



Силабус освітнього компонента

Програма навчальної дисципліни

Фізика

Шифр та назва спеціальності
273 - Залізничний транспорт

Інститут
ННІ Комп'ютерного моделювання, прикладної фізики та математики

Освітня програма
Локомотиви та локомотивне господарство

Кафедра
Фізика (168)

Рівень освіти
Бакалавр

Тип дисципліни
Обов'язкова

Семестр
1, 2, 3

Мова викладання
Українська

Викладачі, розробники



Андреев Олександр Миколайович

oleksandr.andreiev@khpi.edu.ua

Кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри фізика НТУ «ХПІ»

Автор понад 70 наукових і навчально-методичних публікацій.

Курси: «Фізика», «Лазерна техніка і технології».

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

Загальна інформація

Анотація

Курс фізики знайомить з фундаментальними поняттями, законами і теоріями класичної та сучасної фізики, основними методами розв'язування фізичних задач, особливостями основних фізичних процесів. Це забезпечить ефективне опанування спеціальних дисциплін і подальшу можливість використання фізичних принципів у галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

Мета та цілі дисципліни

Цілі курсу - забезпечити майбутніх інженерів базою експериментальної та теоретичної підготовки з фундаментальної фізики; сформувати навички усвідомлення фізичного змісту інженерних проблем; розвинути здатність до практичного застосування фундаментальних знань з фізики у галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

Формат занять

Лекції, лабораторні роботи, практичні заняття, самостійна робота, розрахунково-графічне завдання, консультації. Підсумковий контроль – іспит.

Компетентності

ЗК01. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.

ЗК03. Навики використання інформаційних і комунікаційних технологій.

ЗК04. Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.

ЗК07. Здатність працювати автономно та в команді.

ЗК08. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК 11 Здатність продемонструвати знання та розуміння загально інженерних дисциплін та поєднувати їх із своєю професійною діяльністю.

Результати навчання

РН1 Проводити професійну діяльність у соціальній взаємодії оснований на гуманістичних і етичних засадах.

РН2 Здійснювати професійне спілкування з учасниками трудового процесу сучасною українською мовою.

РН 4 Здійснювати професійну діяльність використовуючи інформаційні технології, «Інформаційні бази даних», системи навігації, інтернетресурси та сучасні програмні засоби.

РН 6 Дотримуватися норм спілкування у професійній взаємодії з колегами, керівництвом, учнями, ефективно працювати у команді.

РН 10 Усвідомлювати цінність захисту незалежності, територіальної цілісності та демократичного устрою України.

Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 390 год. (13 кредитів ECTS):

Семестр 1 (5 кредитів ECTS):

лекції – 32 год., лабораторні роботи – 16 год., практичні заняття - 16 год., самостійна робота – 86 год.

Семестр 2 (4 кредити ECTS):

лекції – 32 год., лабораторні роботи – 16 год., практичні заняття - 16 год., самостійна робота – 56 год.

Семестр 3 (4 кредити ECTS):

лекції – 32 год., лабораторні роботи – 16 год., практичні заняття - 16 год., самостійна робота – 56 год.

Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Для успішного опанування курсу необхідно мати знання та практичні навички з курсів «Фізика», «Алгебра і початки аналізу» в обсязі, передбаченому програмами загальноосвітньої середньої школи.

Особливості дисципліни, методи та технології навчання

Лекції проводяться інтерактивно з використанням мультимедійних технологій. На лабораторних роботах використовується проблемне навчання з застосуванням мультимедійних технологій. На практичних заняттях використовується проблемне навчання, кейс-метод, метод зворотного зв'язку з боку студентів.

Програма навчальної дисципліни

Теми лекційних занять

Семестр 1

Змістовний модуль 1. Фізичні основи механіки

Тема 1.1. Елементи кінематики

Механічний рух. Матеріальна точка, система матеріальних точок, абсолютно тверде тіло, суцільне середовище. Системи відліку. Принцип незалежності рухів. Кінематичний опис руху. Траєкторія, шлях, переміщення. Швидкість та прискорення в загальному випадку криволінійного руху.

Нормальне та тангенціальне прискорення. Кутова швидкість та кутове прискорення точки, що рухається по колу, і їх зв'язок з лінійними швидкостями та прискореннями.

Тема 1.2. Динаміка матеріальної точки

Поняття стану в класичній механіці. Основна задача динаміки. Перший закон Ньютона (закон інерції). Поняття про інерціальні системи відліку. Сила. Другий закон Ньютона. Сили в механіці. Імпульс частинки. Імпульс сили. Сила як похідна імпульсу. Третій закон Ньютона. Закон руху центра інерції. Закон збереження імпульсу.

Тема 1.3. Тверде тіло в механіці та закони його руху

Момент сили (обертальний момент). Момент інерції матеріальної точки і твердого тіла відносно осі. Обчислення моментів інерції твердих тіл. Теорема Штейнера. Рівняння динаміки обертального руху. Момент імпульсу. Рівняння моментів. Закон збереження моменту імпульсу.

Тема 1.4. Робота та енергія

Енергія. Робота. Потужність. Кінетична енергія. Робота, потужність і кінетична енергія при обертальному русі тіла. Поле як форма матерії. Консервативні та неконсервативні сили. Дисипація енергії. Потенціальна енергія частинки. Закон збереження механічної енергії.

Тема 1.5. Принцип відносності в механіці

Перетворення Галілея. Інваріанти перетворень Галілея. Неінерціальні системи відліку. Сили інерції. Другий закон Ньютона в неінерціальних системах відліку. Залежність прискорення сили тяжіння від широти.

Тема 1.6. Елементи релятивної механіки

Постулати спеціальної теорії відносності. Перетворення Лоренца. Інваріанти перетворень Лоренца. Наслідки з перетворень Лоренца: скорочення рухомих масштабів довжини, сповільнення ходу рухомих годинників. Відносність одночасності. Інтервал у чотиривимірному просторі. Релятивний імпульс. Основне рівняння релятивної динаміки. Повна енергія релятивної частинки. Енергія спокою. Кінетична енергія. Збереження енергії-імпульсу у релятивній механіці.

Змістовний модуль 2. Механічні коливання та хвилі

Тема 2.1. Гармонічні коливання

Класифікація коливань. Характеристики гармонічних коливань: зміщення від положення рівноваги, амплітуда, період, лінійна і циклічна частота, фаза, початкова фаза. Гармонічні коливання. Енергетичні співвідношення для осцилятора. Фізичний, математичний та пружинний маятники. Фазова площина осцилятора. Графічний спосіб зображення гармонічних коливань за допомогою вектору, що обертається. Додавання гармонічних коливань однакового напрямку. Биття. Додавання взаємоперпендикулярних коливань. Фігури Ліссажу.

Тема 2.2. Згасаючі та вимушені коливання

Вільні згасаючі коливання. Коефіцієнт згасання, декремент, логарифмічний декремент, добротність, час релаксації. Вимушені механічні коливання. Процес встановлення коливань. Амплітуда і фаза при вимушених коливаннях. Резонанс.

Тема 2.3. Хвильові процеси

Механізм утворення механічних хвиль. Поперечні і поздовжні хвилі. Плоска хвиля. Рівняння біжучої хвилі (плоскої, сферичної і циліндричної). Фазова швидкість, довжина хвилі, хвильове число і хвильовий вектор. Енергія хвиль. Вектор Умова. Стоячі хвилі. Вузли і пучності.

Змістовний модуль 3. Основи молекулярної фізики та термодинаміки

Тема 3.1. Основи молекулярно-кінетичної теорії газів

Термодинамічні параметри. Рівноважний стан. Основні положення молекулярно-кінетичної теорії газів. Рівняння стану ідеального газу. Закон Дальтона. Основне рівняння молекулярно-кінетичної теорії ідеального газу. Середня кінетична енергія молекул. Молекулярно-кінетичний сенс температури.

Тема 3.2. Класичні статистичні розподіли

Розподіл Максвелла молекул ідеального газу за швидкостями теплового руху. Середньо арифметична, середньоквадратична та найвірогідніша швидкості молекул газу. Барометрична формула. Розподіл Больцмана. Розподіл Максвелла-Больцмана.

Тема 3.3. Основи термодинаміки

Внутрішня енергія термодинамічної системи. Робота і теплота. Перший закон термодинаміки. Теплоємність газів. Кількість ступенів вільності молекули. Закон рівномірного розподілу енергії за ступенями вільності. Політропні процеси. Ізопроцеси. Адіабатний процес. Рівняння Пуассона. Застосування першого закону термодинаміки до політропних процесів. Коловий процес (цикл). Теплові двигуни та охолоджувальні машини. Цикл Карно. Термодинамічна шкала температур. Другий закон термодинаміки. Ентропія. Третій закон термодинаміки - теорема Нернста.

Тема 3.4. Явища перенесення

Середня довжина вільного пробігу молекул, ефективний діаметр молекул, середня кількість зіткнень. Явище дифузії. Коефіцієнт дифузії. Дифузія у газах і твердих тілах. Явище теплопровідності. Температуропровідність. В'язкість. Коефіцієнт в'язкості газів і рідин. Динамічна і кінематична в'язкість.

Семестр 2

Змістовний модуль 4. Електрика

Тема 4.1. Електростатика у вакуумі

Дискретність електричного заряду. Закон збереження заряду. Закон Кулона. Напруженість електричного поля точкового заряду. Принцип суперпозиції. Потік напруженості електричного поля. Теорема Гаусса для електричного поля та її застосування: поле рівномірно заряджених тіл: нескінченної площини, нитки (циліндра), кулі. Робота сил поля при переміщенні зарядів. Циркуляція напруженості електростатичного поля. Потенціал поля точкового заряду, системи зарядів. Еквіпотенціальні поверхні. Потенціальна енергія.

Тема 4.2. Провідники та діелектрики в електростатичному полі

Провідник в електричному полі. Явище електростатичної індукції. Електростатичний захист. Діелектрики. Диполь у зовнішньому електричному полі. Полярні та неполярні молекули. Поляризація діелектриків в електричному полі. Діелектрична проникність та діелектрична сприйнятливність. Електричне зміщення. Теорема Гаусса для поля в діелектриках.

Тема 4.3. Постійний електричний струм

Постійний електричний струм, його характеристики та умови існування. Сила електричного струму. Вектор густини струму. Електрорушійна сила. Різниця електричних потенціалів, електрична напруга. Електричний опір провідників. Закони Ома та Ленца-Джоуля в інтегральній та диференціальній формі. Правила Кірхгофа.

Змістовний модуль 5. Магнетизм

Тема 5. 1. Магнітостатика у вакуумі

Магнітне поле. Вектор магнітної індукції. Магнітний момент контуру з електричним струмом. Момент сили, що діє на контур. Закон Біо-Савара-Лапласа. Принцип суперпозиції магнітних полів. Магнітне поле найпростіших систем: прямолінійного провідника зі струмом, кругового струму. Закон повного струму для магнітного поля у вакуумі. Закон Ампера. Сила Лоренца. Магнітний потік. Теорема Гаусса для магнітного потоку. Робота по переміщенню провідника та контуру зі струмом у магнітному полі.

Тема 5. 2. Магнітне поле в речовині

Магнітне поле в речовині. Магнітне поле заряду, який рухається. Молекулярні струми. Магнітні моменти атомів. Намагніченість. Магнітна проникність та магнітна сприйнятливність. Напруженість магнітного поля. Закон повного струму для магнітного поля в речовині. Умови на межі розділу двох середовищ. Типи магнетиків: парамагнетики, діамагнетики, феромагнетики.

Тема 5.3. Електромагнітна індукція

Явище електромагнітної індукції. Закон електромагнітної індукції Фарадея. Правило Ленца. Явища самоіндукції та взаємної індукції. Індуктивність. Власна індуктивність довгого соленоїда. Встановлення і зникнення струму в електричному колі. Взаємна індуктивність. Практичні застосування електромагнітної індукції. Енергія магнітного поля.

Тема 5.4. Основи теорії Максвелла для електромагнітного поля

Пояснення Максвеллом виникнення е. р. с. індукції. Вихрове електричне поле. Струми зміщення. Електромагнітне поле. Струми Фуко, скін-ефект. Система рівнянь Максвелла в інтегральній і диференціальній формах. Швидкість розповсюдження електромагнітних збуджень.

Тема 5.5. Електромагнітні коливання та хвилі

Гармонічні електромагнітні коливання. Томсонівський коливальний контур. Вільні затухаючі електромагнітні коливання. Коефіцієнт згасання, декремент згасання, логарифмічний декремент згасання, добротність, час релаксації коливальної системи. Вимушені електромагнітні коливання. Імпеданс. Генератор змінного струму. Резонанс напруг. Потужність змінного струму. Електромагнітні хвилі. Хвильові рівняння для електромагнітних хвиль. Швидкість поширення електромагнітних хвиль в середовищах. Енергія електромагнітних хвиль. Потік енергії. Вектор Умова-Пойнтінга.

Змістовний модуль 6. Оптика

Тема 6.1. Геометрична оптика

Природа світла. Закони розповсюдження, відбивання та заломлення світла. Абсолютний та відносний показники заломлення. Явище повного внутрішнього відбивання, світловоди та їх використання. Оптичні системи.

Тема 6.2. Інтерференція світла

Інтерференція монохроматичних хвиль. Квазімонохроматичні хвилі. Когерентність. Часова та просторова когерентність. Час когерентності. Довжина когерентності. Розрахунок інтерференційної картини від двох джерел. Інтерференція світла в тонких плівках, полоси рівної товщини і рівного нахилу. Кільця Ньютона. Просвітлення оптичних систем.

Тема 6.3. Дифракція світла

Принцип Гюйгенса-Френеля. Дифракція Френеля. Метод зон Френеля. Дифракція Френеля на круглому отворі та диску. Пляма Пуассона. Дифракція Фраунгофера. Дифракція на одній та багатьох щілинах. Дифракційна ґратка. Дифракція Фраунгофера та спектральний розклад. Роздільна здатність та дисперсія спектральних приладів.

Тема 6.4. Електромагнітні хвилі в речовині

Розповсюдження світла в речовині. Явище дисперсії світла. Поняття про механізм дисперсії світла. Поглинання світла. Закон Бугера-Ламберта. Зв'язок дисперсії з поглинанням. Спектральний аналіз, його наукове та практичне застосування. Поляризація хвиль. Поляризація хвиль при відбиванні та заломленні. Закони Брюстера і Малюса. Подвійне променезаломлення в одноосних кристалах та його пояснення. Поляризаційні прилади. Призма Ніколя. Обертання площини поляризації.

Семестр 3

Змістовний модуль 7. Основні уявлення квантової фізики

Тема 7.1. Елементи квантової оптики

Теплове рівноважне випромінювання чорного тіла, його закони: Кірхгофа, Стефана-Больцмана, Віна. Квантова гіпотеза та формула Планка. Фотони. Енергія, імпульс та маса фотона. Зовнішній фотоэффект. Квантові і хвильові пояснення тиску світла. Досліди Лебедева. Корпускулярно-хвильовий дуалізм світла.

Тема 7.2. Основні уявлення квантової фізики

Модель атому Резерфорда. Лінійчаті спектри воднеподібних атомів. Дискретність енергетичних рівнів атомів. Постулати Бора.

Тема 7.3. Квантова механіка

Гіпотеза де Бройля. Експериментальне підтвердження хвильових властивостей частинок речовини. Дифракція електронів (досліди Девіссона і Джермера, Томсона і Тартаковського, Бібермана, Сушкіна і Фабриканта). Практичні застосування дифракції частинок. Електроніографія, нейтроніографія. Співвідношення невизначеностей Гайзенберга.

Тема 7.4. Квантовий стан. Рівняння Шредінгера

Хвильова функція та її статистичний сенс. Часове рівняння Шредінгера. Рівняння Шредінгера для стаціонарних станів. Вільна частинка. Частинка в одновимірній прямокутній «потенційній ямі» (квантування енергії та імпульсу частинки). Гармонічний осцилятор. Нульові коливання. Проходження частинки крізь потенціальний бар'єр. Тунельний ефект.

Змістовний модуль 8. Фізика атомів та молекул

Тема 8.1. Атом

Рівняння Шредінгера для частинки (електрона) у сферично-симетричному полі - атом водню, вид хвильових функцій та розподіл густини ймовірності, фізичний зміст квантових чисел.

Квантування енергії, моменту імпульсу та проекції моменту імпульсу електрона. Основний стан атома водню. Дослід Штерна і Герлаха. Спін електрона. Спінове квантове число. Орбітальний та спіновий магнітні моменти. Складні атоми. Ферміони і бозони. Принцип Паулі. Розподіл електронів у атомі за станами. Періодична система елементів Д.І. Менделєєва.

Тема 8.2. Молекула

Природа хімічного зв'язку. Іонний і ковалентний типи зв'язку. Молекула водню. Обмінна взаємодія. Енергетична структура молекул. Електронні, коливальні й обертальні рівні енергії двохатомних молекул. Молекулярні спектри.

Змістовний модуль 9. Фізика атомного ядра

Тема 9.1. Атомне ядро

Склад атомних ядер. Масове та зарядове числа. Характеристики ядер: заряд, розмір та маса ядра. Взаємодія нуклонів в ядрі й поняття про властивості та природу ядерних сил. Дефект маси та енергія зв'язку ядер. Ядерні реакції. Закон радіоактивного розпаду. Активність радіонукліду. Закономірності альфа-, бета-, і гама-розпаду ядер. Ланцюгова реакція поділу ядер. Ядерний реактор. Термоядерні реакції.

Змістовний модуль 10. Елементи фізики конденсованих станів

Тема 10.1. Кристали

Будова кристалів. Характер хімічних зв'язків у твердих тілах. Поняття про фонони. Теплоємність кристалів.

Тема 10.2. Поняття про зонну теорію твердого тіла

Енергетичні зони у кристалах. Валентна зона, заборонена зона і зона провідності. Заповнення зон: метали, діелектрики, напівпровідники.

Тема 10.3. Елементи квантової статистики

Статистичний опис квантової системи. Квантові ідеальні гази. Розподіли Бозе-Ейнштейна і Фермі-Дірака.

Тема 10.4. Електропровідність речовини

Класична та квантова природа електропровідності металів. Надпровідність. Ефект Мейснера. Високотемпературна надпровідність. Власна та домішкова електропровідність напівпровідників. Електронний і дірковий напівпровідники, р-п перехід. Фотоелектричні явища у напівпровідниках: фотопровідність, фотоелектрорушійна сила. Принцип дії сонячної батареї.

Теми практичних занять

Семестр 1.

Тема 1. Фізичні основи механіки

Кінематика поступального та обертового рухів. Динаміка поступального і обертового рухів. Закони збереження в класичній механіці.

Тема 2. Механічні коливання та хвилі

Гармонічні коливання. Згасаючі та вимушені коливання. Хвильові процеси.

Тема 3. Молекулярна фізика та термодинаміка

Основи молекулярно-кінетичної теорії газів. Класичні статистичні розподіли. Основи термодинаміки.

Семестр 2.

Тема 4. Електрика

Електростатика у вакуумі. Постійний електричний струм.

Тема 5. Магнетизм

Магнітостатика у вакуумі. Електромагнетизм.

Тема 6. Оптика

Інтерференція світла. Дифракція світла. Електромагнітні хвилі в речовині.

Семестр 3.

Тема 7. Основні уявлення квантової фізики

Квантова оптика. Квантова механіка. Рівняння Шредингера.

Тема 8. Фізика атомів та молекул

Атом. Молекула.

Тема 9. Атомне ядро.

Дефект маси та енергія зв'язку ядер. Ядерні реакції. Закон радіоактивного розпаду. Активність.

Тема 10. Елементи фізики конденсованих станів

Кристали. Квантова статистика. Електропровідність.

Теми лабораторних робіт

Семестр 1.

Тема 1. Фізичні основи механіки

ЛР Визначення прискорення вільного падіння за допомогою математичного маятника.

ЛР Перевірка основного закону динаміки обертального руху

ЛР Вивчення закономірностей пружного і непружного удару кульок

Тема 2. Механічні коливання та хвилі

ЛР Визначення швидкості звуку в повітрі методом додавання взаємно-перпендикулярних коливань.

ЛР Визначення акустичних параметрів камертона.

ЛР Визначення швидкості звуку в твердих тілах методом акустичного резонансу.

Тема 3. Молекулярна фізика та термодинаміка

ЛР Визначення динамічної в'язкості рідини методом Стокса.

ЛР Визначення співвідношення молярних теплоємностей.

Семестр 2.

Тема 4. Електрика

ЛР Градування гальванометра та визначення його внутрішнього опору.

ЛР Експериментальна перевірка правил Кірхгофа.

ЛР Визначення характеристик і умов економічного використання джерел постійного струму.

Тема 5. Магнетизм

ЛР Визначення напруженості магнітного поля електромагніта

ЛР Визначення горизонтальної складової напруженості магнітного поля Землі.

ЛР Визначення кута магнітного нахилу.

Тема 6. Оптика

ЛР Визначення радіуса кривизни лінзи за допомогою установки Ньютона.

ЛР Визначення ширини щілини та періоду дифракційної ґратки за допомогою дифракції.

Семестр 3.

Тема 7. Основні уявлення квантової фізики

ЛР Вивчення законів теплового випромінювання.

ЛР Визначення довжини хвилі де Бройля електронів.

ЛР Ефект Рамзауера.

Тема 8. Фізика атомів та молекул

ЛР Визначення сталої Рідберга.

ЛР Дослідження дискретності енергетичних рівнів атомів за допомогою ефекту Франка-Герца.

Тема 9. Фізика атомного ядра

ЛР Вивчення статистичних закономірностей природнього фону випромінювання.

Тема 10. Елементи фізики конденсованих станів

ЛР Визначення ширини забороненої зони напівпровідника.

ЛР Вивчення кінетики фотопровідності.

Самостійна робота

Самостійна робота студентів складається з опрацювання лекційного матеріалу, підготовки до лабораторних та практичних занять, виконання індивідуального розрахунково-графічного завдання. Студентам також рекомендовано додаткові матеріали (посібники, методичні вказівки) для самостійної роботи.

Література та навчальні матеріали

Базова література

1. Фізика. Лабораторний практикум : навч. посіб. : / Т. М. Шелест, О. М. Андреев, Т. І. Храмова та ін. – Дніпро : Середняк Т.К., 2023. – 304 с. <https://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/69100>.

2. Гапochenко С.Д. Механіка. Навчально-методичний посібник для самостійної роботи з дисципліни «Фізика» / Гапochenко С.Д. Харків : ТОВ «В СПРАВІ», 2021. – 116 с.
<http://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/53032>.
3. Гапochenко С. Д. Механічні коливання і хвилі [Електронний ресурс] : опорний конспект лекцій з дисципліни "Фізика" : для студентів техн. спец. / С. Д. Гапochenко ; Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". – Електрон. текст. дані. – Харків, 2021. – 49 с. : іл. – Представлено у вигляді презентації. –
<https://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/56830>.
4. Фізика. Навчально-методичний посібник для дистанційного навчання / Н.Б. Фат'янова, Т.М. Шелест, І.В. Галуцук, Ю.В. Меньшов – Харків :НТУ «ХПІ», 2021. – 164 с.
<http://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/49895>.

Додаткова література

1. Методичні вказівки до самостійної роботи за темою «Механіка. Частина 1. Кінематика» з курсу «Фізика» для студентів усіх спеціальностей / уклад.: Храмова Т.І., Кривоніс С.С., Шелест Т.М. – Харків: НТУ «ХПІ», 2020. – 36 с. <http://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/49380>.
2. Методичні вказівки до самостійної роботи за темою «Механіка. Частина 2. Динаміка» з курсу «Фізика» для студентів технічних спеціальностей / уклад.: Храмова Т.І., Кривоніс С.С., Шелест Т.М. – Харків : НТУ «ХПІ», 2021. – 48 с. <http://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/53080>.
3. Методичні вказівки до самостійної роботи за темою "Механічні коливання та хвилі" з курсу "Фізика" : для студентів техн. спец. / уклад.: Т. І. Храмова, С. С. Кривоніс, Т. М. Шелест ; Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". – Харків : Друкарня Мадрид, 2022. – 60 с.
<https://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/55943>.
4. Водоріз О. С. Оптика, атомна і ядерна фізика [Електронний ресурс] : навч. посібник / О. С. Водоріз, О. А. Любченко, Т. В. Тавріна ; Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". – Електрон. текст. дані. – Харків, 2021. – 159 с. – URI: <http://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/54012>.
5. Водоріз О. С. Оптика, атомна і ядерна фізика: посібник з розв'язання задач [Електронний ресурс] : навч.-метод. посібник / О. С. Водоріз, О. А. Любченко, Т. В. Тавріна ; Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". – Електрон. текст. дані. – Харків, 2021. – 172 с. – URI: <http://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/54001>.
6. Шкурдода Ю. О. Фізика. Механіка, молекулярна фізика та термодинаміка : навч. посіб. / Ю. О. Шкурдода, О. О. Пасько, О. А. Коваленко. – Суми : СумДУ, 2021. – 221 с.
<https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/83976>.
7. Шкурдода Ю. О. Фізика. Електрика і магнетизм [Електронний ресурс] : навч. посіб. / Ю. О. Шкурдода, О.О. Пасько, І.О. Шпетний. – СумДУ : СумДУ, 2022. – 172 с.
<https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/90010>.

Система оцінювання

Критерії оцінювання успішності студента та розподіл балів

100% підсумкової оцінки складаються з результатів оцінювання у вигляді екзамену (40%) та поточного оцінювання (60%).

Екзамен: письмове завдання (3 запитання з теорії + розв'язання задачі) та усна відповідь.

Поточне оцінювання: усні відповіді під час практичних занять, домашні письмові роботи, індивідуальне розрахунково-графічне завдання (по 20%).

Шкала оцінювання

Сума балів	Національна оцінка	ECTS
90–100	Відмінно	A
82–89	Добре	B
75–81	Добре	C
64–74	Задовільно	D
60–63	Задовільно	E
35–59	Незадовільно (потрібне додаткове вивчення)	FX
1–34	Незадовільно (потрібне повторне вивчення)	F

Норми академічної етики і політика курсу

Студент повинен дотримуватися «Кодексу етики академічних взаємовідносин та доброчесності НТУ «ХПІ»: виявляти дисциплінованість, вихованість, доброзичливість, чесність, відповідальність. Конфліктні ситуації повинні відкрито обговорюватися в навчальних групах з викладачем, а при неможливості вирішення конфлікту – доводитися до відома співробітників дирекції інституту. Нормативно-правове забезпечення впровадження принципів академічної доброчесності НТУ «ХПІ» розміщено на сайті: <http://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/nv/akademichna-dobrochesnist/>

Погодження

Силабус погоджено

31.08.2023

Завідувач кафедри
Олена ЛЮБЧЕНКО

31.08.2023

Гарант ОП Локомотиви та
локомотивне господарство
Багіш ЄРІЦЯН