

ТЕОРЕТИЧНА ФІЗИКА

Напрямок підготовки

6.040201 Математика

Інститут математики, економіки та механіки. Класична математика.

Семестр 4: Лекції – 13. Лабораторні заняття – 7. Консультації – 1.

Вид контролю – домашня контрольна робота № 1

Лекції:

Тема 1. Фізичні процеси у навколишньому середовищі. Окремі частинки та статистичні системи. Фізичні явища у мікро-, макро- та мегасвіті. Фундаментальні взаємодії. Кварки і адрони. Нуклони та ядра. Атом та його характеристики. Енергія зв'язку електрона в атомі. Плазма. Молекули і молекулярна енергія зв'язку. Типи молекулярних зв'язків – валентні і ковалентні. Енергія міжмолекулярного зв'язку. Макротіла – гази, рідини, тверді тіла. Тіла Сонячної системи. Галактика. Всесвіт. Великий вибух. Темна матерія і темна енергія. Методи опису фізичних явищ на різних масштабах.

Тема 2. Загальні поняття класичної та релятивістської фізики. Предмет та основні поняття класичної механіки. Час, простір системи координат та системи відліку. Радіус-вектор, швидкість, прискорення частинки. Швидкість передачі інформації. Перетворення Галілея та перетворення Лоренца.

Тема 3. Принцип найменшої дії у механіці. Закони Ньютона. Види сил. Другий закон Ньютона як математичне рівняння руху. Пряма та зворотна задачі класичної механіки. Зв'язок рівнянь Ньютона з принципом найменшої дії. Принцип найменшої дії у механіці Лагранжа. Рівняння Ейлера-Лагранжа.

Тема 4. Інтеграли руху механічних систем. Замкнені механічні системи. Закони збереження енергії, імпульсу та моменту імпульсу замкнених механічних систем. Узагальнені імпульси. Циклічні змінні.

Тема 5. Рух вільної частинки у класичній та релятивістській фізиці. Принцип відносності Галілея. Функція Лагранжа вільної матеріальної частинки з врахуванням властивостей простору, часу та принципу відносності Галілея. Вільна частинка у СТВ. Залежність маси від швидкості. Зв'язок енергії з масою та імпульсом.

Тема 6. Задача двох тіл. Виділення руху центру мас та відносного руху у задачі двох тіл. Повна система рівнянь руху системи двох тіл. Загальні властивості руху у центральному полі. Умови фінітності та інфінітності руху. Умови падіння тіла на центр. Задача Кеплера. Якісний аналіз характеру руху. Траєкторії руху.

Тема 7. Механіка Гамільтона та метод Гамільтона-Якобі. Основні принципи механіки Гамільтона. Канонічні рівняння руху. Канонічні перетворення. Метод Гамільтона-Якобі. Відокремлення змінних у рівнянні Гамільтона-Якобі.

Тема 8. Простір-час у релятивістській фізиці. Простір-час Мінковського та перетворення Лоренца. Наслідки перетворень Лоренца. Простір-час у загальній теорії відносності: космологія та фізика елементарних частинок.

Лабораторні заняття:

– Швидкість та прискорення частинки у криволінійних координатах. Кінетична енергія частинки у декартових, циліндричних та сферичних координатах.

– Функція Лагранжа, рівняння Ейлера-Лагранжа, узагальнені імпульси та сили інерції механічних систем у криволінійних координатах.

– Закони збереження у механічних процесах. Закони збереження повного імпульсу $\vec{P}$ та повного моменту імпульсу $\vec{M}$ системи частинок у зовнішніх полях з наданою симетрією.

– Рівняння руху систем тіл, рівняння Ейлера-Лагранжа, рівняння Гамільтона.

– Спеціальна теорія відносності. Простір Мінковського. Перетворення Лоренца.

Семестр 5: Лекції – 7. Лабораторні заняття – 7. Консультації – 1.

Вид контролю – домашня контрольна робота № 2, залік.

Лекції:

Тема 9. Рівняння Максвелла як узагальнення спостережень та експериментів. Електричні заряди і струми. Польова інтерпретація закону Кулона. Напруженість електростатичного поля. Потік вектора напруженості. Теорема Остроградського-Гауса. Робота по переміщенню заряду в електростатичному полі. Закон електромагнітної індукції. Струм зміщення. Система рівнянь Максвелла, їх властивості. Однозначність розв'язку рівнянь Максвелла. Скалярний та векторний потенціали електромагнітного поля. Калібрувальна інваріантність потенціалів. Рівняння для потенціалів для різних калібрувальних умов.

Тема 10. Електромагнітне поле у СТВ. 4-потенціал електромагнітного поля. Тензор електромагнітного поля. Рівняння Максвелла у коваріантній формі. Варіаційний принцип для електромагнітного поля. Перетворення Лоренца для тензора електромагнітного поля. Інваріанти електромагнітного поля.

Тема 11. Електромагнітне поле систем зарядів та струмів. Рівняння Лапласа та Пуассона. Дипольний та квадрупольний моменти. Енергія системи зарядів. Квазістаціонарні струми. Магнітне поле квазістаціонарних струмів. Рівняння Максвелла у речовині. Мікроскопічне та макроскопічне поле у речовині. Рівняння Максвелла для усереднених полів. Матеріальні рівняння, межі їх застосування.

Тема 12. Фізичні основи квантової механіки. Досліди Резерфорда. Теорія Бора. Хвильові властивості світла – інтерференція та дифракція. Світлові кванти. Ефект Комптона. Дифракція електронів. Дебройлівська довжина хвилі. Хвильове рівняння. Рівняння Шредінгера. Оператори квантової механіки.

Тема 13. Найпростіші задачі квантової механіки. Квантова частинка у одновимірній потенціальній ямі. Лінійний осцилятор. Сферична потенціальна яма.

Тема 14. Атом водню та періодична система елементів Д.І. Менделєєва. Задача про атом водню. Воднеподібні атоми. Спін електрона. Атом гелію. Принцип Паулі. Розподіл електронів по квантових станах у атомі. Структура періодичної системи елементів Д.І. Менделєєва.

Тема 15. Основні поняття класичної статистичної фізики. Барометрична формула. Розподіл Больцмана. Розподіл Максвелла по швидкостях та енергіях молекул. Характеристичні швидкості молекул. Середня довжина вільного пробігу молекул.

Тема 16. Квантові статистичні закони. Фазовий простір. Функція розподілу. Квантові статистики Бозе-Ейнштейна та Фермі-Дірака. Випромінювання абсолютно чорного тіла. Формула Планка.

Лабораторні заняття:

– Система рівнянь Максвелла у диференціальній та інтегральній формі для електромагнітного поля у вакуумі. Закони збереження енергії та імпульсу для електромагнітного поля у вакуумі.

– Рівняння Максвелла для електромагнітного поля у середовищі у дипольному наближенні. Межові умови для компонент електромагнітного поля у середовищі.

– Електростатичне поле. Поле точкового заряду. Енергія електростатичного поля точкового заряду.

– Електромагнітне поле на великій відстані від зарядів та струмів. Дипольний та квадрупольний моменти системи електричних зарядів та струмів.

– Квантова частинка у одновимірній потенціальній ямі. Рівняння Шредінгера.

– Квантова частинка у центральному полі. Атом водню.

– Розподіл Максвелла-Больцмана. Квантові властивості бозе- та фермі- систем.