

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ЛГПУ»)

Институт физико-математического образования, информационных и
обслуживающих технологий

Кафедра физики и методики преподавания физики

УТВЕРЖДАЮ

Врио директора ИФМОИОТ

 Е.А. Журавлева
«10»  2025 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации
обучающихся по дисциплине «Физика конденсированного состояния»

По направлению подготовки 44.03.05 ПЕДАГОГИЧЕСКОЕ
ОБРАЗОВАНИЕ (С ДВУМЯ ПРОФИЛЯМИ ПОДГОТОВКИ)

Профиль подготовки Физика. Математика

Квалификация выпускника бакалавр

Форма обучения очная


Курс 5 (10 семестр)

Разработчики:

доцент кафедры физики
и методики преподавания
физики, канд. физ.-мат. наук
Сильчева А.Г.

Ассистент кафедры физики
и методики преподавания
физики Тхетелев Ю.В.

Врио заведующего кафедры физики
и методики преподавания физики

 Корчикова Н.В.

«13» января 2025 г.

Луганск, 2025

1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

1.1. Перечень компетенций, формируемых в процессе освоения основной образовательной программы

Процесс освоения дисциплины направлен на овладение следующими компетенциями:

ПКО-1 – Способен осваивать и использовать базовые научно-теоретические знания и практические умения по предмету в профессиональной деятельности

1.2. Этапы формирования компетенций и средства оценивания уровня их сформированности

Этапы формирования компетенций	Компетенции	Контрольно-оценочные средства / способ оценивания
Тема 1	ПКО-1	Решение задач.
Тема 2	ПКО-1	Проведение семинаров 1, 2, решение задач
Тема 5	ПКО-1	Решение задач
Тема 6	ПКО-1	Проведение семинара 3
Темы 1-6	ПКО-1	зачет (письменный)

1.3. Описание показателей формирования компетенций

Код компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели)
ПКО-1	<p>Знания: типов связи атомов и зависимости структуры вещества от типа связи, зонной структуры, электрических свойств полупроводников и металлов.</p> <p>Умения: описывать кристаллическую решетку, рассчитывать энергию связи и зонной структуры, различать по типу связи металлы, полуметаллы, полупроводники и диэлектрики, описывать электропроводность металлов и полупроводников.</p> <p>Навыки: расчета энергии статической ионной решетки, расчета электропроводности металлов и полупроводников.</p>

1.4. Критерии оценивания компетенции ПКО-1 на разных этапах их формирования (по 100-бальной шкале)

№	Вид работы	Баллы
1	Подготовка и защита реферата по теме одного семинара – 15 баллов	15x3= 45
2	Подготовка семинара и выступление на семинаре – 5 баллов	5x3=15
3	Работа на практических занятиях	15
4	Письменный теоретический отчет	25

ВСЕГО:	100 баллов
---------------	-------------------

Накопительная система оценивания по 100-балльной шкале

Четырехбал- льная система оценивания экзамена	100- балльная шкала	Буквенная шкала, соответствующая 100- балльной шкале	Система оценивания зачета
Отлично	90–100	А – отлично – теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов; необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы; все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному	Зачтено
Хорошо	83–89	В – очень хорошо – теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов; необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы; все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения большинства из них оценено числом баллов, близким к максимальному	
Хорошо	75–82	С – хорошо – теоретическое содержание курса освоено полностью; некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно; все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками	
Удовлетво- рительно	63–74	Д – удовлетворительно – теоретическое содержание дисциплины освоено частично, но пробелы не носят существенного характера; необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы; большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, содержат ошибки	
Удовлетво- рительно	50–62	Е – посредственно – теоретическое содержание курса освоено частично; некоторые практические навыки работы не сформированы, многие предусмотренные программой обучения учебные задания не выполнены либо качество выполнения некоторых из них оценено числом баллов, близким к минимальному	
Неудовлетво- рительно	21–49	FX – неудовлетворительно – теоретическое содержание курса освоено частично; необходимые практические навыки работы	Не зачтено

		не сформированы; большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено либо качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному; при дополнительной самостоятельной работе над материалом курса возможно повышение качества выполнения учебных заданий	
Неудовлетворительно	0–20	F – неудовлетворительно – теоретическое содержание курса не освоено; необходимые практические навыки работы не сформированы; все выполненные учебные задания содержат грубые ошибки, дополнительная самостоятельная работа над материалом курса не приведет к какому-либо значимому повышению качества выполнения учебных заданий	

2. КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

2.1. Оценочные средства текущего контроля (типовые)

Практические занятия

Практическое занятие 1

1. Определить количество формульных единиц в элементарной ячейке а) NaCl, кристаллизующегося в ГЦК структуре; б) LiJ, кристаллизующегося в ОЦК-структуре.

2. Найти постоянную a объемно-центрированной кубической решетки молибдена, плотность которого $10,2 \text{ г/см}^3$

3. Найти постоянную a гранецентрированной кубической решетки меди, плотность которой $8,9 \text{ г/см}^3$.

4. Найти постоянную Маделунга для плоской решетки NaCl с использованием метода Эвальда. Посмотреть первую, вторую и третью ячейки Эвальда. Сравнить результаты. Постоянная решетки a .

Ответ: $\alpha = 1,71$

Практическое занятие 2

1. Найти индексы Миллера плоскостей кубического кристалла:

а) $A=2, B=3$; б) $A=1, B= \frac{1}{2}, C=3$; в) $B=2, C=1$; г) $A=\frac{1}{2}, B=\frac{1}{3}, C=2$.

2. Показать семейство плоскостей кубического кристалла, определяемых индексами Миллера

а) (120); б) (023); в) (112); г) (310)

3. Зная постоянную решетки a , определить межплоскостные расстояния d_{100} , d_{110} , d_{111} для кубической решетки:

а) простой; б) объемноцентрированной; в) гранецентрированной.

Ответ: а) a , $\frac{a}{\sqrt{2}}$, $\frac{a}{\sqrt{3}}$; б) $\frac{a}{2}$, $\frac{a}{\sqrt{3}}$, $\frac{a}{\sqrt{12}}$; в) $\frac{a}{2}$, $\frac{a}{\sqrt{3}}$, $\frac{a}{\sqrt{3}}$

МЕТАЛЛЫ

1. (4.2-3) Считая поверхность Ферми серебра сферой, вычислить:

- а) Радиус сферы Ферми в k -пространстве;
- б) скорость электронов с энергией Ферми;
- в) интервал между соседними энергетическими уровнями электронов проводимости вблизи уровня Ферми при абсолютном нуле температуры

Плотность и атомный вес серебра равны $\rho = 10,5 \text{ г/см}^3$, $A = 107,87$. Эффективную массу электрона принять равной массе свободного электрона. Считать, что на каждый атом приходится один свободный электрон. Объем металла 1 см^3 . б) при какой энергии сфера Ферми коснется границ первой зоны Бриллюэна?

2. (4.11) Исходя из модели свободных электронов, показать, что число электронов, вылетающих со скоростью от v до $v + dv$ в единицу времени с единичной поверхности металла, определяется выражением

$$\nu(v)dv = 2\pi \left(\frac{m}{h} \right)^3 \exp \left(-\frac{A_{\text{вых}} + mv^2/2}{kT} \right) v^3 dv$$

Считать, что работа выхода электрона из металла $A_{\text{вых}} \gg kT$. Определить плотность тока насыщения термоэлектронной эмиссии

3. (4.21) В случае натрия электропроводность при $T = 300 \text{ К}$ равна $2,17 \cdot 10^7 \text{ Ом}^{-1}\text{м}^{-1}$ и $m^* = 1,2m_0$. Вычислить:

- а) среднюю длину свободного пробега электрона при 300 К ;
- б) дрейфовую скорость электрона в поле напряженностью 100 В/м ;

в) расстояние, на которое переместится электрон в нити накаливания лампы длиной 1 м , если к ней приложено переменное напряжение 110 В с частотой 60 Гц .

$\rho = 0,97 \text{ г/см}^3$, ОЦК решетка, $A =$

Практическое занятие 3

1. Считая поверхность Ферми серебра сферой, вычислить:
- а) Радиус сферы Ферми в k -пространстве;
 - б) скорость электронов с энергией Ферми;
 - в) интервал между соседними энергетическими уровнями электронов проводимости вблизи уровня Ферми при абсолютном нуле температуры

Плотность и атомный вес серебра равны $\rho = 10,5 \text{ г/см}^3$, $A = 107,87$. Эффективную массу электрона принять равной массе свободного электрона. Считать, что на каждый атом приходится один свободный электрон. Объем металла 1 см^3 . б) при какой энергии сфера Ферми коснется границ первой зоны Бриллюэна?

2. В случае натрия электропроводность при $T = 300 \text{ К}$ равна $2,17 \cdot 10^7 \text{ Ом}^{-1} \text{ м}^{-1}$ и $m^* = 1,2m_0$. Вычислить:

- а) среднюю длину свободного пробега электрона при 300 К ;
- б) дрейфовую скорость электрона в поле напряженностью 100 В/м ;
- в) расстояние, на которое переместится электрон в нити накаливания лампы длиной 1 м , если к ней приложено переменное напряжение 110 В с частотой 60 Гц .

$\rho = 0,97 \text{ г/см}^3$, ОЦК решетка, $A =$

Семинары

Семинар 1: Кристаллическая решетка

Вопросы

1. Кристаллическая решетка. Обозначения узлов, направлений и плоскостей в решетке (индексы Миллера).
1. Элементы симметрии и их обозначения
2. Точечные группы симметрии, кристаллографические классы и кристаллографические системы
3. Симметрия кристаллов и их физические свойства
4. Простейшие кристаллические структуры

Семинар 2: Рентгеновские методы исследования структуры вещества

Вопросы

1. Характеристическое рентгеновское излучение
2. Рентгеновская аппаратура
3. Межплоскостные расстояния. Формулы Вульфа-Брэгга и Лауэ. Сфера Эвальда
4. Рентгеноструктурный анализ поликристаллов (метод порошков)
5. Определение межплоскостных расстояний. Фазовый анализ
6. Индицирование рентгенограммы поликристаллического вещества с кубической структурой

Семинар 3: Контактные явления

Вопросы

1. Контактные явления на границе двух металлов, на границе металл – полупроводник, p-n переход
2. Физические принципы работы полупроводниковых приборов
3. Термоэлектрические явления - эффекты Зеебека, Пельтье, Томсона
4. Практические применения термоэлектрических явлений

2.2. Оценочные средства для промежуточной аттестации (письменный зачет)

Вопросы к зачету

1. Типы связей атомов в твердых телах
2. Геометрия кристаллической решетки. Обратная решетка
3. Дифракция рентгеновских лучей на кристаллической решетке
4. Колебания линейной цепочки атомов. Акустические колебания
5. Колебания линейной цепочки с базисом из двух атомов. Оптические колебания
6. Фононы. Роль ангармонизма колебаний
7. Теория Дебая теплоемкости кристаллической решетки
8. Уравнение Шредингера для электронов в кристалле. Волновые функции электронов в кристаллах
9. Образование энергетических зон в приближениях слабо и сильно связанных электронов
10. Классификация твердых тел в зонной теории.
11. Эффективная масса электрона. Электроны и дырки в полупроводниках как квазичастицы
12. Статистика электронов в металлах и полупроводниках
13. Электропроводность металлов (теория Друде)
14. Электропроводность металлов (теория Зоммерфельда)
15. Полупроводники. Общие свойства полупроводников.
16. Концентрация носителей зарядов в полупроводниках
17. Собственная и примесная проводимости полупроводников

19. Контактные явления . р-n переход в полупроводниках.
20. .Эффект Холла в полупроводниках и металлах