



КВАНТОВА МЕХАНІКА

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>10 Природничі науки</i>
Спеціальність	<i>105 Прикладна фізика та наноматеріали</i>
Освітня програма	<i>Прикладна фізика</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>3 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>120 годин/4 кредити, 36 годин лекцій, 36 годин практичних, 48 годин СРС</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Іспит, модульна контрольна робота</i>
Розклад занять	<i>на сайті ipt.kpi.ua</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: д.ф.-м.н. Герасимчук Ігор Вікторович, igor.gera@gmail.com Практичні / Семінарські: Кривенко-Єметов Ярослав Дмитрович, krivemet@ukr.net</i>
Розміщення курсу	<i>e-campus, Zoom</i>

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Метою навчальної дисципліни «Квантова механіка» є створення основи теоретичної підготовки бакалаврів для оволодіння фундаментальними фізичними законами і формування сучасного наукового світогляду.

Завданнями дисципліни є знайомство студентів з принципам та методам квантової механіки, її основними нерелятивістським та релятивістським рівняннями, методами їх розв'язку та застосуванням до найпростіших квантових систем. Вивчення курсу є необхідним етапом загальної фізичної освіти і закладає базу для подальшої спеціалізації.

Знання:

- Знання основних понять нерелятивістської та релятивістської квантової механіки.
- Знання головних підходів до розв'язку рівняння Шрьодінгера для найпростіших квантових систем

Вміння:

- Опису властивостей атомних спектрів, переходів, процесів розсіяння квантових частинок;

Досвід:

- Про сучасний стан в галузі квантової механіки нерелятивістських та релятивістських систем.

Програмні результати навчання:

ПРН 1 Знати і розуміти сучасну фізику на рівні, достатньому для розв'язання складних спеціалізованих задач і практичних проблем прикладної фізики

ПРН 17 Знання основ професійно-орієнтованих дисциплін спеціальності, зокрема ядерної фізики, для розв'язання практичних проблем прикладної фізики.

Фахові компетентності:

ФК 5 Здатність до постійного розвитку компетентностей у сфері прикладної фізики.

ФК 6 Здатність використовувати сучасні теоретичні уявлення в галузі фізики для аналізу фізичних систем.

ФК 7 Здатність використовувати методи і засоби теоретичного дослідження та математичного моделювання в професійній діяльності.

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Дисципліна «Квантова механіка» базується на навичках, отриманих студентами при вивченні таких дисциплін як "Математичний аналіз", «Диференціальні рівняння», «Лінійна алгебра», «Теорія функцій комплексного змінного», «Механіка», «Електрика та магнетизм», «Оптика», «Класична механіка», «Теорія поля» та «Атомна фізика».

Отримані знання та практичні навички та засвоєні під час вивчення навчальної дисципліни «Квантова механіка» теоретичні знання в подальшому можна використовувати під час вивчення інших навчальних дисциплін ОП Прикладна фізика: "Ядерна фізика", "Фізика твердого тіла", та ін.

3. Зміст навчальної дисципліни

РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНІ ПРИНЦИПИ КВАНТОВОЇ МЕХАНІКИ

1.1. Основні поняття теорії лінійних операторів.

Добуток операторів, комутатор операторів, одиничний оператор, обернений оператор, ермітові оператори, унітарні оператори. Зв'язок операторів з фізичними величинами. Квантові дужки Пуассона. Оператор Гамільтона. Рівняння Шрödінгера.

1.2. Теорія представлень.

Матрична форма квантової механіки. Вектор стану як вектор в гільбертовому просторі. Кет- та бра-вектори. Представлення Шрödінгера, Гайзенберга та взаємодії.

1.3. Матрична форма квантової механіки.

Вектор стану як вектор в гільбертовому просторі. Кет- та бра-вектори. Представлення Шрödінгера, Гайзенберга та взаємодії

РОЗДІЛ 2. НАБЛИЖЕНІ МЕТОДИ РОЗВ'ЯЗКУ РІВНЯННЯ ШРЬОДІНГЕРА

2.1. Метод квазікласичного наближення.

Квазікласичний розклад рівняння Шрödінгера. Хвильова функція в квазікласичному наближенні.

2.2. Умови допустимості квазікласичного наближення. Умови квантування Бора-Зоммерфельда.

2.3. Теорія збурень.

Випадок дискретного спектру без виродження. Теорія збурень для двох або більше близьких рівнів. Адіабатична теорія збурень. Варіаційний метод Рітца.

РОЗДІЛ 3. ЕЛЕКТРОН У ЗОВНІШНЬОМУ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОМУ ПОЛІ

3.1. Рівняння Паулі.

Рівняння Паулі. Калібровочна інваріантність. Квантова частинка в однорідному магнітному полі

3.2. Ефект Штарка.

Магнітна сприйнятливості. Ефект Штарка для атома водню. Ефект Штарка у другому порядку теорії збурень.

РОЗДІЛ 4. ТЕОРІЯ КВАНТОВИХ ПЕРЕХОДІВ

4.1. Нестационарна теорія збурень.

Розрахунок ймовірності переходу. Переходи під дією збурення, яке змінюється по гармонічному закону. Ймовірність електромагнітних переходів частинки без спіну. Вимушене і спонтанне випромінювання світла. . Правила відбору для дипольних переходів. Квадрупольні та магнітні переходи. Час життя збудженого стану.

РОЗДІЛ 5. СИСТЕМИ БАГАТЬОХ ЧАСТИНОК

5.1. Тотожність часток у квантовій механіці.

Тотожність часток у квантовій механіці. Принцип Паулі. Схеми Юнга

5.2. Метод вторинного квантування.

Оператори народження та знищення бозонів. Оператор числа частинок. Вектор стану. Оператори фізичних величин. Вторинне квантування для ферміонів. Гармонічний осцилятор

5.3. Метод самоузгодженого поля

Метод Хартрі-Фока. Поняття самоузгодженого поля. Метод Хартрі. Врахування принципу Паулі.

РОЗДІЛ 6. КВАНТОВА ТЕОРІЯ РОЗСІЯННЯ

6.1. Пружне розсіяння часток без спіну.

Функція Гріна для вільної частинки. Амплітуда розсіяння і диференціальний перетин пружного розсіяння частинок. Розрахунок амплітуди розсіяння по теорії збурень.

6.2. Наближені методи

Борнівське наближення. Метод парціальних хвиль. Оптична теорема. Принцип тотожності частинок в задачі розсіяння.

РОЗДІЛ 7. РЕЛЯТИВІСТСЬКА КВАНТОВА МЕХАНІКА

7.1. Рівняння для частинки із спіном 0

Рівняння Клейна-Гордона-Фока. Релятивістськи-інваріантний запис рівняння Клейна-Гордона-Фока. Плосько-хвильові розв'язки рівняння

7.2. Рівняння для частинки із спіном 1/2 (рівняння Дірака).

Обґрунтування рівняння. Рівняння неперервності. Коваріантні структури в теорії Дірака. Розв'язок для вільної діраковської частинки. Нерелятивістське наближення для рівняння Дірака. Інтерпретація розв'язків з від'ємною енергією. Відкриття позитрона.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базові навчальні матеріали:

1. Квантова механіка : підручник для студентів вищих навчальних закладів / І.О. Вакарчук. 4-е вид., доп., Львів : ЛНУ ім. Івана Франка, 2012
<http://old.physics.lnu.edu.ua/depts/KTF/books/QM4/QM4.pdf>
2. Давидов, О.С. Квантова механіка, К.: Академперіодика, 2012, 706 с.
3. Кобушкін О.П. Квантова механіка. Навчальний посібник // Київ: НТУУ «КПІ», 2016. – 263 с.
<https://ela.kpi.ua/handle/123456789/18348>
4. Кобушкін, О. П. Збірник задач з квантової механіки [Електронний ресурс] : навчальний посібник / О. П. Кобушкін, Я. Д. Кривенко-Еметов ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 670 Кбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 110 с. – Назва з екрану. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/32135>

Додаткові джерела:

1. Л.Д.Ландау, Е.М.Лифшиц, Теоретическая физика. Т.3. Квантовая механика, М.: Физматлит, 2001.
2. В.Г.Левич, Ю.А.Вдовин и В.А.Мямлин, Курс теоретической физики. Т.ІІ. М.: «Наука», 1971.
3. И.Блохинцев, Основы квантовой механики. М.: «Высшая школа», 1963.
4. Энрико Ферми, Квантовая механика. М.: «Мир», 1965.
5. В.М.Галицкий, Б.М.Карнаков, В.И.Коган, Задачи по квантовой механике. М.: «Наука», 1981.
6. Сборник задач по теоретической физике. Л.Г.Гречко и др. М.: «Высшая школа», 1972.
7. П.Е.Елютин и В.Д.Кривченков, Квантовая механика с задачами. М.: «Физматлит», 2001.
8. Дж.Д.Бьёркен и С.Д.Дрелл, Релятивистская квантовая теория. Т.1, М. «Наука», 1978.
9. Г.Бейтмен и А.Эрдейи, Высшие трансцендентные функции. Т. 1 и 2, М.: «Наука», 1973.Иродов И.Е. Механика. -М.-С-П: "Физматлит", 2001.

Навчальний контент

1. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Назви змістових модулів і тем
<i>Розділ 1. Загальні принципи квантової механіки та стаціонарні системи</i>
<i>Тема 1.1. Головні положення</i>
<i>Тема 1.2. Квазікласичне наближення</i>
<i>Тема 1.3. Теорія представлень</i>
<i>Тема 1.4. Оператор моменту кількості руху в матричному представленні</i>
<i>Тема 1.5. Квантова частинка в центральному полі</i>
<i>Тема 1.6. Наближені методи розв'язання Шрьодінгера</i>
<i>Розділ 2. Нестационарні квантові системи, системи багатьох частинок та квантова теорія розсіяння</i>
<i>Тема 2.1. Електрон у зовнішньому електромагнітному полі</i>
<i>Тема 2.2. Нестационарна теорія збурень</i>
<i>Тема 2.3. Системи багатьох частинок</i>
<i>Тема 2.4. Метод вторинного квантування</i>
<i>Тема 2.5. Квантова теорія розсіяння</i>

ЛЕКЦІЙНІ ЗАНЯТТЯ

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу та завдання на СРС)
1	Основні поняття теорії лінійних операторів. Добуток операторів, комутатор операторів, одиничний оператор, обернений оператор, ермітові оператори, унітарні оператори. Зв'язок операторів з фізичними величинами. Квантові дужки Пуассона. Оператор Гамільтона. Рівняння Шрьодінгера.
Література:	[2], стор. 15-34, [4], стор. 5-23
Завдання на СРС:	Оператори координати, імпульсу та кутового моменту. Вивчення матеріалу лекції. Задачі.
2	Метод квазікласичного наближення. Квазікласичний розклад рівняння Шрьодінгера. Хвильова функція в квазікласичному наближенні.
Література:	[2], стор. 89-94, [4], стор. 28-36
Завдання на СРС:	Хвильова функція у класично допустимій та класично недопустимій областях. Вивчення матеріалу лекції. Задачі.
3	Метод квазікласичного наближення (продовження). Умови допустимості квазікласичного наближення. Умови квантування Бора-Зоммерфельда.
Література:	[2], стор. 94-105, [4], стор. 117-123
Завдання на СРС:	Гармонічний осцилятор в квазікласичному наближенні. Вивчення матеріалу лекції. Задачі.
4	Теорія представлень. Вектор стану як вектор в гільбертовому просторі. Кет- та бра-вектори. Представлення Шрьодінгера, Гайзенберга та взаємодії.
Література:	[2], стор. 106-119, [4], стор. 24-28
Завдання на СРС:	Представлення Шрьодінгера, Гайзенберга та взаємодії. Вивчення матеріалу лекції. Задачі.
5	Матрична форма квантової механіки. Вектор стану як вектор в гільбертовому просторі. Кет- та бра-вектори. Представлення Шрьодінгера, Гайзенберга та взаємодії.
Література:	[2], стор. 119-128, [4], стор. 28-36
Завдання на СРС:	Оператори координати та імпульсу в матричному представленні. Вивчення матеріалу лекції. Задачі.
6	Оператор моменту кількості руху в матричному представленні. Знаходження матричних елементів компонент оператора моменту кількості руху. Матричні елементи компонент моменту $j=1/2$. Матриці Паулі. Властивості спінів.
Література:	[2], стор. 119-128, [4], стор. 28-36
Завдання на СРС:	Матричні елементи компонент моменту $j=1$. Вивчення матеріалу лекції.

СРС:	Задачі.
7	Квантова частинка в центральному полі. Радіальне рівняння Шрьодінгера. Знаходження енергетичних рівнів і хвильових функцій атома водню. Густина розподілу електронної «хмари» в атомі водню.
Література:	[2], стор. 119-128, [4], стор. 28-36
Завдання на СРС:	Хвильові функції для неперервного спектру електрона в кулонівському полі. Вивчення матеріалу лекції. Задачі.
8	Наближені методи розв'язання стаціонарного рівняння Шрьодінгера. Теорія збурень, випадок дискретного спектру без виродження. Теорія збурень для двох або більше близьких рівнів.
Література:	[2], стор. 94-105, [4], 117-123
Завдання на СРС:	Вивчення матеріалу лекції. Задачі.
9	Наближені методи розв'язання стаціонарного рівняння Шрьодінгера (продовження). Адіабатична теорія збурень. Варіаційний метод Рітца.
Література:	[2], стор. 205-211
Завдання на СРС:	Вивчення матеріалу лекції. Задачі.
10	Електрон у зовнішньому електромагнітному полі. Рівняння Паулі. Калібровочна інваріантність. Квантова частинка в однорідному магнітному полі. Ефект Штарка для атома водню.
Література:	[2], стор. 312-320, [4], стор. 134-146, 211-222
Завдання на СРС:	Магнітна сприйливість. Ефект Штарка у другому порядку теорії збурень. Вивчення матеріалу лекції. Задачі.
11	Нестационарна теорія збурень. Розрахунок ймовірності переходу. Переходи під дією збурення, яке змінюється по гармонічному закону. Ймовірність електромагнітних переходів частинки без спіну.
Література:	[2], стор. 321-325, [2], стор. 331-347
Завдання на СРС:	Вимушене і спонтанне випромінювання світла. Квадрупольні та магнітні переходи. Час життя збудженого стану. Вивчення матеріалу лекції. Задачі.
12	Системи багатьох частинок. Тотожність часток у квантовій механіці. Принцип Паулі. Схеми Юнга.
Література:	[2], стор. 377-385
Завдання на СРС:	Вивчення матеріалу лекції. Задачі.
13	Системи багатьох частинок (продовження). Розрахунок енергії атома з багатьма електронами методом Хартрі-Фока. Самоузгоджене поле. Метод Хартрі. Врахування принципу Паулі.
Література:	[2], стор. 390-401
Завдання на СРС:	Орто- та пара-гелій. Вивчення матеріалу лекції. Задачі.
14	Метод вторинного квантування. Метод вторинного квантування для тотожних бозонів. Оператори народження, знищення та числа частинок.

	<i>Оператор числа частинок. Вектор стану. Оператори фізичних величин. Вторинне квантування для ферміонів.</i>
<i>Література:</i>	<i>[2], стор. 612-618</i>
<i>Завдання на СРС:</i>	<i>Гармонічний осцилятор в представлені чисел заповнювання. Вивчення матеріалу лекції. Задачі.</i>
15	<i>Квантова теорія розсіяння. Функція Гріна для вільної частинки. Амплітуда розсіяння і диференційний перетин пружного розсіяння частинок. Розрахунок амплітуди розсіяння по теорії збурень.</i>
<i>Література:</i>	<i>[2], стор. 418-428, [4], стор. 147-159</i>
<i>Завдання на СРС:</i>	<i>Вивчення матеріалу лекції. Задачі.</i>
16	<i>Квантова теорія розсіяння (продовження). Борнівське наближення. Метод парціальних хвиль. Оптична теорема. Принцип тотожності частинок в задачі розсіяння.</i>
<i>Література:</i>	<i>[2], стор. 428-437, [4], стор. 159-176</i>
<i>Завдання на СРС:</i>	<i>Умови допустимості Борнівського наближення. Вивчення матеріалу лекції. Задачі.</i>
17	<i>Основи релятивістської квантової механіки. Рівняння Клейна-Гордона-Фока. Релятивістськи-інваріантний запис рівняння Клейна-Гордона-Фока. Плосько-хвильові розв'язки рівняння.</i>
<i>Література:</i>	<i>[2], стор. 219-223</i>
<i>Завдання на СРС:</i>	<i>Вивчення матеріалу лекції. Задачі.</i>
18	<i>Основи релятивістської квантової механіки (продовження). Рівняння Дірака. Обґрунтування рівняння. Рівняння неперервності. Коваріантні структури в теорії Дірака. Розв'язок для вільної діраковської частинки. Нерелятивістське наближення для рівняння Дірака. Інтерпретація розв'язків з від'ємною енергією. Відкриття позитрона.</i>
<i>Література:</i>	<i>[2], стор. 265-277, [4], стор. 177-189</i>
<i>Завдання на СРС:</i>	<i>Діраковська частинка у зовнішньому електромагнітному полі. Вивчення матеріалу лекції. Задачі.</i>

ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ

Основні завдання циклу практичних занять: надання знань по розв'язку задач з квантової механіки.

<i>№ з/п</i>	<i>Назва теми заняття та перелік основних питань (перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу та завдання на СРС)</i>
1-2	<i>Загальні принципи квантової механіки. Теорія лінійних операторів.</i>
<i>Література:</i>	<i>[3], [4]</i>
<i>Завдання на СРС:</i>	<i>[3], задачі 1.10-1.16, 2.10-2.17; [4]</i>
3-4	<i>Теорія представлень.</i>

Література:	[3], [4]
Завдання на СРС:	[3], задачі 5.6-5.9; [4]
5	Теорія кутового моменту.
Література:	[3], [4]
Завдання на СРС:	[3], задачі 6.5-6.10; [4]
6-7	Метод квазікласичного наближення.
Література:	[3], [4]
Завдання на СРС:	[3], задачі 4.5-4.11; [4]
8-9	Теорія збурень. Адіабатична теорія збурень. Метод Рітца.
Література:	[3], [4]
Завдання на СРС:	[3], задачі 8.5-8.6, 9.2-9.3; [4]
10-11	Рівняння Паулі.
Література:	[3], [4]
Завдання на СРС:	[3], задачі 10.4-10.6; [4]
12	Ефект Штарка.
Література:	[3], [4]
Завдання на СРС:	[3], [4]
13-14	Нестационарна теорія збурень.
Література:	[3], [4]
Завдання на СРС:	[3], задачі 11.3-11.4; [4]
15-16	Теорія розсіяння.
Література:	[3], [4]
Завдання на СРС:	[3], задачі 13.3-13.4; [4]
17-18	Релятивістська квантова механіка.
Література:	[3], [4]
Завдання на СРС:	[3], задачі 13.3, 13.5-13.6; [4]

2. Самостійна робота студента

Силабус навчальної дисципліни «Квантова механіка» розроблено на основі гнучкого підходу до формування навчальних завдань та видів діяльності, які потрібні студентам для досягнення запланованих результатів навчання з подальшим проектуванням навчального досвіду таким чином, щоб максимально підвищити ефективність навчання студентів в подальшому.

Силабус побудований таким чином, що для виконання кожного наступного завдання студентам необхідно застосовувати навички та знання, отримані у попередньому. При цьому особлива увага приділяється принципу заохочення студентів до активного навчання, у відповідності до якого студенти мають виконувати практичні завдання, які дозволять в подальшому вирішувати реальні проблеми та завдання у професійному житті.

Під час навчання застосовуються:

- стратегії активного і колективного навчання;
 - особистісно-орієнтовані розвиваючі технології, засновані на активних формах і методах навчання (командна робота (*team-based learning*), самостійної роботи та самостійного вивчення окремих тем, що використовуються для виконання нормативної частини дисципліни.
- Самостійна робота включає в себе підготовку до практичних занять.

Політика та контроль

3. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Протягом семестру студент отримує бали за такі види роботи:

Робота на практичних заняттях

Максимальна кількість балів на всіх практичних заняттях дорівнює 30 балів.

На практичному занятті враховується відповідь (розв'язок запропонованої задачі з урахуванням вагового коефіцієнта) від 0 до 2 балів + відповіді на письмове опитування – від 0 до 1 балу.

Модульний контроль

Максимальна кількість балів за контрольну роботу дорівнює 20 бали.

Модульна контрольна робота має 4 питання з вагою 5 бали

Самостійна робота студентів

Максимальна кількість балів за СРС дорівнює 10 бали.

Враховується виконання домашнього завдання та самостійне вивчення матеріалу.

Максимальний рейтинг за семестр складає 60 балів.

Максимальний рейтинг за екзамен складає 40 балів.

Максимальний сумарний рейтинг складає 100 балів.

Розрахунок шкали (R) рейтингу:

Сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає:

$$R_c = 30 + 20 + 10 + 40 = 100 \text{ балів}$$

Умова допуску до екзамену за семестр є рейтинг за семестр не менше 30 балів.

Семестрова атестація студентів

Обов'язкова умова допуску до екзамену		Критерій
1	Поточний рейтинг	$RD \geq 30$
2	Виконання практичних робіт	Max 30

Необов'язкові умови допуску до екзамену:

- Активність на практичних заняттях.
- Позитивний результат першої та другої атестації.
- Відвідування лекційних занять.
- Відвідування практичних занять

Таблиця переведення рейтингових балів до оцінок за університетською шкалою ¹

Рейтингові бали, RD	Оцінка за університетською шкалою	Можливість отримання оцінки «автоматом»
$95 \leq RD \leq 100$	Відмінно	+
$85 \leq RD \leq 94$	Дуже добре	+
$75 \leq RD \leq 84$	Добре	+
$65 \leq RD \leq 74$	Задовільно	+
$60 \leq RD \leq 64$	Достатньо	+
$RD < 60$	Незадовільно	-
Невиконання умов допуску	Не допущено	-

Співбесіда

На останньому за розкладом занятті викладач проводить семестрову атестацію у вигляді співбесіди зі студентами, які не змогли отримати за рейтингом позитивну оцінку, але були допущені до семестрової атестації.

Студенти, які набрали протягом семестру менше ніж 30 балів ($RD < 30$), зобов'язані проходити співбесіду. У цьому разі рейтингова оцінка складається з результатів, отриманих на протязі семестру, та результатів співбесіди.

Студенти, які протягом семестру отримали більш ніж 30 балів, можуть пройти співбесіду з метою підвищення оцінки. Якщо результати співбесіди є позитивними, студент отримує оцінку за результатами співбесіди. Якщо результати співбесіди є негативними або нижчими за бажаний рівень знань для оцінки, на яку студент претендує, студент отримує оцінку згідно зі своїм рейтингом.

Відвідування занять

¹ Оцінювання результатів навчання здійснюється за рейтинговою системою оцінювання відповідно до рекомендацій Методичної ради КПІ ім. Ігоря Сікорського, ухвалених протоколом №7 від 29.03.2018 року.

Відвідування лекцій та практичних занять, а також відсутність на них, не оцінюється. Однак студентам рекомендується відвідувати заняття, оскільки на них викладається теоретичний матеріал та розвиваються навички, необхідні для успішного виконання практичних робіт та здачі екзамену. Система оцінювання орієнтована на отримання балів за активність студента, а також виконання завдань, які здатні розвинути його практичні уміння та навички.

Пропущені контрольні заходи

Результат модульної контрольної роботи для студента(-ки), який не з'явився на контрольний захід, є нульовим. У такому разі, студент(-ка) має можливість написати модульну контрольну роботу, при наявності відповідного документу щодо поважної причини відсутності на модульній контрольній роботі. Повторне написання модульної контрольної роботи не допускається.

Календарний рубіжний контроль

Проміжна атестація студентів (далі – атестація) є календарним рубіжним контролем. Метою проведення атестації є підвищення якості навчання студентів та моніторинг виконання графіка освітнього процесу студентами.

Критерій		Перша атестація	Друга атестація	
Термін атестації ²		8-ий тиждень	14-ий тиждень	
Поточний рейтинг ³		≥ 13 балів	≥ 30 балів	
Умови отримання атестації	Поточний контрольний захід	Контрольна робота 1	+	+
	Поточний контрольний захід	Контрольна робота 2	-	+

Академічна доброчесність

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

Норми етичної поведінки

Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

² Там само.

³ Там само.

Процедура оскарження результатів контрольних заходів

Студенти мають можливість підняти будь-яке питання, яке стосується процедури контрольних заходів та очікувати, що воно буде розглянуто згідно із наперед визначеними процедурами.

Студенти мають право оскаржити результати контрольних заходів, але обов'язково аргументовано, пояснивши з яким критерієм не погоджуються відповідно до оціночного листа та/або зауважень.

Дистанційне навчання (необов'язковий пункт)

Дистанційне навчання через проходження онлайн-курсів за певною тематикою допускається за умови погодження зі студентами. У разі, якщо невелика кількість студентів має бажання пройти онлайн-курс за певною тематикою, вивчення матеріалу за допомогою таких курсів допускається, але студенти повинні виконати всі завдання, які передбачені у навчальній дисципліні.

Сертифікати онлайн-курсів можуть зараховуватись при виконанні певних лабораторних практикумів і враховуватись при поточному і модульному контролі за попереднім узгодженням.

Інклюзивне навчання

Навчальна дисципліна «Квантова механіка» може викладатися для більшості студентів з особливими освітніми потребами, окрім студентів з серйозними вадами зору, які не дозволяють виконувати завдання за допомогою персональних комп'ютерів, ноутбуків та/або інших технічних засобів.

Навчання іноземною мовою

Враховуючи специфіку навчальної дисципліни, деякі поняття та навчальний матеріал можуть вивчатися англійською мовою (фрагментарно). Також у процесі викладання навчальної дисципліни можуть використовуватись відеоматеріали англійською мовою.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено д.ф.-м.н., професор, Герасимчук Ігор Вікторович

Ухвалено кафедрою ФЕС (протокол № 1 від 04.09.2020)

Затверджено Вченою радою ФТІ (протокол № 7/1 від 07.09.2020)