



”Фізика твердого тіла”

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>Обов'язкова (нормативна) (цикл професійної підготовки)</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>IV курс, осінній</i>
Обсяг дисципліни	<i>75 годин (2.5 кредити): 36 годин лекцій, 18 годин практичних СРС – 21 год.</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>залік, модульна контрольна робота</i>
Розклад занять	
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: <i>канд. фіз.-мат. наук, Кривенко-Еметов Я.Д., krivemet@ukr.net</i> Практичні: : <i>канд. фіз.-мат. наук, Кривенко-Еметов Я.Д., krivemet@ukr.net</i>
Розміщення курсу	Посилання на дистанційний ресурс https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=2559

Програма навчальної дисципліни

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

Дисципліна «Фізика твердого тіла» належить до циклу дисциплін природничо-наукової підготовки і забезпечує підготовку студентів в галузі загальних знань з питань фізики твердого тіла. На дисципліні «Фізика твердого тіла» базуються інші курси, що пов'язані близькими темами до питань фізики твердого тіла.

Основною метою навчальної дисципліни «фізики твердого тіла» є формування у студентів системи знань з загальних питань: ґратки Браве, різних ґраток, примітивної комірки, комірки Вігнера-Зейца, оберненої ґратки, зон Брілюєна, визначення кристалічних структур за допомогою дифракції рентгенівських променів, рівні електрона у періодичному потенціалі, електрони в слабкому періодичному потенціалі, методу сильної зв'язку й інших моделей, напівкласичної моделі динаміки електронів й напівкласичної моделі провідності.

Силабус навчальної дисципліни «Фізики твердого тіла» розроблений на основі принципу конструктивного вирівнювання (constructive alignment), що дозволяє передбачити необхідні навчальні завдання та активності, які потрібні студентам для досягнення очікуваних результатів навчання, а потім спроектувати навчальний досвід таким чином, щоб максимально збільшити можливості студентів досягти бажаних результатів.

Силабус побудований таким чином, що для виконання кожного наступного завдання студентам необхідно застосовувати навички та знання, отримані у попередньому. Фінальним є залік, для задачі якого студенти використовують теоретичні знання та застосовують практичні навички, отримані під час виконання всіх видів завдань (практичних занять) та активної участі на

лекційних заняттях (виконання поточних завдань та активностей). Особлива увага приділяється принципу заохочення студентів до активного навчання, у відповідності з яким студенти мають працювати над практичними тематичними завданнями, які дозволять в подальшому вирішувати реальні проблеми та завдання.

Навчання під час практичних занять здійснюється на основі студентоцентрованого підходу та стратегії взаємодії викладача та студента з метою засвоєння студентами матеріалу та розвитку у них практичних навичок.

Під час практичних занять застосовуються:

стратегії активного і колективного навчання;

особистісно-орієнтовані розвиваючі технології, засновані на активних формах і методах навчання (командна робота (team-based learning), парна робота (think-pair-share), метод мозкового штурму, дискусія, експрес-конференція, навчальні дебати тощо);

метод проблемно-орієнтованого навчання.

Для більш ефективного розуміння структури навчальної дисципліни та засвоєння матеріалу дистанційно використовується сервіси «Електронний кампус», Zoom та e-mail спілкування, за допомогою яких:

- спрощується розміщення та обмін навчальним матеріалом;
- здійснюється надання зворотного зв'язку студентам стосовно навчальних завдань та змісту навчальної дисципліни;
- оцінюються навчальні завдання студентів;
- ведеться облік виконання студентами плану навчальної дисципліни, графіку виконання навчальних завдань та оцінювання студентів.

Під час очного навчання та для взаємодії зі студентами використовуються сучасні інформаційно-комунікаційні та мережеві технології для вирішення навчальних завдань, а також обладнання (проектор та електронні презентації для лекційних та семінарських занять).

Отримані практичні навички та засвоєні теоретичні знання під час вивчення навчальної дисципліни «Фізика твердого тіла» можна використовувати в подальшому під час навчання спеціалізованих дисциплін прикладної фізики.

Метою кредитного модуля є:

- отримання у студентів систематичних знань щодо головних положень теорії твердого тіла та знайомство з основними методами опису твердого тіла;
- оволодіння студентами основними методами розв'язку задач з курсу «Фізика твердого тіла» по розрахунку енергетичних спектрів, хвильових функцій, ймовірностей квантових переходів, властивостей багаточастинкових систем;
- надання студентам необхідного базового матеріалу для підготовки магістерських робіт по темі теорія твердого тіла та близьких до цього тем, а також для подальшої наукової роботи у цьому напрямку.

1.1. Основні завдання кредитного модуля.

Після засвоєння навчальної дисципліни студенти мають продемонструвати такі результати навчання:

знання:

основних понять теорії твердого тіла; основних підходів та теоретичних методів опису твердого тіла й основних понять напівкласичної моделі динаміки електронів у твердому тілі;

уміння:

вільно володіти основними поняттями теорії твердого тіла, опису властивостей твердого тіла взагалі та конкретно до різних часткових випадків (лужні метали, напівметали, перехідні метали та ін.), опис спектрів та переходів, процесів струму та переносу тепла;
досвід: вільно орієнтуватися на якісному й кількісному рівні в основних фізичних явищах, пов'язаних з сучасним станом в галузі досліджень твердого тіла та нові методи опису.

Загальні компетентності СВО

ЗК 1: Здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу.

ЗК 2: Здатність до навчання та самоаналізу (пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел).

ЗК 6: Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.

Фахові компетентності СВО

ФК 5: Здатність до постійного розвитку компетентностей у сфері прикладної фізики, інженерії та комп'ютерних технологій.

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.

Програмні результати навчання

ПРН 1: Знання сучасної фізики на рівні, достатньому для розв'язання практичних проблем прикладної фізики.

ПРН 14: Обирати та використовувати методи та засоби дослідження структури, складу та властивостей речовин і матеріалів.

ПРН 17: Знання основ професійно-орієнтованих дисциплін спеціальності, зокрема хімії, ядерної фізики, статистичної радіофізики та оптики, електродинаміки суцільних середовищ для розв'язання практичних проблем прикладної фізики, в т.ч. високих фізичних технологій та/або фізики живих систем та/або фізики енергетичних систем.

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

Ця програма охоплює один з розділів курсу теоретичної фізики – теорію фізики твердого тіла. Програма орієнтована на студентів, які навчаються за спеціальністю 150 «Прикладна фізика та наноматеріали». Прослухавши цей курс студенти можуть отримати систематичні знання щодо головних положень теорії твердого тіла, основних методів теорії твердого тіла та розв'язку деяких задач теорії твердого тіла за допомогою цих методів.

Для засвоєння матеріалу курсу «Фізика твердого тіла» студенти повинні засвоїти термінологію та поняття курсів:

1. Атомна фізика;
2. Електродинаміка суцільних середовищ;
3. Квантова механіка.

Також, студенти повинні вміти програмувати, використовувати математичний апарат: операції з матрицями, диференціювати, інтегрувати, розв'язувати диференціальні рівняння.

Отримані практичні навички та засвоєні теоретичні знання під час вивчення навчальної дисципліни «Фізика твердого тіла», можна використовувати в подальшому в навчальних дисциплінах, пов'язаних з теоретичними та практичними аспектами прикладної фізики та матеріалознавства.

3. Зміст навчальної дисципліни

2.

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	Всього	у тому числі			
		Лекції	Практичних (семінарських) занять	Лабораторні роботи (комп'ютерний практикум)	СРС
1	2	3	4	5	6
Розділ 1. Вступ. Кристалічні решітки					
Тема 1.1. Терія Друде. Теорія металів Зоммерфельда. Решітка Браве і основні вектори. Проста кубічна, ОЦК, ГЦК решітки. Поняття координатної числа.	1	1			
Тема 1.2. Примітивна комірка, комірка Вигнера-Зейтца і умовна комірка. Кристалічні структури і решітки з базисом. Деякі приклади кристалічних структур і решіток з базисом.	4	2	1		1
Тема 1.3. Класифікація решіток Браве. Кристалічні точкові і просторові групи. Позначення і приклади кристалічних систем.	3	1	1		
Контрольна робота 1	1				1
Разом по розділу 1	8	4	2		2
Розділ 2. Обернена решітка.					
Тема 2.1. Зворотня решітка Браве: визначення та приклади. Перша зона Брілюена.	4	2	1		1
Тема 2.2. Атомні площини і індекси Міллера.	5	2	1		1
Разом по розділу 2	8	4	2		2
Розділ 3. Визначення кристалічних структур за допомогою дифракції рентгенівських променів.					
Тема 3.1. Умови Брегга і Лауе дифракції рентгенівських променів в кристалах. Еквівалентність формулювань Брегга і Лауе.	4	2	1		1
Тема 3.2. Експериментальні методи, засновані на умови Лауе. Побудова Евальда. Метод Дебая-Шеррера. Структурний фактор.	5	2	1		1
Разом по розділу 3	8	4	2		2
Розділ 4. Рівні електрона у періодичному потенціалі. Загальні властивості.					
Тема 4.1. Періодичний потенціал. Теорема Блоха	2	1			1
Тема 4.2. Гранична умова Борна-Кармана. Загальні зауваження про теорему Блоха. Поняття енергетичної зони.	2	1	1		
Тема 4.3. Поверхня Фермі. Щільність рівнів. Особливості Ван-Хова.	5	2	1		1
Разом по розділу 4	8	4	2		2
Розділ 5. Електрони в слабкому періодичному потенціалі.					
Тема 5.1. Електрони в слабкому періодичному потенціалі. Загальний підхід до рівняння Шредінгера в разі слабкого потенціалу.	2	1			1
Тема 5.2. Енергетичні рівні поблизу однієї з брегівських площин.	3	1	1		
Тема 5.3. Енергетичні зони в одновимірному випадку. Енергетична щільність. Зона Брілюена.	4	2	1		1
Разом по розділу 5	8	4	2		2
Розділ 6 Метод сильної зв'язку.					
Тема 6.1. Метод сильної зв'язку: загальний підхід.	5	2	2		1

Тема 6.2. Метод сильної зв'язку (МСС): застосування до випадку s-зони, яку породжує одним атомним s-рівнем. Загальні зауваження про метод сильного зв'язку.	4	2	2		1
Разом по розділу 6	8	4	2		2
Розділ 7. Інші методи розрахунку зонної структури.					
Тема 7.1. Недоліки МСС. Наближення незалежних електронів. Метод комірок.	3	1	1		1
Тема 7.2. МТ-потенціал. Метод приєднаних плоских хвиль (ППВ) і метод гриновських функцій (ККР).	3	1	1		
Тема 7.3. Метод ортогоналізованих плоских хвиль (ОПВ) та метод псевдопотенціалу.	3	2			1
Разом по розділу 7	8	4	2		2
Розділ 8. Напівкласична модель динаміки електронів.					
Тема 8.1. Напівкласична модель динаміки електронів: хвильові пакети блохівське електронів, опис моделі, квазіімпульс, межі застосовності.	2	1			1
Тема 8.2. Наслідки напівкласичних рівнянь руху: інертність заповнених зон, дірки і теорія носіїв різних типів.	3	1	1		
Тема 8.3. Рух у зовнішніх постійних полях (електричному, магнітному та схрещених поле) згідно напівкласичній моделі.	4	2	1		1
Разом по розділу 8	8	4	2		2
Розділ 9 Напівкласична теорія провідності в металах.					
Тема 9.1. Напівкласична теорія провідності в металах. Наближення часу релаксації (τ -наближення). Обчислення нерівноважної функції розподілу.	3	1	1		1
Тема 9.2. Спрощення нерівноважної функції розподілу в окремих випадках. Статична електропровідність.	3	1	1		
Тема 9.3. Теплопровідність (згідно напівкласичній теорії провідності в металах).	3	2			1
Разом по розділу 9	8	4	2		2
Модульна контрольна робота	3				3
Всього годин	75	36	18		21

4. Навчальні матеріали та ресурси

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Базова

1. Я.Д. Кривенко-Еметов Збірник задач з фізики твердого тіла (електронне видання) К 2020;
2. Д.Філін Збірник задач з фізики твердого тіла. (електронне видання) К 2016;
3. Ю.М.Поплавко. Фізика твердого тіла T1, T2.- Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2017;
4. Neil W. Ashcroft, N. David Mermin Solid State Physics Published 1976 by Cengage Learning;
5. Otfried Madelung Introduction to Solid-State Theory (Springer Series in Solid-State Sciences), 1978 ISBN-13: 978-3540604433 ISBN-10: 354060443X.

Допоміжна

6. Г.Бейтмен и А.Эрдейи, Высшие трансцендентные функции. Т. 1 и 2, М.: «Наука», 1973./
7. https://do.ipk.kpi.ua/pluginfile.php/142848/mod_resource/content/1/%D1%84%D1%82%D1%82_%D0%B7%D0%B0%D0%B4%D0%B0%D1%87%D0%B8_2020.pdf
8. Киттель Ч. Квантовая теория твердых тел. М.: Наука, 1967
9. Займан Дж. Электроны и фононы. Теория явлений переноса в твердых телах. М.: ИЛ, 1962
10. Дж. Займан "Принципы теории твердого тела", М., 1966
11. В.И. Зиненко, Б.П. Сорокин, П.П. Турчин. "Основы физики твердого тела". 2001, Издательство Физико-математической литературы.

12. Ашкрофт Н, Мермин Н. Физика твёрдого тела. Т. 1 и 2. М., 1979;
13. Киттель Ч. Введение в физику твердого тела. М.: Наука, 1978;
14. А. С. Давыдов. Теория твердого тела. Наука, 1976
15. Маделунг О. Теория твердого тела. М.: Наука, 1980
16. Ансельм А.И. Введение в теорию полупроводников М.: Наука, 1978
17. Ю.И. Сиротин, М.П. Шаскольская. Основы кристаллофизики. Наука, 1979.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

ЛЕКЦІЙНІ ЗАНЯТТЯ

№ з/п	<i>Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу та завдання на СРС)</i>
1	Вступ. Теорія Друде. Теорія металів Зоммерфельда. Решітка Браве і основні вектори. Проста кубічна, ОЦК, ГЦК решітки. Поняття координатного числа.
Література:	[4],[12],[14],[15]
Завдання на СРС:	Вивчення матеріалу лекції. Задачі.
2	Примітивна комірка, комірка Вигнера-Зейтца і умовна комірка. Кристалічні структури і решітки з базисом. Деякі приклади кристалічних структур і решіток з базисом. Класифікація решіток Браве. Кристалічні точкові і просторові групи. Позначення і приклади кристалічних систем.
Література:	[4],[12],[14],[15]
Завдання на СРС:	Вивчення матеріалу лекції. Задачі.
3	Зворотня решітка Браве: визначення та приклади. Перша зона Брілюена. Атомні площини і індекси Міллера.
Література:	[4],[12],[14],[15]
Завдання на СРС:	Вивчення матеріалу лекції. Задачі.
4	Умови Бреґґа і Лауе дифракції рентгенівських променів в кристалах. Еквівалентність формулювань Бреґґа і Лауе. Експериментальні методи, засновані на умови Лауе. Побудова Евальда. Метод Дебая-Шеррера. Структурний фактор.
Література:	[4],[12],[14],[15]
Завдання на СРС:	Вивчення матеріалу лекції. Задачі.
5	Періодичний потенціал. Теорема Блоха. Гранична умова Борна-Кармана. Доведення теореми Блоха
Література:	[4],[12],[14],[15]
Завдання на СРС:	Вивчення матеріалу лекції. Задачі.
6	Загальні зауваження про теорему Блоха. Поняття енергетичної зони. Поверхня Фермі. Щільність рівнів. Особливості Ван-Хова.
Література:	[4],[12],[14],[15]
Завдання на СРС:	Вивчення матеріалу лекції. Задачі.
7	Електрони в слабкому періодичному потенціалі. Загальний підхід до рівняння Шредінґера в разі слабкого потенціалу.
Література:	[4],[12],[14],[15]
Завдання на СРС:	Вивчення матеріалу лекції. Задачі.
8	Енергетичні рівні поблизу однієї з бреггівськими площин. Енергетичні зони в одновимірному випадку. Енергетична щілина. Зона Брілюена.
Література:	[4],[12],[14],[15]
Завдання на СРС:	Вивчення матеріалу лекції. Задачі.
9	Метод сильної зв'язку: загальний підхід.

Література:	[4],[12],[14],[15]
Завдання на СРС:	Вивчення матеріалу лекції. Задачі.
10	Метод сильної зв'язку (МСС): застосування до випадку s-зони, яку породжує одним атомним s-рівнем. Загальні зауваження про метод сильного зв'язку.
Література:	[4],[12],[14],[15]
Завдання на СРС:	
11	Недоліки МСС. Наближення незалежних електронів. Метод комірок. МТ-потенціал.
Література:	
Завдання на СРС:	Вивчення матеріалу лекції. Задачі.
12	Метод приєднаних плоских хвиль (ППХ) і метод гриновських функцій (ККР).
Література:	[4],[12],[14],[15]
Завдання на СРС:	Вивчення матеріалу лекції. Задачі.
13	Метод ортогоналізованих плоских хвиль (ОПВ) та метод псевдопотенціалу.
Література:	[4],[12],[14],[15]
Завдання на СРС:	Вивчення матеріалу лекції. Задачі.
14	Напівкласична модель динаміки електронів: хвильові пакети блохівське електронів, опис моделі, квазіімпульс, межі застосування.
Література:	[4],[12],[14],[15]
Завдання на СРС:	Вивчення матеріалу лекції. Задачі.
15	Наслідки напівкласичних рівнянь руху: інертність заповнених зон, дірки і теорія носіїв різних типів. Рух у зовнішніх постійних полях (електричному, магнітному та схрещених полях) згідно напівкласичній моделі.
Література:	[4],[12],[14],[15]
Завдання на СРС:	Вивчення матеріалу лекції. Задачі.
16	Напівкласична теорія провідності в металах. Наближення часу релаксації (τ -наближення). Обчислення нерівноважної функції розподілу.
Література:	[4],[12],[14],[15]
Завдання на СРС:	Вивчення матеріалу лекції. Задачі.
17	Спрощення нерівноважної функції розподілу в окремих випадках. Статична електропровідність.
Література:	[4],[12],[14],[15]
Завдання на СРС:	Вивчення матеріалу лекції. Задачі.
18	Високочастотна електропровідність. Теплопровідність (згідно напівкласичної теорії провідності в металах).
Література:	[4],[12],[14],[15]
Завдання на СРС:	Вивчення матеріалу лекції. Задачі.
19	Додаткові глави: Термо-ЕРС. Інші термoeфекти. Провідність у постійному магнітному полі.
Література:	[4],[12],[14],[15]
Завдання на СРС:	Вивчення матеріалу лекції. Задачі.

ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ

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

№ з/п	<i>Назва теми заняття та перелік основних питань (перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу та завдання на СРС)</i>
1-2	Вступ. Теорія Друде. Теорія металів Зоммерфельда. Решітка Браве і основні вектори.

	Проста кубічна, ОЦК, ГЦК решітки. Поняття координаційного числа. Примітивна комірка, комірка Вигнера-Зейтца і умовна комірка. Кристалічні структури і решітки з базисом. Деякі приклади кристалічних структур і решіток з базисом. Класифікація решіток Браве. Кристалічні точкові і просторові групи. Позначення і приклади кристалічних систем. Задача 1-3
Література:	[1,2,12,13]
Завдання на СРС:	Задача 11
3-4	Зворотня решітка Браве: визначення та приклади. Перша зона Брілюена. Атомні площини і індекси Міллера. Умови Бреґґа і Лауе дифракції рентгенівських променів в кристалах. Еквівалентність формулювань Бреґґа і Лауе. Експериментальні методи, засновані на умови Лауе. Побудова Евальда. Метод Дебая-Шеррера. Структурний фактор. Задача 4-6
Література:	[1,2,12,13]
Завдання на СРС:	Задача 3-4
5	Періодичний потенціал. Теорема Блоха. Гранична умова Борна-Кармана. Доведення теореми Блоха. Задача 7-9
Література:	[1,2,12,13]
Завдання на СРС:	Задача 5
6-7	Загальні зауваження про теорему Блоха. Поняття енергетичної зони. Поверхня Фермі. Щільність рівнів. Особливості Ван-Хова. Електрони в слабкому періодичному потенціалі. Загальний підхід до рівняння Шредінґера в разі слабкого потенціалу. Задача 10-12
Література:	[1,2,12,13]
Завдання на СРС:	Задача 6
8-9	Енергетичні рівні поблизу однієї з брегівськими площин. Енергетичні зони в одновимірному випадку. Енергетична щільність. Зона Брілюена. Метод сильної зв'язку: загальний підхід. Задача 13-17
Література:	[1,2,12,13]
Завдання на СРС:	Задача 7
10-11	Метод сильного зв'язку (МСС): застосування до випадку s-зони, яку породжує одним атомним s-рівнем. Загальні зауваження про метод сильного зв'язку. Недоліки МСС. Наближення незалежних електронів. Метод комірок. Задача 18-22
Література:	[1,2,12,13]
Завдання на СРС:	Задача 8
12	MT-потенціал. Метод приєднаних плоских хвиль (ППХ) і метод ґриновських функцій (ККР).

	Задача 23-25
Література:	[1,2,12,13]
Завдання на СРС:	Задача 9
13-14	Метод ортогоналізованих плоских хвиль (ОПВ) та метод псевдопотенціалу. Напівкласична модель динаміки електронів: хвильові пакети блохівське електронів, опис моделі, квазіімпульс, межі застосування. Задача 26-28
Література:	[1,2,12,13]
Завдання на СРС:	Задача 10
15-16	Наслідки напівкласичних рівнянь руху: інертність заповнених зон, дірки і теорія носіїв різних типів. Рух у зовнішніх постійних полях (електричному, магнітному та схрещених полях) згідно напівкласичній моделі. Напівкласична теорія провідності в металах. Наближення часу релаксації (τ -наближення). Обчислення нерівноважної функції розподілу. Задача 29-31
Література:	[1,2,12,13]
Завдання на СРС:	Задача 11
17-18	Спрощення нерівноважної функції розподілу в окремих випадках. Статична електропровідність. Високочастотна електропровідність. Теплопровідність (згідно напівкласичної теорії провідності в металах). Задача 32-34
Література:	[1,2,12,13]
Завдання на СРС:	Задача 13

6. Самостійна робота студента

На самостійну роботу передбачено 21 год. Самостійна робота передбачає вивчення теоретичного матеріалу, виконання модульної контрольної роботи (МКР), підготовку до аудиторних занять, розв'язок задач, підготовка до контрольної роботи та до заліку.

Домашні завдання оформлюються в окремому зошиті і здаються в термін, встановлений викладачем на початку семестру.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Календарний рубіжний контроль

Критерій	Перша атестація	Друга атестація
Термін календарного контролю	8-ий тиждень	14-ий тиждень
Умови: поточний рейтинг	≥ 10 балів	≥ 20 балів

Порушення термінів виконання завдань та заохочувальні бали

Заохочувальні бали	
Критерій	Бал
Активність на лекційних заняттях.	10 балів
Активність на практичних заняттях.	10 балів
Наявність рукописного конспекту лекцій.	10 балів
Порушення термінів виконання завдань	-5 балів
Призове місце у міжнародних, всеукраїнських та/або інших заходах та/або конкурсах (за тематикою навчальної дисципліни)	До 10 балів

Відвідування занять

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 виконання поточного завдання, практичних задач та тематичних завдань. Система оцінювання орієнтована на отримання балів за активність студента, а також виконання завдань, які здатні розвинути 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, але максимальний бал за неї буде дорівнювати 50% від загальної кількості балів. Повторне написання модульної контрольної роботи не допускається.

Тематичне завдання, яке подається на перевірку з порушенням терміну виконання, не оцінюється.

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

Робота студентів протягом семестру включає як аудиторні заняття, так і самостійну роботу (СРС). До СРС відносяться такі види робіт: вивчення теоретичного матеріалу. При оформленні конспекту теоретичного матеріалу студенту слід вказувати назви тем, питань та номерів параграфів із підручника чи посібника, який він використовував. Студент допускається до заліку за наявності зошита з усіма оформленими та підписаними роботами. В кінці семестру зошит з практичних робіт перевіряється лектором.

Протягом семестру регулярно проводяться індивідуальні консультації за окремим графіком та поточні консультації за розкладом. На індивідуальних консультаціях викладач консулює по завданнях самостійної роботи, проводить поетапний та кінцевий прийом завдань з курсу.

Залік є підсумком всієї роботи студента в семестрі і враховує всі види робіт, які студенти зобов'язані виконати протягом семестру згідно рейтинговій системі оцінювання.

№ з/п	Контрольний захід	Всього максимум
1.	Активність на лекційних заняттях	20

2.	Модульна контрольна робота	20
3.	Самостійна робота та активність на практичних заняттях	20
4	Загалом	60

Максимальна кількість балів на всіх практичних заняттях дорівнює 20 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.

Під час лекцій проводяться бліц-опитування. За кожен вірну відповідь під час бліц-опитування отримується 0.5 бал.

Модульний контроль

Максимальна кількість балів за контрольну роботу дорівнює 20 балів.

Самостійна робота студентів

Максимальна кількість балів за СРС дорівнює 20 бали.

Враховується виконання домашнього завдання та самостійне вивчення матеріалу.

Максимальний рейтинг за семестр складає 60 балів.

Максимальний бал за залік складає 40 балів.

Максимальний сумарний рейтинг складає 100 балів.

Розрахунок шкали (R) рейтингу:

Сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає:

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

Необхідною умовою допуску до заліку стартовий рейтинг (rC) не менше 50 % від R_c, тобто 30 балів.

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>.

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.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

<i>Кількість балів</i>	<i>Оцінка</i>
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови 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, а також з тими, хто бажає підвищити свою позитивну оцінку.

Студенти, які набрали протягом семестру менше ніж 60 балів ($RD < 30$), зобов'язані проходити співбесіду. 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 оцінку, на яку студент претендує, студент отримує оцінку згідно зі своїм рейтингом.

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Інклюзивне навчання

Навчальна дисципліна «Фізика твердого тіла» 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 студентоцентрикований підхід, за бажанням студентів, допускається вивчення матеріалу за допомогою англійських онлайн-курсів за тематикою, яка відповідає тематиці конкретних занять.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус): Фізика твердого тіла

Складено доцентом кафедри прикладної фізики, кандидатом фіз.-мат.наук, Кривенко-Еметовим Я.Д.

Ухвалено кафедрою ПФ (протокол № 2 від 04.09.2020)

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