



АСТРОФІЗИКА

Робоча навчальна програма дисципліни (силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	10 Природничі науки
Спеціальність	104 Фізика та астрономія
Освітня програма	Комп'ютерне моделювання фізичних процесів
Статус дисципліни	Нормативна
Форма навчання	Очна (денна)
Рік підготовки, семестр	3 курс, 6 семестр
Обсяг дисципліни	4 кредити, 36 год. Лекції, 18 год практика
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Залік / МКР / ДКР
Розклад занять	Час і місце проведення аудиторних занять викладені на сайті http://rozklad.kpi.ua/
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: професор Салюк Ольга Юріївна, o.y.saliuk@gmail.com, +380503128759 Практичні: професор Салюк Ольга Юріївна, o.y.saliuk@gmail.com, +380503128759
Розміщення курсу	CAMPUS, Платформа Сікорський

Програма навчальної дисципліни

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

Програму навчальної дисципліни «Астрофізика» складено відповідно до освітньої програми «Комп'ютерне моделювання фізичних процесів» підготовки бакалаврів спеціальності 104 – Фізика та астрономія.

Мета навчальної дисципліни – формування та закріплення у здобувачів компетентностей, навичок та вмінь щодо використання основних фізичних законів та методів досліджень в астрофізиці, вміння правильно оцінювати границі застосування фізичних законів, та принципову можливість виникнення тих чи інших явищ; вміння поєднувати фізичну суть природних явищ з аналітичними співвідношеннями, які описують ці явища; здатність пов'язувати макроскопічне описання явищ з їх мікроскопічними механізмами.

Предмет навчальної дисципліни – основні фізичні явища у Всесвіті, методи їх спостереження і дослідження.

Програмні результати навчання.

Компетентності:

- ЗК1 Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
- ЗК3. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.
- ФК1. Знання і розуміння теоретичного та експериментального базису сучасної фізики та астрономії.

- *ФК2. Здатність використовувати на практиці базові знання з математики як математичного апарату фізики і астрономії при вивченні та дослідженні фізичних та астрономічних явищ і процесів.*
- *ФК3. Здатність оцінювати порядок величин у різних дослідженнях, так само як точності та значимості результатів.*
- *ФК5. Здатність виконувати обчислювальні експерименти, використовувати чисельні методи для розв'язування фізичних та астрономічних задач і моделювання фізичних систем.*
- *ФК6. Здатність моделювати фізичні системи та астрономічні явища і процеси.*
- *ФК7. Здатність використовувати базові знання з фізики та астрономії для розуміння будови та поведінки природних і штучних об'єктів, законів існування та еволюції Всесвіту.*
- *ФК9. Здатність працювати з джерелами навчальної та наукової інформації.*
- *ФК10. Здатність самостійно навчатися і опановувати нові знання з фізики, астрономії та суміжних галузей*
- *ФК12. Усвідомлення професійних етичних аспектів фізичних та астрономічних досліджень.*
- *ФК13. Орієнтація на найвищі наукові стандарти – обізнаність щодо фундаментальних відкриттів та теорій, які суттєво вплинули на розвиток фізики, астрономії та інших природничих наук.*

Програмні результати навчання.

- *ПРН1. Знати, розуміти та вміти застосовувати на базовому рівні основні положення загальної та теоретичної фізики, зокрема, класичної, релятивістської та квантової механіки, молекулярної фізики та термодинаміки, електромагнетизму, хвильової та квантової оптики, фізики атома та атомного ядра для встановлення, аналізу, тлумачення, пояснення й класифікації суті та механізмів різноманітних фізичних явищ і процесів для розв'язування складних спеціалізованих задач та практичних проблем з фізики та/або астрономії*
- *ПРН 2. Знати і розуміти фізичні основи астрономічних явищ: аналізувати, тлумачити, пояснювати і класифікувати будову та еволюцію астрономічних об'єктів Всесвіту (планет, зір, планетних систем, галактик тощо), а також основні фізичні процеси, які відбуваються в них.*
- *ПРН 3. Знати і розуміти експериментальні основи фізики: аналізувати, описувати, тлумачити та пояснювати основні експериментальні підтвердження існуючих фізичних теорій.*
- *ПРН 4. Знати основні актуальні проблеми сучасної фізики та астрономії. Оцінювати вплив новітніх відкриттів на розвиток сучасної фізики та астрономії.*
- *ПРН5. Знати, аналізувати і пояснювати нові наукові результати, одержані у ході проведення фізичних та астрономічних досліджень відповідно до спеціалізації.*
- *ПРН7. Знати базові навички проведення теоретичних та/або експериментальних наукових досліджень з окремих спеціальних розділів фізики або астрономії, що виконуються індивідуально (автономно) та/або у складі наукової групи.*
- *ПРН9. Вміти застосовувати базові математичні знання, які використовуються у фізиці та астрономії: з аналітичної геометрії, лінійної алгебри, математичного аналізу, диференціальних та інтегральних рівнянь, теорії ймовірностей та математичної статистики, теорії груп, методів математичної фізики, теорії функцій комплексної змінної, математичного моделювання.*
- *ПРН13. Розуміти зв'язок фізики та/або астрономії з іншими природничими та інженерними науками, бути обізнаним з окремими (відповідно до спеціалізації) основними поняттями прикладної фізики, матеріалознавства, інженерії, хімії, біології тощо, а також з окремими об'єктами (технологічними процесами) та природними явищами, що*

є предметом дослідження інших наук і, водночас, можуть бути предметами фізичних або астрономічних досліджень

- ПРН19. Вміти пояснити місце фізики та астрономії у загальній системі знань про природу і суспільство, у розвитку суспільства, техніки й технологій та у формуванні сучасного наукового світогляду.

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

Вивчення даної навчальної дисципліни базується на використанні багатого математичного апарату, сучасних комп'ютерних методів обробки та візуалізації інформації. Особливим є взаємозв'язок астрофізики та фізики - астрофізика містить у собі весь діапазон понять сучасної фізики.

3. Зміст навчальної дисципліни

Дисципліна структурно розділена на 7 розділів:

Розділ 1 Вступ до курсу астрофізики. Основи практичної астрофізики.

Розділ 2 Методи теоретичної астрофізики.

Розділ 3 Фізика планет Сонячної системи

Розділ 4 Фізика малих тіл Сонячної системи.

Розділ 5 Фізика Сонця.

Розділ 6. Загальна теорія відносності у Сонячній системі.

Розділ 7 Проблеми існування та пошуку життя поза Землею.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література:

1. Астрофізика для тих, хто цінує час / Н.-Д. Тайсон ; пер. з англ. Д. Пілаша, М. Сидоренка. – Київ : КМ-БУКС, 2018. – ISBN 966-948-008-8.
2. Астрофізика: підручник / Ю. В. Александров, В. Г. Шевченко. – Х.: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2019. – 252 с.
3. Загальна астрономія: підручник для вищих навчальних закладів / С. М. Андрієвський, С. Г. Кузьменков, В. А. Захожай, І. А. Климишин. – Харків : ПромАрт, 2019. – 524 с.
4. Відьмаченко А.П., Стеклов О.Ф. Фізичні характеристики природних супутників планет. Монографія. Київ: НУБіП України, 2023. 198 с. ISBN 978-617-8351-85-2
5. Bannikova Elena, Capaccioli Massimo. Foundations of Celestial Mechanics. Textbook. Springer, 2022. 392 pp. ISSN 1868- 4513 ISSN 1868-4521 (electronic) ISBN 978-3-031- 04575-2 ISBN 978-3-031-04576-9

Додаткова література:

1. Вступ до астрофізики та космогонії: підручник / В. А. Захожай. – Х. : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2017. – 208 с
2. Кузьменков С. Г., Сокол І. В. Сонячна система: збірник задач: навчальний посібник. - Київ: Вища школа, 2007. – 168 с.
3. Кузьменков С. Г. Зорі: астрофізичні задачі з розв'язанням: навчальний посібник. - Київ: Освіта України, 2010. - 206 с.
4. Постнов К.А., Засов. А.В. М. Курс общей астрофизики. – Москва: Физический факультет МГУ, 2005, 192 с.
5. Соболев В.В. Курс теоретической астрофизики. – Москва: Наука, 1985, 504 с.
6. Мартынов Д.Я. Курс практической астрофизики. – Москва: Наука, 1977, 544с.

Інформаційні ресурси:

1. Електронний кампус НТУУ «КПІ», методичне забезпечення до кредитного модуля «Астрофізика». <https://ecampus.kpi.ua>.

2. Національна бібліотека України імені В.І. Вернадського: <http://www.nbuv.gov.ua/>
3. Науково-технічна бібліотека КПІ ім. Ігоря Сікорського <http://library.kpi.ua>.
4. Сторінка курсу на платформі дистанційного навчання "Сікорський" <https://do.ipk.kpi.ua>

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни

Навчальна частина дисципліни складається з лекційного матеріалу, практичних занять та контрольних заходів у вигляді МКР, ДКР та екзамену. При викладанні дисципліни рекомендується побудувати ознайомлення студентів з предметом таким чином, щоб вони не тільки отримували ту чи іншу інформацію стосовно курсу, який вивчається, але й відчували зв'язок між різними темами, а також місце навчальної дисципліни серед інших дисциплін. Загальний методичний підхід до викладання навчальної дисципліни визначається як комунікативно-когнітивний та професійно-орієнтований, згідно з яким у центрі освітнього процесу знаходиться студент – суб'єкт навчання і майбутній фахівець.

Лекційні заняття:

№	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
1.	Розділ 1 Лекція 1. Астрофізика – предмет, мета, задачі. Основи астрономії. Зоряне небо. Основні точки небесної сфери. Координати об'єктів (рефракція, прецесія, паралакси, нутація – як явища, що призводять до зміни координат об'єктів на небесній сфері). Вимірювання часу. Системи відліку часу: місцевий, поясний, всесвітній, ефемеридний, атомний час. Типи календарів. Масштаби Всесвіту (просторові, кінематичні, динамічні). Астрономічні одиниці вимірювання часу, відстаней, світності небесних об'єктів. Поняття про зоряні величини (формула Погсона). ([2], глава 1; [3] вступ, розділи 1, 3)
2.	Розділ 1 Лекція 2. Основи практичної астрофізики Телескопи. Всехвильова астрометрія. Аналізатори та приймачі випромінювання. Спектральні прилади. Методи визначення температури та розмірів космічних об'єктів. Колориметрія. Поляриметрія. Радіотелескопи та радіоінтерферометри. Рентгенівські телескопи та детектори. ([2], глава 3; [3], розділи 8, 9, 11)
3.	Розділ 2 Лекція 3. Методи теоретичної астрофізики Небесна механіка. Елементи теорії переносу випромінювання. Елементи теорії атомних спектрів. Ефекти Доплера, Зеемана і Штарка. Газові закони. Основи спектрального аналізу та його результати. ([2], глава 2; [3], розділи 8)
4.	Розділ 2 Лекція 4. Методи теоретичної астрофізики Нетеплові механізми випромінювання. Елементи магнітної електродинаміки та фізики плазми. Основи релятивістської астрофізики. ([2], глава 2; [3], розділ 8)
5.	Розділ 3

	Лекція 5. Сучасне уявлення про структуру Сонячної системи. . Фізико-хімічні властивості і склад порід поверхонь планет Сонячної системи. Фізична і морфологічна класифікація тіл Сонячної системи. Основні закономірності Сонячної системи. Закони Кеплера. Визначення відстаней до планет. Рівняння синодичного руху. Загальні фізичні і хімічні умови на планетах Сонячної системи. Поняття альbedo ([2], глава 7; [3], розділ 6)
6.	Розділ 3 Лекція 6. Атмосфери планет. Сучасна теорія походження Сонячної системи. Стратифікація атмосфер та закономірності розподілу за температурою, тиском, густиною, концентрацією електронів, хімічним вмістом. Поняття оптичної товщини атмосфери. Розрахунки потоку випромінювання, що падає на поверхні планет. Розсіяння світла в планетних атмосферах. Оптичні властивості планетних атмосфер Венери, Марса, Землі, Юпітера. Гравітаційна нестійкість Джинса. Поняття планетозімалей. Основні проблеми теорії походження Сонячної системи. ([2], Глава 7)
7.	Розділ 3 Лекція 7. Планетний тур – Меркурій, Венера, Земля, Марс, Уран, Юпітер, Сатурн, Нептун. Відкриття планетних систем навколо інших зір нашої Галактики. Основні характеристики планет, конфігурація планет Сонячної системи. Будова Землі. Елементи геофізики. Видимий рух і фази Місяця. Радіовипромінювання планет. Вулканізм планетних тіл. Магнітне поле планет. Дослідження планет наземними і космічними засобами. ([2], глава 7. [3], розділи 12, 13.)
8.	Лекція 8 Планети і їх супутники. Відкриття планетних систем навколо інших зір нашої Галактики. Принцип і методи пошуку екзопланет. Планетні системи. Екзопланети. Методи пошуку екзопланет (Динамічні методи. Фотометричний (транзитний) метод. Астрометричний метод. Гравітаційне мікролінзування). Властивості екзопланетних систем. Проблема SETI ([2], глава 7,8. [3], розділ 17.)
9.	Розділ 4. Лекція 9. Фізика малих тіл Сонячної системи Будова комет, стратифікація кометних атмосфер та їх хімічний склад. Супутники планет. Кільця планет. Транснептунові об'єкти. Хмара Оорта. Крижана модель ядра комет. Аналіз неадіабатичних течій в атмосферах комет. Пилова компонента кометних атмосфер. Класична теорія пилових хвостів комети. Плазма кометної атмосфери. Основні риси взаємодії комет із сонячним вітром та міжпланетними магнітними полями. Метеори і метеорні потоки. Метеорити. Астероїди. Питання метеоритно-астероїдної небезпеки. ([2], глава 7. [3], розділ 12,13.)
10.	Розділ 5. Лекція 10. Фізика Сонця. Сонце, основні параметри, сонячна стала. Фраунгоферів спектр диску Сонця. Хімічний склад. Результати визначення апексу та просторової швидкості Сонця. Феноменологічні явища на Сонці – сонячні плями,

	протуберанці, грануляція. Структура Сонця як зорі. Ядро Сонця. Нуклеосинтез як головне джерело енергетики зір. Основні рівняння нуклеосинтезу (pp-цикл і CN-цикл). Проблема сонячного нейтрино. Експеримент Девіса. ([2], глава 7. [3], розділ 4.)
11.	Розділ 5. Лекція 11. Фізика Сонця. Радіаційна зона. Конвективна зона. Фотосфера Сонця. Рівняння процесу переносу випромінювання. Поняття конвекції. Умови конвекції за Шварцшильдом. Грануляція, сонячні плями. Інтенсивність ліній, самопоглинання в лініях, барометрична формула розподілу атомів за висотою. Особливий статус лінії лайман-альфа сонячного спектру в дослідженнях Сонця. Сонячна хромосфера. Фізичні умови верхніх шарів атмосфери Сонця. Фізичні умови в сонячній короні. Походження неперервного спектру. ([3], розділ 11.)
12.	Розділ 6. Лекція 12. Динамічна теорія сонячного вітру. Цикл сонячної активності. Елементи загальної теорії відносності та перевірка ЗТВ у Сонячній системі. Морфологія пилу і газу у міжпланетному просторі. УФ, рентгенівське і радіо випромінювання Сонця. Магнітосфера Сонця. Основні явища. Основні рівняння. Сонячно-земні зв'язки. Модель Сонця. Рівняння стану сонячної атмосфери. Втрата атмосфери планетами. Тензор кривизни. Рівняння геодезичної лінії. Рівняння поля. Гравітаційне відхилення світла. ([3], розділ 11.)
13.	Розділ 7, Лекція 13. Теорії походження життя. Розмаїття органічних сполук в Сонячній системі. Великомасштабна структура Всесвіту, утворена галактиками, їхніми групами, скупченнями та надскупченнями, порожнинами. Енергетика, динаміка та хімічний склад міжзоряного середовища. Проблема температури та електронної концентрації областей нейтрального водню. Міжзоряне поглинання світла. Розсіяння Комптона-Томсона. Ефект Сюняєва-Зельдовича в скупченнях галактик. Емісійні туманності. Утворення планетарних туманностей. Зони іонізованого водню. ([2], глава 8. [3], розділ 21,22.)
14.	Лекція 14. Теорії походження життя. Розмаїття органічних сполук в Сонячній системі. Космічні промені в Галактиці. Середнє співвідношення густини пилової і газової компоненти в міжзоряному середовищі. Фізико-хімічні властивості пилюнок міжзоряного середовища. Проблема зореутворення. Геометрія Робертсона-Уолкера. Рівняння де Сіттера. Рівняння Фрідмана. Стандартна космологічна модель. Принцип Маха і Космологічний принцип. Структура Всесвіту. Часово-просторові масштаби. Видимий горизонт подій. ([2], глава 8. [3], розділ 23,24.)
15.	Розділ 7. Лекція 15. Теорії походження життя. Розмаїття органічних сполук в Сонячній

	системі. Середня густина баріонної речовини. Космологічна константа. Антиматерія. Відкритий, закритий та плоский Всесвіт. Теорія Великого вибуху Всесвіту. Інфляційна стадія. Реліктове радіовипромінювання Реліктові нейтрино. Епоха формування галактик. CDM і HDM моделі формування великомасштабних структур у Всесвіті. Походження обертання галактик. Першопочаткові магнітні поля. ΛCDM модель Всесвіту. Темна матерія і темна енергія. Всесвіт, що розширюється з прискоренням. Основні кандидати на роль темної матерії і темної енергії. Хімічна еволюція Всесвіту. Проблема походження первинних хімічних елементів (гелію, дейтерію, водню). ([2], глави 6, 8. [3], розділ 23,24.)
16.	Розділ 7 Лекція 16. Загальні поняття фізики зірок. Подвійні зорі. Внутрішня будова зір. Загальні поняття про світності, радіуси і температури зір. Спектральна класифікація. Подвійні зорі – візуально-подвійні, затемнювано-подвійні, спектрально-подвійні. Визначення мас зірок в подвійних системах. Процеси в тісних парах, акреція речовини, точки Лагранжа. Оцінка основних параметрів – температура, тиск, середня молекулярна маса. Хімічний склад. Фізичні умови в зоряних надрах, джерела і механізми переносу енергії. Основні положення та рівняння внутрішньої будови зір. Теорема Фогта-Рессела. ([2], глави 4, 8. [3], розділ 14,15.)
17.	Лекція 17. Заключні стадії еволюції зір. Нестационарні зорі. Еволюція зір. Діаграма Герцшпрунга – Рессела. Зорі на головній послідовності. Сучасні уявлення щодо походження зір. Білі карлики. Рівняння Чандресекара для граничної маси. Нейтронні зорі. Проблеми фізики нейтронної зорі. ([1], глави 2,3,4)
18.	Лекція 18. Заклучні стадії еволюції зір. Нестационарні зорі. Чорні діри. Рівняння Шварцшильда для радіуса чорної діри. Основні відомості про фізичні процеси, що відбуваються в пульсарах, цефеїдах, зорях Вольфа-Райє, нових та наднових зорях, рентгенівських змінних зорях ([2], глави 4, 8. [3], розділ 18,19.)

Практичні заняття:

Заняття 1. Основи астрономії.	[2], 1; [3] 1,3
Заняття 2. Методи і прилади дослідження астрофізичних об'єктів.	[2], 3; [3], 8, 9
Заняття 3. Сучасне уявлення про структуру Сонячної системи. Елементи фізики планет	[2], 7. [3], 12, 13.
Заняття 4. Методи пошуку та дослідження екзопланет	[2], 7,8; [3], 17
Заняття 5. Будова комет, стратифікація кометних атмосфер та їх хімічний склад.	[2], 7; [3], 12,13.
Заняття 6. Сонце, основні параметри, сонячна стала. Фотосфера Сонця.	[3], 11
Заняття 7. Елементи загальної теорії відносності та перевірка ЗТВ у Сонячній системі.	[3], 11
Заняття 8 Внутрішня будова зір. Еволюція зір.	[2], 4,8; [3], 14-18)
Заняття 9. МКР	

6. Самостійна робота студента

Самостійна робота студента є основним засобом засвоєння навчального матеріалу у вільний від навчальних занять час і включає:

№ з/п	Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
1	Підготовка до аудиторних занять	20
2	Підготовка до ДКР	20
3	Підготовка до МКР	10
4	Підготовка до заліку	16
	ВСЬОГО	66

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог, які викладач ставить перед студентом:

- **правила відвідування занять:** заохочувальні або штрафні бали за відвідування/пропуски занять не нараховуються. Бали можуть бути нараховані за відповідні види навчальної активності на практичних заняттях.
- **правила поведінки на заняттях:** студент має виконувати вказівки викладача щодо роботи на занятті, поводитися стримано й чемно та не заважати іншим студентам і викладачу. Використання засобів зв'язку для пошуку інформації в дистанційному курсі на платформі Сікорський або інших веб-ресурсах здійснюється за умови вказівки викладача;
- **правила захисту ДКР:** студент повинен здати домашню контрольну роботу у строк зазначений у завданні і після перевірки роботи викладачем захистити її, відповідаючи на питання, що стосуються виконаного завдання. У випадку, якщо студент здає роботу пізніше вказаного в завданні строку, він отримує три штрафні бали.
- **правила призначення заохочувальних та штрафних балів:** перелік випадків, коли студент отримує заохочувальні та штрафні бали наведений у РСО до даного курсу.
- **політика дедлайнів та перескладань:** якщо студент не проходив або не з'явився на контрольну роботу (без поважної причини), його результат оцінюється у 0 балів. Успішним вважається виконання контрольної роботи, якщо студент отримав за неї не менш, ніж 30% від максимальної кількості балів. У випадку пропуску контрольної роботи без поважної причини або неуспішної здачі контрольної роботи перескладання контрольної роботи здійснюється за узгодженням з викладачем, при цьому максимальна оцінка, яку студент може отримати за контрольну роботу, зменшується на 3 бали;
- **політика щодо академічної доброчесності:** Кодекс честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» <https://kpi.ua/files/honorcode.pdf> встановлює загальні моральні принципи, правила етичної поведінки осіб та передбачає політику академічної доброчесності для осіб, що працюють і навчаються в університеті, якими вони мають керуватись у своїй діяльності, в тому числі при вивченні та складанні контрольних заходів з дисципліни;
- **- при використанні цифрових засобів зв'язку з викладачем** (мобільний зв'язок, електронна пошта, переписка на форумах та у соцмережах тощо) необхідно дотримуватись загальноприйнятих етичних норм, зокрема бути ввічливим та обмежувати спілкування робочим часом викладача.

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Поточний контроль: опитування за темою заняття, МКР, ДКР, захист ДКР - доповідь та участь в обговоренні.

Календарний контроль: проводиться один раз на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

Семестровий контроль: залік.

Умови допуску до семестрового контролю, мінімальна позитивна оцінка за МКР, мінімальна позитивна оцінка за ДКР (наукова доповідь), семестровий рейтинг не менше 40 балів.

Рейтингова система оцінювання результатів навчання

Рейтинг студента з освітнього компонента розраховується зі 100 балів, з яких 60 балів складає стартовий рейтинг, що студент заробляє на протязі семестру. Стартовий рейтинг складається з балів, які студент отримує за:

- 1) роботу на практичних заняттях;
- 2) модульну контрольну роботу;
- 3) ДКР у формі наукової доповіді.

2. Критерії нарахування балів:

2.1. Виконання контрольної роботи:

- творча робота – 16-20 балів;
- роботу виконано з незначними недоліками – 10-15 балів;
- роботу виконано з певними помилками – 4-10 балів;
- роботу не зараховано (завдання не виконане або є грубі помилки) – 0 балів.

2.2. Виконання ДКР:

- бездоганна робота – 16-20 балів;
- є певні недоліки у підготовці та/або виконанні роботи – 10-15 балів;
- відсутність на занятті без поважних причин – штрафний –1 бал.

3. Робота під час практичних занять

Ваговий бал – 5.

Повна відповідь ("відмінно")	5 бали.
Часткова відповідь ("добре")	3-4 бали.
Задовільна відповідь ("задовільно")	1-2 бали.
Незадовільна відповідь ("незадовільно")	0 балів.

Максимальна кількість балів на всіх практичних заняттях дорівнює $5 \times 4 = 20$ балів.

4. Умовою допуску до заліку є виконання ДКР у формі наукової доповіді, написання МКР та стартовий рейтинг не менше 24 балів.

5. На заліку студенти готують відповіді на два теоретичних запитання. Перелік запитань наведено у Кампусі КПІ ім. Ігоря Сікорського. Кожне запитання оцінюється у 20 балів за такими критеріями:

- «відмінно», повна відповідь, не менше 90% потрібної інформації (повне, безпомилкове розв'язування завдання) – 20-17 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь, не менше 75% потрібної інформації або незначні неточності (повне розв'язування завдання з незначними неточностями) – 16-13 балів;
- «задовільно», неповна відповідь, не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки (завдання виконане з певними недоліками) – 12-8 балів;

— «незадовільно», відповідь не відповідає умовам до «задовільно» – 0 балів.

6. Сума стартових балів та балів за залікову контрольну роботу переводиться до залікової оцінки згідно з таблицею:

<i>Бали: МКР + ДКР + робота на практичних заняттях + + залікова робота</i>	<i>Оцінка</i>
<i>100...95</i>	<i>Відмінно</i>
<i>94...85</i>	<i>Дуже добре</i>
<i>84...75</i>	<i>Добре</i>
<i>74...65</i>	<i>Задовільно</i>
<i>64...60</i>	<i>Достатньо</i>
<i>Менше 60</i>	<i>Незадовільно</i>
<i>Стартовий рейтинг менше 24 балів</i>	<i>Не допущено</i>

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

- Перелік питань, що виносяться на семестровий контроль, наведено в папці курсу на платформі «Сікорський» та в електронному кампусі.
- Сертифікати проходження дистанційних чи онлайн курсів за відповідною тематикою можуть бути зараховані за умови виконання вимог, наведених у НАКАЗІ № 7-177 ВІД 01.10.2020 р. «Про затвердження положення про визнання в КПІ ім. Ігоря Сікорського результатів навчання, набутих у неформальній/інформальній освіті».

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Склала професор кафедри загальної фізики Салюк О.Ю.

Ухвалено кафедрою загальної фізики (протокол № 6 від 02.06.2029 р.).

Погоджено Методичною комісією фізико-математичного факультету (протокол № 11 від 26.06.2026 р.)