии ҳолат бо вақт.</b> Муодилаи Шредингер. Бақои мондани адади зарраҳо. Ҳолатҳои статсионарӣ.  | VII  | Ёфтани қиматҳои хусусӣ ва функцияҳои хусусии операторҳо.                                       |
| Мавзуи 8. <b>Тағирёбии бузургиҳои механикӣ бо вақт.</b> Ҳосилаи операторҳо бо вақт. Интегралҳои ҳаракат.  | VIII | Ёфтани интегралҳои ҳаракат барои мавридҳои гуногун.  |
| Мавзуи 9. <b>Алоқаи механикаи квантӣ бо механикаи классикӣ.</b> Муодилаҳои ҳаракат дар механикаи квантӣ. Теоремаҳои Эренфест. Гузариш аз муодилаҳои квантӣ ба муодилаҳои Нютон.                                     | IX   | Муҳокимаи теоремаҳои Эренфест.   |
| Мавзуи 10. <b>Асосҳои назарияи тасвирҳо.</b> Тасвирҳои гуногуни ҳолати системаҳои квантӣ. Тасвирҳои гуногуни операторҳои бузургиҳои механикӣ.   | X    | Ҳалли муодилаи Шредингер барои мавридҳои соддатарин..  |
| Мавзуи 11. <b>Механикаи квантӣ дар шакли матритсагӣ.</b> Ёфтани қимати миёна ва спектри бузургии, ки оператори он ба шакли матритса дода шудааст. Муодилаи Шредингер ва вобастагии операторҳо дар шакли матритсагӣ. | XI   | Ҳалли масъалаҳо бо роҳи диагонализатсияи Гамильтониан.   |
| Мавзуи 12. <b>Масъалаҳои квантии саҳеҳ ҳалшаванда.</b> Оссилатори гармоникӣ. Зарра дар чоҳи беохир чуқур.   | XII  | Ҳалли масъалаҳо оиди оссилатор ва ротатори квантӣ  |
| Мавзуи 13. <b>Спини электрон.</b> Ишботи эксперименталии мавҷудияти спини электрон. Оператори спини электрон.   | XIII | Омӯзиши хосиятҳои матрисаҳои спинии Паули  |
| Мавзуи 14. <b>Методҳои тақрибии ҳалли масъалаҳои квантӣ.</b> Назарияи ошубҳо (тақриби яқум ва дуҷум). Принсипи вариатсионии Ритс.   | XIV  | Ҳалли масъалаҳо ба воситаи назарияи ошубҳо   |
| Мавзуи 15. <b>Системаи зарраҳои якхела.</b> Принсипи айнияти микрозарраҳо. Ҳолатҳои симметрӣ ва антисимметрӣ. Зарраҳои Бозе ва Ферми. Принсипи Паули.   | XV   | Тартиб додани функцияҳои мавҷии симметрӣ ва антисимметрӣ. Ҳалли масъалаҳо оиди принсипи Паули. |

|   |     |   |
|---|-----|---|
| Мавзуи 16. Муодилаҳои квантии релятивӣ. Муодилаи Клейн-Гордон-Фок. Муодилаи Дирак. Матритсаҳои Дирак. | XVI | Ҳалли муодилаи Дирак барои зарраи озод. Пешгуии позитрон. |
| Чамъ  |     | 16  |

### 2.5. Шарҳи мухтасари супоришҳо барои кори мустақилонаи донишҷӯ (КМД)

Корҳои мустақилонаи донишҷӯ (КМД) тарзи фаъол ва мақсадноки аз худ намудани дониш, ташаккул додани малака ва маҳорати сермаҳсули эҷодии ӯ бе иштироки фаъоли омӯзгор дар ин раванд мебошад. Тамоми навъҳои корҳои мустақилонаи донишҷӯ ҳатмӣ ва назоратшаванда мебошанд. Корҳои мустақилонаи донишҷӯ омода гардидани донишҷӯро ба машғулиятҳои дарсии ҷорӣ таъмин менамоянд. Натиҷаи иҷрои корҳои мустақилонаи донишҷӯ дар фаъолони ширкат варзидан ҳангоми баргузор шудани машғулиятҳои аудитори лексионӣ-назариявӣ ва амалӣ, семинарҳо, корҳои лабораторӣ ва супурдани тестҳо ва дигар шаклҳо ифода мегардад. Баҳои дар натиҷаи иҷрои корҳои мустақилона бадастovarдаи донишҷӯён барои баҳои ҷамъбасти азхудкунии фанҳои таълимӣ аз ҷониби онҳо асос мегардад. Ҷамъбасти натиҷа ва баҳодихӣ ба корҳои мустақилонаи донишҷӯ муттасил, давра ба давра дар ҳузури тамоми донишҷӯёни гурӯҳи академӣ амалӣ гардонидани мешавад. Натиҷаҳои бадастovarдаи донишҷӯ оид ба корҳои мустақилона ҳангоми гузаронидани аттестатсияи ҷамъбасти аз рӯи фанни таълимӣ ба эътибор гирифта мешаванд.

Тарзҳои иҷро намудани корҳои мустақилонаи донишҷӯ дар асоси барномаҳои таълимии фанни “механикаи квантӣ” ва нақшаи таълимии ихтисиси мазкур чунин муқаррар карда шудааст:

| Номгӯи мавзуҳои дарсӣ   | Супориш   | Ҳаҷм ва тартиби барасмиятдорони корҳо                                    |
|---|---|--|
| Мавзӯи 1. Шиносоӣ бо экспериментҳо бо нейтронҳои сустҳаракат.                     | Вазифаи ҳонагӣ – Маълумот оиди ин экспериментҳо.                                    | Супоридани маърузаи ҳаттӣ ва ҷавоб додан ба саволҳо (на кам аз 3-4 сах.) |
| Мавзӯи 2. Эффеќти туннелӣ.  | Вазифаи ҳонагӣ – 3. тавсифи квантомеханикии эффеќти туннелӣ.                        | Супоридан дар шакли ҳаттӣ ва расм  |
| Мавзуи 3. Дифраксияи микрозарраҳо аз ду тарқиш.                                   | Вазифаи ҳонагӣ- Маълумот оиди дифраксияи микрозарраҳо аз ду тарқиш ва маънидоди он. | Супоридан дар шакли ҳаттӣ  |
| Мавзуи 4. Шакли саҳеҳи таносуби номуайяниҳо.                                      | Вазифаи ҳонагӣ – Исботи шакли саҳеҳи таносуби номуайяниҳо.                          | Супоридан дар шакли ҳаттӣ.   |
| Мавзуи 5. Алгебраи операторҳо.  | Вазифаи ҳонагӣ- Омӯзиши амалҳои ҷамъ ва зарби операторҳо.                           | Супоридан дар шакли ҳаттӣ  |
| Мавзуи 6. Гамилтониани зарраи заряднок дар майдони электромагнитӣ.                | Вазифаи ҳонагӣ- Навишти математикии Гамилтониани зарраи заряднок.                   | Супоридан дар шакли ҳаттӣ.   |
| Мавзуи 7. Инвариантнокии градиенти муодилаи Шредингер.                            | Вазифаи ҳонагӣ- Омӯзиши рафтори муодилаи Шредингер ҳангоми табили потенциалҳо.      | Супоридан дар шакли ҳаттӣ.   |
| Мавзуи 8. . Алокаи қонунҳои бақо бо симметрияи фазо ва вақт.                      | Вазифаи ҳонагӣ- Нишон додани алокаи қонунҳои бақо дар мавриди квантӣ.               | Супоридан дар шакли ҳаттӣ  |
| Мавзуи 9. Гузориши масъалаи пароканиш. Бурриши дифференсиалии пароканиши чандир.. | Вазифаи ҳонагӣ – омӯзиши пароканиши зарраҳои квантӣ.                                | Супоридан дар шакли ҳаттӣ.   |
| Мавзуи 10. Қонунҳои бақо дар механикаи квантӣ.                                    | Вазифаи ҳонагӣ- Барориши қонунҳои бақо дар мееханикаи квантӣ.                       | Супоридан дар шакли ҳаттӣ  |
| Мавзуи 11. Шаклинвариантнокии муодилаи Шредингер нисбат ба табилоти Галилей.      | Вазифаи ҳонагӣ – Омӯзиши рафтори муодилаи Шредингер нисбат ба табилоти Галилей.     | Супоридан дар шакли ҳаттӣ  |
| Мавзуи 12. Оператори Гамилтон дар системаи координатаҳои сферӣ.                   | Вазифаи ҳонагӣ- тарзи навишти Гамилтониан дар системаи сферӣ.                       | Супоридан дар шакли ҳаттӣ.   |



|  |   |                            |
|--|---|----------------------------|
| Мавзуи 13. . Шабеҳиятҳои оптикӣ дар механикаи квантӣ.                | Вазифаи хонагӣ- . Маълумот дар бораи шабеҳиятҳои оптикӣ дар механикаи квантӣ. | Супоридан дар шакли хаттӣ  |
| Мавзуи 14. Интегралҳои ҳаракат.                                      | Вазифаи хонагӣ- Шиносоӣ бо интегралҳои ҳаракат барои мавридҳои гуногун        | Супоридан дар шакли хаттӣ. |
| Мавзуи 15. Муодилаи Клейн-Гордон-Фок.                                | Вазифаи хонагӣ- Мушкилоти маънидоди квантомеханикаи муодилаи КГФ.             | Супоридан дар шакли хаттӣ  |
| Мавзуи 16. Ҳалли муодилаи Дирак барои зарраи озод. Пешгуии позитрон. | Вазифаи хонагӣ- Ёфтани ҳалли муодилаи Дирак                                   | Супоридан дар шакли хаттӣ. |

### ФАСЛИ III: СИЁСАТ ВА РАВАНДИ БАҲОГУЗОРӢ

Баҳо мувофиқи Низомномаи амалкунанда оид ба низоми кредитии таълим гузошта мешавад. Ҳар ҳафта назорати ҷорӣ аз болои иштироки донишҷӯён дар дарсҳои лексионӣ ва амалӣ, фаъолнокӣ дар КМРО, иҷрои вазифаҳои хаттии хонагӣ ва супоришҳо барои КМД барпо мегардад. Дар охири семестр имтиҳони ҷамъбасти дар шаклҳои гуногун (тестӣ, шифохӣ, хаттӣ ва ғ. гузаронида мешавад.

Шумо дар охири нимсола баҳои ҷамъбасти умумиро соҳиб мегардед, ки он нишондиҳандаи натиҷаҳои кӯшишҳоятон дар муддати нимсола мебошад. Баҳои ҷамъбасти дар асоси ҷадвали баҳогузорӣ, ки аз ҷониби Шурои олимони донишгоҳ муайян шудааст, гузошта мешавад.

Фаъолияти академии донишҷӯ дар ҳар як давр (ҳар ҳафта:  $2,5 + 6 + 4 = 12,5$  ҳол).

Аз ҷумла: 4 ҳол – барои фаъолнокӣ дар машғулиятҳо лексионӣ;

6 ҳол – барои корҳои иҷрошуда доир ба КМРО (семинар, амалӣ ва ғ.);

2,5 ҳол – барои иҷрои кори мустақилона (КМД).

Муайян намудани рейтингҳои донишҷӯ дар аттестатсияи ҷамъбасти, имтиҳони фанни таълимӣ низ дар асоси талаботи низоми ҳолдҳои-рейтингии ECTS ба амал оварда мешавад.

Аттестатсияи ҷамъбасти, имтиҳон доир ба фанни таълимӣ дар шакли тестӣ ё шифохӣ қабул ва гузаронида мешавад. Ҳаҷми саволномаи тестӣ дар аттестатсияи ҷамъбасти, имтиҳонӣ фанни таълимӣ ба 25 савол баробар аст. Барои фанҳои таълимии равияҳои илмҳои дақиқ аз ин камтар иҷозат дода мешавад.

Ба ҳар як ҷавоби дуруст – 4 ҳол муқаррар карда шудааст. Агар тест аз 25 савол камтар бошад, ҳоли муқараргашта бояд ба 100 баробар карда шавад.

Ҳолҳои дар рафти қабули аттестатсияи ҷамъбасти, имтиҳони фанни таълимӣ бадастovarдаи донишҷӯ ҳамчун ҷамъии ҳолҳои санҷиши тестӣ доништа шудааст. Ҳолҳои рейтингии дар аттестатсияи ҷамъбасти, имтиҳони фанни таълимӣ бадастovarдаи донишҷӯ ба ҳолҳои дар давоми семестр азхудкардаи ӯ илова карда мешаванд.

Баҳое, ки доир ба фан гузошта мешавад, ҷамъии ҳолҳои дар давоми ҳафтаҳо бадастovarдашуда ва натиҷаи имтиҳоноти ҷамъбасти мебошад. Ҳолҳо ба таври зер тақсим карда мешаванд:

| № | НАМУДИ НАЗОРАТ  | ҲАФТАҲО ВА МИҚДОРИ ҲАДДИ АҚҚАЛИ ҲОЛҲО |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | ИҶ  | Σ<br>ҲОЛҲО |
|---|---|---------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|------------|
|   |   | 1                                     | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   | 12   | 13   | 14   | 15   | 16   |     |            |
| 1 | Барои фаъолнокӣ дар машғулиятҳо лексионӣ                  | 4                                     | 4    | 4    | 4    | 4    | 4    | 4    | 4    | 4    | 4    | 4    | 4    | 4    | 4    | 4    | 4    |     | 64         |
| 2 | Барои корҳои иҷрошуда доир ба КМРО (семинар, амалӣ ва ғ.) | 6                                     | 6    | 6    | 6    | 6    | 6    | 6    | 6    | 6    | 6    | 6    | 6    | 6    | 6    | 6    | 6    |     | 96         |
| 3 | Барои корҳои иҷрошуда доир ба КМД                         | 2,5                                   | 2,5  | 2,5  | 2,5  | 2,5  | 2,5  | 2,5  | 2,5  | 2,5  | 2,5  | 2,5  | 2,5  | 2,5  | 2,5  | 2,5  | 2,5  |     | 40         |
| 4 | Дар ҳафта   | 12,5                                  | 12,5 | 12,5 | 12,5 | 12,5 | 12,5 | 12,5 | 12,5 | 12,5 | 12,5 | 12,5 | 12,5 | 12,5 | 12,5 | 12,5 | 12,5 |     | 200        |
| 5 | Ҳамагӣ дар маҷмӯъ   |                                       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 100 | 300        |

Баҳои ҷамъбасти доир ба фан тибки формулаи зер ҳисоб карда мешавад:

$$Ич = \left[ \frac{(ИФ_1 + ИФ_2)}{2} \right] \cdot 0,5 + Ич \cdot 0,5$$

#### Ифодаи ҳуруфӣ ва ададии баҳои донишҷӯ

| Ифодаи ҳуруфии баҳо | Ифодаи ададии баҳо | Холи ҷавобҳои дуруст | Ифодаи анъанавии баҳо |
|---------------------|--------------------|----------------------|-----------------------|
| <i>A</i>            | 4,0                | $95 \leq A \leq 100$ | Аъло                  |
| <i>A -</i>          | 3,67               | $90 \leq A < 95$     |                       |
| <i>B +</i>          | 3,33               | $85 \leq B + < 90$   | Хуб                   |
| <i>B</i>            | 3,0                | $80 \leq B < 85$     |                       |
| <i>B -</i>          | 2,67               | $75 \leq B - < 80$   |                       |
| <i>C +</i>          | 2,33               | $70 \leq C + < 75$   | Қаноатбахш            |
| <i>C</i>            | 2,0                | $65 \leq C < 70$     |                       |
| <i>C -</i>          | 1,67               | $60 \leq C - < 65$   |                       |
| <i>D +</i>          | 1,33               | $55 \leq D + < 60$   |                       |
| <i>D</i>            | 1,0                | $50 \leq D < 55$     | Ғайриқаноатбахш       |
| <i>Fx</i>           | 0                  | $45 \leq Fx < 50$    |                       |
| <i>F</i>            | 0                  | $0 \leq F < 45$      |                       |

Эзоҳ: *Fx* - баҳои ғайриқаноатбахшест, ки ба донишҷӯ ҳуқуқи дар омӯзиши такрорӣ фан иштирок накарда, дар триместр (сессияи иловагӣ) бе пардохти маблағ супоридани имтиҳони фанни мазкурро медиҳад.

**Сару либоси тавсиявӣ ва иштироки донишҷӯён** дар тамоми машғулиятҳои дарсӣ (лексионӣ, семинарӣ, лабораторӣ ва ғ.) ҳатмӣ мебошад. Ба дарсҳо омадан худ аз худ зиёдшавии ҳолҳоро наметавонад, яъне иштироки фаъоли донишҷӯ ба дарсҳо зарур аст. Ҳангоми роҳ додан ба дарсшиканӣ ва ё сари вақт иҷро накардани супоришҳои аз ҷониби омӯзгор муқарраршуда донишҷӯ тавассути ҳолҳои муайян ҷарима карда мешавад.

**Фаъолнокӣ** дар дарсҳои аудиторӣ ва КМРО ҳатмӣ буда, яке аз ташкилдихандагони холи ҷамъбасти донишҷӯ мебошад. Талаботи ҳатмии фан тайёрӣ ба ҳар як дарс мебошад. Зеро натиҷаи аз рӯи машғулиятҳои аудиторӣ амалӣ бадастовардаи донишҷӯ, ҳолҳои дар давоми баргузор гардидани машғулиятҳои дарсии ҷорӣ бадастовардаи ўро ташкил медиҳанд. Донишҷӯ дар натиҷаи азхудкунии фанни таълимӣ дар машғулиятҳои аудиторӣ, иштирок ва фаъолнокӣ – 64 ҳол, корҳои мустақилонаи донишҷӯ бо роҳбарии омӯзгор (семинарӣ, амалӣ ва ғ.) – 96 ҳол ва барои КМД 40 холи имконпазирро дар ҳар як давраи академӣ ба даст орад.

**Вазифаи ҳаттии ҳонагӣ** иҷрои корҳои мустақилона ва навиштани кори мустақилона (иншо) вобаста ба мавзӯи додашуда мебошад. Иҷрои рефератҳо барои тамоми донишҷӯён ҳатмист. Меъёрҳои баҳогузори кори ҳаттӣ: пуррагии мундариҷа, андоза, мантиқи баён, доштани таҳлили ва ҳулосаҳо, саривақт супоридан.

**Назорати марҳилавӣ** ҳамаи мавзӯҳои лексионӣ, вазифаҳои ҳонагӣ ва маводҳо барои хондан, ки дар муддати он баррасӣ гардидааст, дарбар мегирад ва дар шакли тестҳо ва баҳсу мунозираҳо вобаста ба мавзӯҳои омӯхташуда амалӣ гардонида мешавад.

**Имтиҳони фосилавӣ** - шакли назоратест, ки бо мақсади муайян намудани дараҷаи азхудкунии барномаи фанни таълимӣ аз ҷониби донишҷӯён дар давоми ҳар як даври академӣ ду маротиба гузаронида мешавад. Имтиҳони фосилавӣ аз ҷониби омӯзгорони фаннӣ дар марказҳои тести донишгоҳ ба таври тестӣ гузаронида мешавад.

**Имтиҳони ҷамъбасти (финалӣ)** дар шакли шифохӣ ё ҳаттӣ баргузор мегардад ва шаклҳои гуногуни супоришҳо дарбар мегирад: саволҳои кушода, ҳалли мисолу масъалаҳо. Меъёри гузоштани баҳои имтиҳонӣ: пуррагӣ ва дурустии ҷавобҳо, мантиқ ва тарзи баён.

#### ФАСЛИ IV: ТАЪМИНОТИ ТАЪЛИМӢ-МЕТОДИИ ФАН

#### **4.1. Рўйхати маводҳои таълимӣ-методиё, ки аз тарафи устоди кафедра омода шудааст:**

1. Ф.Х. Ҳақимов М.Насриддинов, Ш. Шокиров. Механика квантӣ, қисми 1-2., Д. УДТ, 1979.

#### **4.2. Рўйхати адабиёти тавсияшаванда**

##### **4.2.1. Адабиёти асосӣ**

А1. Д.И. Блохинцев, “Основы квантовой механики”, М., “Высшая школа”, 1976 г

А2. Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц, Курс теоретической физики, Т. 3 Квантовая механика. Москва., Наука 1974.

А3. А.С. Давыдов Квантовая механика, Физматгиз, 1963.

А4. М. Насриддинов, Ҳалли масъалаҳо аз механикаи квантӣ. Қисми 1-2. Д., “Маориф”. 1992.

##### **4.2.1. Адабиёти иловагӣ**

И1. А.А. Соколов, Ю.М. Лоскутов, И.М. Тернов. Квантовая механика, М. «Просвещение», 1965.

И2. И.И. Гольдман, В.Д. Кривченков. Сборник задач по квантовой механике.-М., Гос. Изд.техн-теор.лит.,1957 (и другие издание).

И3. Галицкий В.М., Карнаков Б.М., Коган В.И. Задачи по квантовой механике.- М.: Наука, 1992. – 880с.

И4. Зелевинский В.Л. Лекции по квантовой механике.-Новосибирск, 2002.