**Міністерство освіти і науки України**

**Херсонський державний університет**

**Кафедра фізики та методики її навчання**

“**ЗАТВЕРДЖУЮ**”

Завідувач кафедри фізики

та методики її навчання

доцент Гончаренко Т.Л.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

“30” січня 2020 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**ОК 9 ФІЗИКА ТВЕРДОГО ТІЛА**

спеціальність **014.08 Середня освіта (Фізика)**

факультет комп'ютерних наук, фізики та математики

2019 – 2020 навчальний рік

Робоча програма навчальної дисципліни **«Фізика твердого тіла»** для студентів за спеціальністю **014.08 Середня освіта (фізика)**

Робоча програма розроблена на основі авторської програми **«Фізика твердого тіла»**, що внесена до Збірника авторських програм з дисциплін кафедри фізики та методики її навчання Херсонський державний університет для підготовки ступенів на здобуття ступенів вищої освіти «бакалавр», «магістр» Свідоцтво про реєстрацію авторських прав № 79262 від 02.04.2018.

Розробник: **кандидат** фізико - математичних наук, доцент – Івашина Юрій Кирилович.

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри фізики та методики її навчання

Протокол № 5 від “30” січня 2020 року

Завідувач кафедри фізики та методики її навчання

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ (Гончаренко Т.Л.)

(підпис) (прізвище та ініціали)

© Івашина Ю.К.,2019рік

© Івашина Ю.К.,2020рік

# ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Найменування показників | Галузь знань,  спеціальність, ступінь вищої освіти | Характеристика навчальної дисципліни | | |
| **денна**  **форма**  **навчання** | **заочна**  **форма**  **навчання** | |
| Кількість кредитів -3,5/3 | Галузь знань:  01. Освіта | Нормативна | | |
| Модулів – 2 | 014.08 Середня освіта (Фізика) | **Рік підготовки:** | | |
| Змістових модулів – 2 | 1-й |  | |
| Загальна кількість годин: 105/90 | **Семестр:** | | |
| 1-й |  | |
| Тижневих годин для денної форми навчання:  аудиторних – 3  самостійної роботи – 6 | Ступінь вищої освіти:  магістр | **Лекції** | | |
| 18 год | 14 год | |
| **Семінарські** | | |
| - |  | |
| **Практичні** | | |
| 16 год | 10 год | |
| **Лабораторні** | | |
|  |  | |
| **Самостійна робота** | | |
| 71 год | 66 год | |
| **Вид контролю**: | | |
| екзамен | | екзамен |

**Примітка**.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи:

для денної форми навчання – 34/71

**СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Назви змістових  модулів і тем | Кількість годин | | | | | | | | | | | | | |
| денна форма | | | | | | | заочна форма | | | | | | |
| заг | в тому числі | | | | | | заг | в тому числі | | | | | |
| лек | пр | сем | лаб | інд | с.р | лек | пр | сем | лаб | інд | с.р |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| **Змістовий модуль 1.** Основи теорії фізики твердого тіла | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | Тема 1. Основні поняття фізики твердого тіла | 10 | 2 |  |  |  |  | 8 | 9 | 2 |  |  |  |  | 7 |
| 2 | Тема 2. Кристалічний стан | 12 | 2 | 2 |  |  |  | 8 | 12 | 2 | 2 |  |  |  | 8 |
| 3 | Тема 3. Динаміка кристалічних грат | 12 | 2 | 2 |  |  |  | 8 | 12 | 2 | 2 |  |  |  | 8 |
| 4 | Тема 4. Теплоємність кристалів | 12 | 2 | 2 |  |  |  | 8 | 11 | 2 | 2 |  |  |  | 7 |
| 5 | Тема 5. Електрона теорія кристалів | 12 | 2 | 2 |  |  |  | 8 | 12 | 2 | 2 |  |  |  | 8 |
| **Разом за модуль 1** | | **58** | **10** |  |  | **8** |  | **40** | **56** | **10** | **8** |  |  |  | **38** |
| **Змістовий модуль 2**. Властивості твердих тіл | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | Тема 6. Метали | 12 | 2 | 2 |  |  |  | 8 | 11 | 2 | 2 |  |  |  | 7 |
| 2 | Тема 7. Напівпровідники | 12 | 2 | 2 |  |  |  | 8 | 9 | 2 |  |  |  |  | 7 |
| 3 | Тема 8. Діелектрики | 12 | 2 | 2 |  |  |  | 8 | 7 |  |  |  |  |  | 7 |
| 4 | Тема 9. Магнітні властивості речовини | 11 | 2 | 2 |  |  |  | 7 | 7 |  |  |  |  |  | 7 |
| **Разом за модуль 2** | | **47** | **8** | **8** |  |  |  | **31** | **34** | **4** | **2** |  |  |  | **28** |
| **Усього годин** | | **105** | **18** | **16** |  |  |  | **71** | **90** | **14** | **10** |  |  |  | **66** |

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**

**Мета курсу**: Майбутні вчителі фізики повинні розуміти, що загальний курс фізики покладений у більш складні теоретичні курси фізики, які складають основу сучасної науки про матеріали з наперед заданими властивостями. Такою наукою є фізика твердого тіла.

Оскільки спецкурс з фізики твердого тіла є завершальним етапом освіти фахівців з фізики, тому він має на меті закласти основи знань випускника університету, створити єдину систему знань фахівця в галузі фізики.

**Завдання курсу**:

Теоретичне**:** Засвоїти основні теоретичні відомості про конденсований, кристалічний стан речовини; розібратися в теоретичних особливостях виникнення фонів, використання фонової та електронної теорій при пояснені теплопровідності; познайомитися з використанням фізичних теорій для створення нових матеріалів з наперед заданими властивостями.

Практичне: Отримання матеріалів з певними властивостями (електричними, механічними, тепловими та ін.) основане на знаннях законів фізики.

Методичне: Використовуючи загальні закони фізики можна створювати матеріали з наперед заданими властивостями, передбачати можливі характеристики матеріалів (метали, напівметали, напівпровідники тощо).

Пізнавальне: Знаючи закони фізики створити нові матеріали з певними властивостями.

Студенти повинні освоїти основні поняття про кристалічний стан речовини, типи кристалічних сингоній, дефекти кристалічних граток, закони динаміки гратки. Вміти використовувати теоретичні відомості, закономірності явищ теплоємності, теплопровідності та інших явищ, пов’язаних з провідниками, діелектриками, напівпровідниками, феромагнетиками, парамагнетиками, напівпровідним станом.

**Міжпредметні зв’язки:**

1. з усіма розділами курсу загальної фізики;
2. з курсом «Електродинаміка», «Квантова механіка»;
3. «Вища математика».

**Фахові компетенції**

Компетенції соціальноособистісні*:*

- здатність учитися;

- здатність до критики й самокритики;

- креативність, здатність до системного мислення;

- адаптивність і комунікабельність;

- наполегливість у досягненні мети;

- турбота про якість виконуваної роботи;

Компетенції загальнонаукові:

- базові знання фундаментальних наук, в обсязі, необхідному для освоєння загальнопрофесійних дисциплін;

- базові знання в галузі, необхідні для освоєння загальнопрофесійних дисциплін.

Компетенції інструментальні*:*

- дослідницькі навички.

Компетенції загальнопрофесійні:

- мати базові уявлення про матерію, її рух та форми існування;

- мати уявлення про фундаментальні експерименти у фізиці;

- мати уявлення про моделі простору і часу та їх властивості, а також моделі, що використовують у фізиці і умови, за яких їх можна застосовувати;

- мати уявлення про види рухів у природі, закони, що їх описують;

- мати уявлення про фундаментальні фізичні теорії та межі їх застосування;

- мати уявлення про фізичну картину світу та її структуру, види фізичних картин та їх еволюцію;

- здатність узагальнювати фізичні знання на рівні фізичних явищ, фізичних законів, фізичних теорій, фізичних картин світу;

Компетенції спеціалізовано-професійні:

**-** здатність здійснювати методичну діяльність при навчанні учнів фізики на основі знань і вмінь з шкільного курсу фізики та методики її навчання, практикуму з розв’язування фізичних задач, шкільного фізичного експерименту та досвіду, набутого під час практик;

**-** здатність організовувати навчальний процес з фізики в школі на засадах особистісно-орієнтованого, діяльнісного та компетентнісного підходів;

- здатність здійснювати об’єктивний контроль і оцінювання навчальних досягнень учнів з фізики.

**Мовленнєві компетенції:**

•  знання базових мовленнєвознавчих понять;

• здатність адекватно сприймати, розуміти, оцінювати і відтворювати почуте чи прочитане;

• здатність до мовленнєвої творчості;

• здатність планувати, готувати майбутнє висловлювання в різних жанрах за інтерактивними і трансактивними схемами, виступати з повідомленням;

• здатність реалізовувати задум у процесі мовленнєвої діяльності;

• здатність до асоціативної мовленнєво-мислительної діяльності;

• уміння аудіювання, читання, говоріння, письма;

•  гнучке вміння використовувати засоби рідної (української) мови залежно від типу, стилю мовлення; навички красномовства;

• уміння редагувати власне та чуже мовлення;

• здатність до контролю, самоконтролю результатів мовленнєвої діяльності.

**Очікувані результати навчання.** Розуміння предмету, головних задач, принципів, основних положень і меж застосування фізики твердого тіла, хімічний зв'язок; співвідношення невизначеностей; природу міжатомних і міжмолекулярних зв’язків; магнітні властивості речовини; властивості квантових систем, що складаються з тотожних частинок.

Усвідомлення основних понять та елементів кристалічного стану речовини, їх властивостей; необхідність ймовірносно-статистичного опису стану об’єктів мікросвіту; необхідність відповідних аксіом для побудови квантової теорії і головні результати і висновки фізики твердого тіла.

Готовність застосовувати принципи і методи фізики твердого тіла для отримання теоретично і практично важливих результатів.

ПРОГРАМА КУРСУ:

Вступ.

Предмет фізики твердого тіла. Агрегатні стани речовини. Конденсовані стани. Невпорядкований та впорядкований стани. Метастабільний стан. Дальній та ближній порядок. Аморфні і кристалічні тіла. Природа міжатомних і міжмолекулярних зв’язків, їх типи (іонний, ковалентний, металічний, водневий).

*Основні поняття та елементи кристалічного стану речовини*

Трансляційна симетрія решітки, вектор трансляції. Кристалічна решітка. Елементарна комірка та її параметри. Типи Кристалічних сингоній. Міліревські індекси спрямованостей у кристалах.

Дефекти кристалічної решітки. Точкові дефекти, дислокації.

*Динаміка решітки*

Динаміка решітки. Тепловий рух у кристалі. Пружні коливання. Пружність. Квантування коливань решітки. Квазічастинки – фонони.

Теплоємність кристалів

Теплоємність кристалів. Статистика фононів і теплоємність решітки при високих є низьких температурах. Закон Дюлонга і Пті, класична теорія теплоємності. Теорія теплоємності Дебая і Ейнштейна. Характеристична температура.

Елементи зонної теорії кристалів

Вільні електрони в періодичному полі кристалічної решітки. Теорема Блоха. Класична теорія вільних електронів. Квантова теорія вільних електронів. Зонна структура енергетичного спектра електронів у кристалі. Поділ кристалічних твердих тіл на провідники, напівпровідники та діелектрики.

Метали

Характерні ознаки металічного стану. Електрони провідності в металах. Енергетичний спектр електронів провідності в металах. Рівень Фермі. Електропровідність металів та її залежність від температури. Робота виходу електронів з металу.

Напівпровідники

Характерні ознаки напівпровідникового стану. Власна провідність та її залежність від температури. Домішкова провідність однорідних напівпровідників. Донорні та акцепторні домішки. Температурна залежність концентрації заряду та питомої електропровідності напівпровідників.

Діелектрики

Електричні властивості діелектриків. Електрична міцність. Виникнення електропровідності діелектриків при їх нагріванні. Статична електрична поляризація діелектриків.

Кінетичні явища в кристалах

Кінетичні явища в кристалах. Закон Відемана-Франца. Число Лоренца. Термоелектричні явища. Прямий та обернений термоелектричні ефекти. Фотоелектричні явища в напівпровідниках. Сонячні батареї. Явище напівпровідності.

Магнітні властивості речовини

Магнітні властивості речовини. Елементарні носії магнетизму в атомах і молекулах речовини. Парамагнетики, діамагнетики. Температурна залежність намагніченості парамагнетиків. Магнітне упорядкування. Феромагнетики. Домени. Антиферомагнетики і феромагнетики. Магнітні матеріали, їх технічне використання.

Надпровідність

Відкриття надпровідності. Критичні параметри надпровідності стану речовини. Квантування магнітного потоку, ефекти Майснера. Елементи мікроскопічної теорії надпровідності. Куперівські пари. Рівняння Лондонів. Високотемпературна надпровідність та перспективи її практичного використання.

Квантова радіофізика

Спонтанне та індуковане випромінювання. Стан системи з інверсією заселеностей. Метастабільні рівні накачування. Квантовий оптичний генератор (Лазер). Застосування оптичних квантових генераторів.

Речовина в стані плазми

Плазмовий стан речовини у Всесвіті. Основні параметри плазми (коефіцієнт іонізації, електронне та іонна температура, концентрація, час життя). Деякі способи утворення плазми. Плазма у магнітному полі. Плазмони – квазічастинки у плазмі. Плазма і проблема керованих термоядерних реакцій.

**ЗМІСТОВІ МОДУЛІ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**(денна форма навчання)**

І. Змістовий модуль

**Тема*: Основи теорії фізики твердого тіла***

**Лекційні модулі:**

1. Основні поняття фізики твердого тіла.
2. Електрона теорія кристалів

**Модуль практичної роботи**

1. Кристалічний стан речовини
2. Динаміка решітки
3. Теплоємність кристалів
4. Електронна теорія кристалів

Модулі самостійної роботи:

1. Агрегатні стани речовини
2. Аморфні тіла
3. Дифракція на кристалічних гратах, умови Вульфа-Брега.
4. Оптична та акустична гілка коливань ланцюжка з частинок двох сортів.
5. Експериментальні дані температурної залежності теплоємності твердих тіл.
6. Температура Дебая.
7. Енергетичні рівні вільних атомів.
8. Модель Кронінга-Пенні.
9. Вироджений та не вироджений електронний газ

ІІ. Змістовий модуль

Тема: ***Властивості твердих тіл***

**Лекційний модуль**

1. Метали
2. Напівпровідники
3. Діелектрики
4. Магнітні властивості речовини

**Модуль практичної роботи**

1. Метали
2. Напівпровідники
3. Діелектрики
4. Магнетики

**Модуль самостійної роботи**

1. Класична електронна теорія Друде-Лоренца
2. Властивості електронного газу в металах
3. Хвильові властивості вільних електронів
4. Температурна залежність концентрації власних носіїв в напівпровідниках
5. Донорні та акценторні енергетичні рівні
6. Механізми поляризації діелектриків
7. Зв’язані заряди в діелектриках
8. Опис електричного поля в діелектриках
9. Залежність поляризації сегнетоелектриків від поля
10. Характеристики магнітного поля
11. Магнітні моменти електронів у атомі
12. Гіромагнітне відношення
13. Магнітні властивості електронного газу.

Підсумкова тека:

1. Питання для самоконтролю і колоквіуму по І модулю.
2. Питання для самоконтролю і колоквіуму по ІІ модулю.
3. Питання до екзамену.
4. Екзаменаційні білети.

**Методи навчання:**

1. Пояснювально-ілюстративний.
2. Евристичний.
3. Проблемного навчання.
4. Дослідницький.

**Методи контролю:**

1. Індивідуальна робота
2. Самостійні роботи
3. Контрольні роботи
4. Співбесіди з творчих робіт і рефератів
5. Консультації
6. Екзамен

ОСНОВНА ЛІТЕРАТУРА

1. Одінцов В.В. Фізика твердого тіла: навч. посіб. для студ. вищ. пед. навч. закл.–Херсон:, 2013.-148с.
2. Гаркуша І.П. та інші. Збірник задач. Загальний курс фізики. – К.: техніка. – 2004. – 560 с.
3. Розвязок задач зі спецкурсу «Вступ до фізики твердого тіла»: метод. Рекомендації для студентів; уклад. В.В.Гуц, Л.А, Косяченко.- Чернівці: Рута, 1996.-56с.
4. Іваненко О.Ф. Експериментальні та якісні задачі з фізики: пос. для вчителів.- К.: Радянська школа, 1987.-114с.
5. Курик М.В.Фізика твердого тіла/ М курик, В.Цмонь. –К.: Вища школа, 1985.-343с.
6. Подопригора Н.В. Фізика твердого тіла: навч. посіб. для студентів фіз.. спеціальностей пед. ун-тів./ Подопригора Н.В., Садовий М.І., Трифанова О.М.- Кіровоград: ПП «Центр оперативної поліграфії «Авангард», 2013.-416с.
7. Проценко І.Ю. Фізика твердого тіла: навч. посібник. - Суми: Видавництво СУмДУ, 2002.- 75с.
8. Фізика твердого тіла: Навч. посіб. для студ. фіз. спец. вищ. навч. закл./ І.М.Болеста; Львів. нац. ун-т ім.. І.Франка.-Л., 2003. -479с.
9. Сусь Б.А. Фізика твердого тіла і напівпровідників: конспект лекцій для самостійної роботи студ.- К.: ВЦ «Просвіта», 2000.-78с.
10. Як навчитися розв’язувати задачі з фізики/І.Ю. Ненашев, Н.Г.Шляхова.-Х.:Основа, 2004.-140с.

ДОДАТКОВА ЛІТЕРАТРУРА

1. Болеста І. Фізика твердого тіла/Л.: Вид-во відділу ЛНУ ім.Франка, 2003.-479с.
2. Лисін В.І. Хімія та фізика твердого тіла: навч.посіб.-К.: КНУТД, 2014.-

102с.

1. Лопатинський І.Є., Зачек І.Р., Ільчук Г.А., Романишин Б.М. Фізика. Підручник.- Львів:Афіша, 2005.-386с.
2. Палєхін В.П. Курс фізики: підручник.-Х.:ХНУ ім.В.Н.Карамзіна, 2013.-516с.
3. Розвязок задач зі спецкурсу «Вступ до фізики твердого тіла»:метод. рекомендації для студ. фіз. фак.спец. 01.04.10 / Чернівецький державний ун-т ім.. Ю.Федьковича; уклад. В.В.Гуц, Л.А. Косяченко. – Чернівці: Рута, 1996.-56с.
4. Бібік В.В. Фізика твердого тіла: навч. посібник/В.В.Бібік,Т.М.Гричановська, Л.В.Однодворець, Н.І. Шумакова.- Суми: Вид-во СумДУ, 2010.- 200с.

**ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ**

1. Кафедра фізики та методики її навчання ХДУ. Загальна фізика (Математика). - URL.: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://physics.kspu.edu/subjects/physics_mathematics/> .
2. Открытая Физика 2.6. Часть 2. - URL.: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://physics.ru/modulescfde.html> .
3. CODATA Internationally recommended values of the Fundamental Physical Constants. – URL.: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://physics.nist.gov/cuu/Constants> .
4. Дистанційний курс «Фізика твердого тіла». [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://wiki.cuspu.eda.ua/index.php/Дистанційний\_курс\_«Фізика\_твердого\_тіла»,\_5\_курс,\_спеціальність\_»Фізика\_та\_інформатика»](https://wiki.cuspu.eda.ua/index.php/Дистанційний_курс_).
5. Елементи фізики твердого тіла (Зміст). [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://fizmat.7mile.net/elementi-fiziki-tverdogo-tila/elementy-fizyky- tverdogo-tila.html](https://fizmat.7mile.net/elementi-fiziki-tverdogo-tila/elementy-fizyky-%20tverdogo-tila.html)
6. Конспект лекцій з дисципліни «Фізика» Оптика. Квантова механіка. Фізика твердого тіла. - URL.: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.dgma.donetsk.ua/metod/physics/zo/lek3.pdf>

Зміни та доповнення

на 20\_\_/20\_\_ н.р.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Затверджено

протокол від \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_№\_\_\_\_ засідання кафедри\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/

Зміни та доповнення

на 20\_\_/20\_\_ н.р.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Затверджено

протокол від \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_№\_\_\_\_ засідання кафедри\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/

Зміни та доповнення

на 20\_\_/20\_\_ н.р.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Затверджено

протокол від \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_№\_\_\_\_ засідання кафедри\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/

**КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ НАВЧАЛЬНИХ ДОСЯГНЕНЬ СТУДЕНТІВ**

**Критерії оцінювання відповідей**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Оцінка за національною**  **шкалою** | **Сума балів за 100-бальною системою** | **Оцінка**  **ECTS** | **Критерії оцінювання** |
| Відмінно (5) | 90 – 100 | А | Відповідь правильна, повна, містить розгорнуту аргументацію |
| Добре (4) | 82 – 89 | B | Відповідь правильна, повна, але містить не розгорнуту аргументацію |
| 74 – 81 | C | Відповідь в цілому правильна, але містить неточності, не повна |
| Задовільно (3) | 64 – 73 | D | Відповідь в цілому правильна, але містить грубі помилки, повна |
| 60 – 63 | E | Відповідь в цілому правильна, але містить грубі помилки, не повна |
| Незадовільно (2) | 35 – 59 | FX | Відповідь в цілому не правильна, але студент намагається відповісти повністю на питання |
| 1 – 34 | F | Відповідь в цілому не правильна, студент демонструє повне не знання матеріалу |

**Критерії оцінювання розв’язання задачі**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Оцінка за національною**  **шкалою** | **Сума балів за 100-бальною системою** | **Оцінка**  **ECTS** | **Критерії оцінювання** |
| Відмінно (5) | 90 – 100 | А | Задача розв’язана правильно з дотриманням всіх етапів розв’язування задач, наявне пояснення до задачі |
| Добре (4) | 82 – 89 | B | Задача розв’язана правильно з дотриманням всіх етапів розв’язування задач, але пояснення не достатнє |
| 74 – 81 | C | Задача в цілому розв’язана правильно, але є неточності, дотримані не всі етапи розв’язування задач |
| Задовільно (3) | 64 – 73 | D | Задача в цілому розв’язана правильно, але є грубі помилки, дотримані всі етапи розв’язування задач |
| 60 – 63 | E | Задача в цілому розв’язана правильно, але є грубі помилки, дотримані не всі етапи розв’язування задач |
| Незадовільно (2) | 35 – 59 | FX | Задача в цілому розв’язана не правильно, але студент намагається дотриматись всіх етапів розв’язування задач |
| 1 – 34 | F | Задача в цілому розв’язана не правильно, студент демонструє повне не знання матеріалу |

**Критерії оцінювання лабораторної роботи**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Оцінка за національною**  **шкалою** | **Сума балів за 100-бальною системою** | **Оцінка**  **ECTS** | **Критерії оцінювання** |
| Відмінно (5) | 90 – 100 | А | Робота виконана правильно з дотриманням всіх етапів виконання лабораторних робіт, студент може сформулювати розгорнутий висновок, дати відповіді на всі контрольні запитання |
| Добре (4) | 82 – 89 | B | Робота виконана правильно з дотриманням всіх етапів виконання лабораторних робіт, але студент може дати відповіді лише на певні питання. |
| 74 – 81 | C | Робота виконана правильно з дотриманням всіх етапів виконання лабораторних робіт, але є неточності по роботі, студент може дати відповіді лише на деякі питання |
| Задовільно (3) | 64 – 73 | D | Дотримано всі етапи виконання лабораторних робіт, робота виконана частково правильно, є помилки |
| 60 – 63 | E | Дотримано не всі етапи виконання лабораторних робіт, робота виконана частково правильно, є помилки |
| Незадовільно (2) | 35 – 59 | FX | Робота в цілому виконана не правильно, але студент намагається виконати роботу |
| 1 – 34 | F | Робота в цілому виконана не правильно, студент демонструє повне незнання матеріалу |

Критерії оцінювання самостійної роботи

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Оцінка за національною**  **шкалою** | **Сума балів за 100-бальною системою** | **Оцінка**  **ECTS** | **Критерії оцінювання** |
| Відмінно (5) | 90 – 100 | А | Студент виконав усі види запланованих самостійних робіт, вчасно за графіком звітував про результати виконаної роботи, самостійно виконував пропоновані завдання, має системні знання з цих тем , може чітко відповісти на питання викладача, вільно володіє понятійним апаратом предмету, знає основні проблеми курсу, його мету та завдання.  Вміє застосовувати здобуті знання на практиці.  Вільно володіє формулами, законами, поняттями з предмета. |
| Добре (4) | 82 – 89 | B | Студент виконав усі види запланованих самостійних робіт, вчасно за графіком звітував про результати виконаної роботи, самостійно виконував пропоновані завдання, має системні знання з тем, вільно володіє понятійним апаратом предмету, знає основні проблеми курсу, його мету та завдання.  Вміє застосовувати здобуті знання на практиці.  Може вести з викладачем діалог, у якому не завжди поводить себе впевнено. |
| 74 – 81 | C | Студент виконав усі види запланованих самостійних робіт, звітував про результати виконаної роботи з порушенням графіка, самостійно виконував пропоновані завдання, має знання з тем, володіє понятійним апаратом предмету, знає основні проблеми курсу, його мету та завдання. Вміє застосовувати здобуті знання на практиці. Допускає неточності у формулюванні. Може вести з викладачем діалог, у якому не завжди поводить себе впевнено. |
| Задовільно (3) | 64 – 73 | D | Студент виконав усі види запланованих самостійних робіт, звітував про результати виконаної роботи з грубим порушенням графіка, пропоновані завдання не розробляв самостійно а відшукав у методичній літературі. Знання з курсу «Фізика твердого тіла» мають безсистемний характер. Чітке визначення матеріалу заміняє на побутові уявлення. Має прогалини у засвоєнні теоретичного і практичного матеріалу. |
| 60 – 63 | E | Студент виконав 80% усіх видів запланованих самостійних робіт, звітував про результати виконаної роботи з грубим порушенням графіка, пропоновані завдання не розробляв самостійно а відшукав у методичній літературі. Знання з курсу «Фізика твердого тіла» мають безсистемний характер. Студент розуміє окремі фрагменти курсу, може відтворити матеріал, але припускає помилки. Не володіє технікою фізичного експерименту. Допускає помилки під час розв’язування фізичних задач. |
| Незадовільно (2) | 35 – 59 | FX | Студент виконав менше половини усіх видів запланованих самостійних робіт, своєчасно не звітував про результати виконаної роботи. Має фрагментарні знання з курсу. Не володіє термінологією. Понятійний апарат не сформований. Не вміє логічно викласти матеріал. Практичні навички на рівні розпізнавання. |
| 1 – 34 | F | Студент повністю не виконав програми самостійної роботи. Не прагнув виправити своє положення. Не реагував на зауваження викладача. Не володіє термінологією розділу курсу «Фізика твердого тіла». |

**Критерії оцінювання відповіді студента на екзамені**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Оцінка за національною**  **шкалою** | **Сума балів за 100-бальною системою** | **Оцінка**  **ECTS** | **Критерії оцінювання** |
| Відмінно (5) | 90 – 100 | А | Студент має глибокі, міцні і системні знання з усього теоретичного курсу, може чітко сформулювати усі правила і закони, вільно володіє понятійним апаратом предмету, знає основні проблеми курсу, його мету та завдання. Вміє застосовувати здобуті знання на практиці. Не допускає усних і писемних помилок. Знає формули і закони, володіє матеріалом, може вести з викладачам дискусію, розв’язувати задачі, вміє проводити фізичні експерименти. |
| Добре (4) | 82 – 89 | B | Студент має ґрунтовні і глибокі знання з розділу фізики, може їх застосовувати до розв’язання фахових ситуацій, може чітко сформулювати усі правила і закони, вільно володіє понятійним апаратом предмету. Вміє застосовувати здобуті знання на практиці. Не допускає усних і писемних помилок. Володіє матеріалом, може вести з викладачем діалог, у якому не завжди поводить себе впевнено. |
| 74 – 81 | C | Студент знає програмний матеріал з розділу фізики повністю, має практичні навички у побудові логіки викладу матеріалу, дотримується логічної послідовності дій проведенні аналізу задачі, викладенні матеріалу, але не вміє самостійно мислити, вийти за межі теми, курсу. Допускає неточності у формулюванні законів. Може вести з викладачем діалог, у якому не завжди поводить себе впевнено. |
| Задовільно (3) | 64 – 73 | D | Студент знає основні теми і поняття курсу фізики «Фізика твердого тіла», має уявлення про структуру розділів, опорні знання, міжпредметні зв’язки, може зробити методичний аналіз теми. Знання мають безсистемний характер. Чітке визначення матеріалу заміняє на побутові уявлення. Має прогалини у засвоєнні теоретичного і практичного матеріалу. |
| 60 – 63 | E | Студент розуміє окремі фрагменти курсу фізики «Фізика твердого тіла», може відтворити матеріал, але припускає помилки, не вміє застосувати математичний апарат до виведення формул. Не володіє досконало технікою фізичного експерименту. Допускає помилки під час розв’язування фізичних задач. |
| Незадовільно (2) | 35 – 59 | FX | Студент має фрагментарні знання з курсу фізики «Фізика твердого тіла». Не володіє термінологією; не володіє поняттями: промінь, точкове джерело, не володіє теоріями про природу світла, не розуміє що таке фотон. Не вміє логічно викласти матеріал. Практичні навички на рівні розпізнавання. |
| 1 – 34 | F | Студент повністю не знає програми курсу. Не працював в аудиторії самостійно або з допомогою викладача. |