



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.ДВ.01.01 Термoeлектрический эффект в конденсированных средах

Направление подготовки: 03.06.01 Физика и астрономия

Направленность (профиль): Физика конденсированного состояния

Квалификация (степень): исследователь, преподаватель-исследователь

Форма обучения: очная

Институт: математики, естествознания и техники

Кафедра: физики, радиотехники и электроники

	очная форма	заочная форма
Курс	2	
Семестр	4	

Лекции	18	
Лабораторные занятия		
Практические (семинарские) занятия		
Контроль		
Самостоятельная работа	18	

Всего часов: 36

Трудоемкость: 1 зачетная единица.

Разработчик рабочей программы:

кандидат физико-математических наук, доцент

Д.В. Кузнецов

подпись

I. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Цель изучения дисциплины: является формирование представлений об основных термоэлектрических эффектах в твердых телах: эффекте Зеебека, Пельтье, Томпсона, в том числе и при наличии магнитных полей, и способах их теоретического описания в рамках рассмотрения кинетического уравнения Больцмана. Рассмотрение способов их практического использования в различных устройствах полупроводниковой электроники. Формирование представлений о перекрестных термодиффузионных и термоэлектродинамических эффектах в растворах электролитов и расплавах солей, кислот и щелочей.

Задачи изучения дисциплины:

Задачами изучения дисциплины являются получение обучающимися в аспирантуре представления о способах описания основных термоэлектрических эффектов в твердых телах, об экспериментальных методиках измерения термоэлектрических коэффициентов и способах их использования для определения значимых свойств конденсированных тел, рассмотрение принципа работы и устройства приборов для измерения

Место дисциплины в структуре ОПОП: реализуется в рамках вариативной части блока Б1 «Дисциплины (модули)».

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций:

Код компетенции	Индикаторы достижения компетенций	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-1	знать: <ul style="list-style-type: none">- современные тенденции и проблематику научных исследований в области физики конденсированного состояния;- методологические подходы к планированию и осуществлению научных исследований в области физики конденсированного состояния;- основы оценки качества научных исследований в области физики конденсированного состояния.	знает: <ul style="list-style-type: none">- современные тенденции и проблематику научных исследований в области физики конденсированного состояния и термоэлектрических явлений;- методологические подходы к планированию и осуществлению научных исследований в области физики конденсированного состояния в рамках учения об термоэлектричестве;
	уметь: <ul style="list-style-type: none">- планировать и осуществлять самостоятельную научно-исследовательскую деятельность в области физики конденсированного состояния;- составлять и оформлять программу	умеет: <ul style="list-style-type: none">- планировать и осуществлять самостоятельную научно-исследовательскую деятельность в области физики термоэлектрических явлений конденсированного состояния;

<p>научного исследования, отчетную документацию по итогам проведения научно-исследовательской деятельности;</p> <p>- осуществлять внедрение результатов собственной научно-исследовательской деятельности в практику в области физики конденсированного состояния.</p>	<p>- составлять и оформлять программу научного исследования, отчетную документацию по итогам проведения научно-исследовательской деятельности;</p>
<p>владеть:</p> <p>- навыками планирования и выполнения самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области физики конденсированного состояния;</p> <p>- методикой планирования и проведения опытно-экспериментальной работы в области физики конденсированного состояния;</p> <p>- навыками оформления научной работы, ее презентации и защиты в области физики конденсированного состояния.</p>	<p>владеет:</p> <p>- навыками планирования и выполнения самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области физики термоэлектрических явлений конденсированного состояния;</p> <p>- методикой планирования и проведения опытно-экспериментальной работы в области физики термоэлектрических явлений конденсированного состояния.</p>

II. СОДЕРЖАНИЕ И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу

Очная форма обучения

№ п/п	Наименование разделов и тем	Всего	Аудиторные занятия			Сам. раб.
			ЛК	ПЗ	ЛБ	
1.	Раздел 1	20	18			18
2.	Тема 1. Контактные явления. Эффект Зеебека.	4	2			2
3.	Тема 2. Эффект Пельтье. Эффект Томсона.	4	2			2
4.	Тема 3. Эффект Эттингсгаузена.	4	2			2
5.	Тема 4. Эффект Нернста.	4	2			2
6.	Тема 5. Поперечный и продольный эффект Нернста-Эттингсгаузена.	4	2			2
7.	Тема 6. Эффект Риги-Ледюка.	4	2			2
8.	Тема 7. Эффект Маджи-Риги-Ледюка.	4	2			2
9.	Тема 8. Термодиффузионные и термоэлектрические явления в жидких электролитах.	4	2			2
10.	Тема 9.	4	2			2

	Термоэлектродкинетические явления в жидких электролитах.					
11.	Форма отчетности	зачет – 4 семестр				
12.	Итого за 4 семестр	36	18			18
13.	ИТОГО:	36	18	54		18

Заочная форма обучения
не реализуется.

III. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Текущая аттестация проводится в форме контрольной работы.

Типовой вариант контрольной работы

1. Термопара висмут-железо с постоянной $C = 92 \cdot 10^{-6} \text{ В/}^\circ\text{С}$ и сопротивлением $r = 5 \text{ Ом}$ присоединена к гальванометру с внутренним сопротивлением $R = 110 \text{ Ом}$. Какой ток покажет гальванометр, если один спай термопары погрузить в пар кипящей под нормальным давлением воды, а другой — в тающий лед?
2. Какова постоянная C термопары висмут-теллур, если при подключении ее к гальванометру с внутренним сопротивлением $R = 100 \text{ Ом}$ и чувствительностью на одно деление 10^{-5} А , минимальная разность температур, которую можно измерить, $\Delta T = 2 \cdot 10^{-3} \text{ }^\circ\text{С}$? Сопротивлением термопары пренебречь.
3. Для определения температуры печи в нее вставлена термопара никель-нихром с постоянной $C = 0,5 \cdot 10^{-6} \text{ В/}^\circ\text{С}$, присоединенная к гальванометру с внутренним сопротивлением $R = 2000 \text{ Ом}$ и с чувствительностью на одно деление 10^{-5} А . При температуре второго спая $T_2 = +15 \text{ }^\circ\text{С}$ гальванометр дает отклонение $b = 25$ делений. Чему равна температура T_1 печи?
4. Два различных металла находятся в соприкосновении. Давление электронного газа в первом металле p_1 и работа выхода электрона из этого металла A_1 давление электронного газа во втором металле p_2 и работа выхода электрона из него A_2 . Найти контактную разность потенциалов, если температура обоих металлов T .
5. Из указанных металлов (см. задачу 4) составлена термопара с двумя спаями, находящимися при температурах T_1 и T_2 . Найти термоэлектродвижущую силу.

Указание. Давление p электронного газа в металле связано с концентрацией n электронов и температурой T металла соотношением $p = nkT$, где k — постоянная Больцмана.

6. Имеются два металла с концентрацией свободных электронов $n_1=10^{28}\text{м}^{-3}$ и $n_2=10^{29}\text{м}^{-3}$. Определить внутреннюю контактную разность потенциалов, возникающую при приведении этих металлов в соприкосновение.

Вопросы к зачету (4 семестр, очная форма обучения)

1. Контактная разность потенциалов.
2. Явление Пельтье.
3. Явление Томпсона.
4. Гальванотермомагнитные явления.
5. Явление Эттингсгаузена.
6. Эффект Нернста.
7. Диффузия. Уравнения Фика.
8. Термодиффузии в растворах электролитов.
9. Термодиффузионная разность потенциалов.
10. Коэффициент Соре и коэффициент термодиффузии.
11. Термоэлектрокинетический эффект.
12. Соотношений взаимности Онзагера.
13. Методику измерения коэффициента термоЭДС раствора электролита.

IV. ПЕРЕЧЕНЬ ОБЯЗАТЕЛЬНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

5.1. Основная литература

1. Зуев, А.Ю. Термодинамика и структура твердого тела. Практикум : учебное пособие / А.Ю. Зуев, Д.С. Цветков. - Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2012. - 128 с. - ISBN 978-5-7996-0788-3 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=239717>. (Дата обращения 01.09.2020.)

5.2. Дополнительная литература

1. Захаренко, В.А. Методы и средства теплового контроля : учебное пособие / В.А. Захаренко, А.А. Вальке ; Минобрнауки России, Омский государственный технический университет. - Омск : Издательство ОмГТУ, 2017. - 116 с. : табл., граф., ил. - Библиогр.: с. 103-108 - ISBN 978-5-8149-2537-4 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=493463>. (Дата обращения 01.09.2020.)

2. Методы исследования теплопроводности, электропроводности и коэффициента Зеебека : учебно-методическое пособие : [16+] / А.В. Новотельнова, А.В. Асач, А.С. Тукмакова, К.Л. Самусевич ; Университет ИТМО. – Санкт-Петербург : Университет ИТМО, 2019. – 23 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=566773> (дата обращения: 01.09.2020). – Библиогр. в кн. – Текст : электронный.

V. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№ пп	Ссылка на информационный ресурс	Наименование разработки в электронной форме	Доступность
1.	http://edu.ru/	Российское образование: Федеральный портал. Включает ссылки на порталы и сайты образовательных учреждений; государственные образовательные стандарты; нормативные документы; каталог экскурсий и обучающих программ.	Свободный доступ
2.	http://www.profile-edu.ru	официальный сайт Министерства образования и науки; нормативно-правовое и научно-методическое сопровождение профильного обучения	Свободный доступ

VI. СОВРЕМЕННЫЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ

1.	http://www.biblioclub.ru	Электронно-библиотечная система (ЭБС) Университетская библиотека онлайн	Регистрация через любой университетский компьютер. В дальнейшем предоставляется неограниченный индивидуальный доступ из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет
2.	www.elibrary.ru	Российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования	Свободный доступ

VII. ЛИЦЕНЗИОННОЕ И СВОБОДНО РАСПРОСТРАНЯЕМОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

При реализации учебной дисциплины применяется следующее лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

- Microsoft Windows;
- Microsoft Office;
- LibreOffice и др.

VIII. ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ОБУЧЕНИЯ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Учебные занятия проводятся в аудиториях, укомплектованных специализированной мебелью, в том числе стационарными или переносными техническими средствами обучения (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Самостоятельная работа проводится в кабинетах, оснащенных компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.