

**Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

**Направление подготовки/специальность: 14.03.01 Ядерная энергетика и теплофизика**

**Наименование образовательной программы: Нанотехнологии и наноматериалы в энергетике**

**Уровень образования: высшее образование - бакалавриат**

**Форма обучения: Очная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Физика специальная**

**Москва  
2023**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

|  |                                                    |                                |
|--|----------------------------------------------------|--------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                                |
|  | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                                |
|  | Владелец                                           | Афанасьев В.П.                 |
|  | Идентификатор                                      | Rd662399b-AfanasyevVP-e234fce1 |

В.П.  
Афанасьев

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

|  |                                                    |                                 |
|--|----------------------------------------------------|---------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                                 |
|  | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                                 |
|  | Владелец                                           | Дмитриев А.С.                   |
|  | Идентификатор                                      | R8d0ce031-DmitriyevAS-aaaaeae29 |

А.С.  
Дмитриев

Заведующий  
выпускающей кафедрой

|  |                                                    |                           |
|--|----------------------------------------------------|---------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                           |
|  | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                           |
|  | Владелец                                           | Пузина Ю.Ю.               |
|  | Идентификатор                                      | Re86e9a56-Puzina-4d2acad1 |

Ю.Ю.  
Пузина

## ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки: достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ОПК-1 Способен проводить экспериментальные исследования и теоретическое описание основных теплофизических процессов в энергетическом оборудовании

ИД-1 Владеет современными экспериментальными методами определения основных теплофизических величин

ИД-2 Знает и умеет использовать аппарат механики сплошных сред для анализа основных теплофизических процессов в энергетическом оборудовании

2. ПК-2 Готов к расчетно-экспериментальному анализу особенностей процессов в наноразмерных системах

ИД-4 Готов анализировать процессы взаимодействия частиц на поверхности материалов и в конденсированной фазе

3. РПК-1 Способен к проведению лабораторного и численного теплофизического эксперимента, к проектированию и конструированию с этой целью соответствующих экспериментальных стендов, к обработке опытных данных

ИД-1 Обосновывает методику исследования конкретных процессов гидродинамики и теплообмена

ИД-2 Обосновывает методику исследования теплофизических свойств веществ

ИД-3 Способен к организации лабораторного эксперимента и обработке полученных экспериментальных данных

ИД-4 Владеет методами математического моделирования теплофизических процессов

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Письменная работа

1. Вариационный метод Ритца (Контрольная работа)

2. Квантовомеханические эффекты в теории рассеяния (Контрольная работа)

Форма реализации: Проверка задания

1. Расчет моментов неравновесных функций распределения (Решение задач)

Форма реализации: Устная форма

1. Классическая теория рассеяния (Коллоквиум)

2. Молекулярная физика и кинетическая теория газов (Коллоквиум)

3. Основы квантовой механики (Коллоквиум)

4. Расчет процессов тепломассопереноса в разреженных газах (Коллоквиум)

5. Физика конденсированных тел (Коллоквиум)

**БРС дисциплины**

5 семестр

| Раздел дисциплины                                                  | Веса контрольных мероприятий, % |      |      |      |      |
|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------|------|------|------|------|
|                                                                    | Индекс КМ:                      | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 |
|                                                                    | Срок КМ:                        | 4    | 8    | 10   | 14   |
| Основы квантовой механики                                          |                                 |      |      |      |      |
| Основные постулаты квантовой механики                              | +                               |      |      |      |      |
| Операторы координат, импульсов, моментов импульса                  | +                               |      |      |      |      |
| Соотношения неопределенностей                                      | +                               |      |      |      |      |
| Простейшие примеры применения квантовой механики                   | +                               |      |      |      |      |
| Классическая и квантовомеханическая теории рассеяния               |                                 |      |      |      |      |
| Классическая теория рассеяния                                      |                                 |      | +    | +    |      |
| Теория Томсона                                                     |                                 |      | +    | +    |      |
| Квантовомеханические методы описания атомов во внешних полях       |                                 |      |      |      |      |
| Вариационный принцип квантовой механики и вариационный метод Ритца |                                 |      |      |      | +    |
| Вес КМ:                                                            |                                 | 20   | 20   | 30   | 30   |

6 семестр

| Раздел дисциплины                                                        | Веса контрольных мероприятий, % |      |      |      |      |
|--------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|------|------|------|------|
|                                                                          | Индекс КМ:                      | КМ-5 | КМ-6 | КМ-7 | КМ-8 |
|                                                                          | Срок КМ:                        | 4    | 8    | 11   | 13   |
| Молекулярная физика и кинетическая теория газов                          |                                 |      |      |      |      |
| Основные понятия и определения                                           | +                               |      |      |      |      |
| Кинетическое уравнение Больцмана и методы его решения                    |                                 |      |      |      |      |
| Кинетическое уравнение Больцмана                                         |                                 |      |      | +    |      |
| Расчеты процессов тепло- и массопереноса в разреженных газах             |                                 |      |      |      |      |
| Решение линеаризованной одномерной стационарной задачи о переконденсации |                                 |      | +    |      |      |
| Принципы физики конденсированных тел                                     |                                 |      |      |      |      |
| Параметры конденсированного тела                                         |                                 |      |      |      | +    |
| Кристаллическая решетка                                                  |                                 |      |      |      | +    |
| Электроны в конденсированном теле                                        |                                 |      |      |      | +    |
| Вес КМ:                                                                  |                                 | 20   | 40   | 20   | 20   |

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

## СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

### *I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций*

| Индекс компетенции | Индикатор                                                                                                                                                    | Запланированные результаты обучения по дисциплине                                                                                                         | Контрольная точка                                                                                                  |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОПК-1              | ИД-1 <sub>ОПК-1</sub> Владеет современными экспериментальными методами определения основных теплофизических величин                                          | Уметь:<br>выполнять расчеты длины пробегов электронов и ионов в твердых телах, выполнять расчеты транспортных пробегов электронов и ионов в твердых телах | Вариационный метод Ритца (Контрольная работа)                                                                      |
| ОПК-1              | ИД-2 <sub>ОПК-1</sub> Знает и умеет использовать аппарат механики сплошных сред для анализа основных теплофизических процессов в энергетическом оборудовании | Знать:<br>способы расчета процессов переноса в условиях существенной неравновесности                                                                      | Молекулярная физика и кинетическая теория газов (Коллоквиум)                                                       |
| ПК-2               | ИД-4 <sub>ПК-2</sub> Готов анализировать процессы взаимодействия частиц на поверхности материалов и в конденсированной фазе                                  | Знать:<br>основные методы описания конденсированных систем                                                                                                | Физика конденсированных тел (Коллоквиум)                                                                           |
| РПК-1              | ИД-1 <sub>РПК-1</sub> Обосновывает методику исследования конкретных процессов гидродинамики и                                                                | Знать:<br>способы расчета сечений упругого и неупругого рассеяния электронов и                                                                            | Классическая теория рассеяния (Коллоквиум)<br>Квантовомеханические эффекты в теории рассеяния (Контрольная работа) |

|       |                                                                                                                         |                                                                                                                                     |                                                                     |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
|       | теплообмена                                                                                                             | ионов в твердых телах                                                                                                               |                                                                     |
| РПК-1 | ИД-2 <sub>РПК-1</sub> Обосновывает методику исследования теплофизических свойств веществ                                | Уметь:<br>выполнять расчеты теплопереноса в газах при любой степени термодинамической неравновесности                               | Расчет процессов теплопереноса в разреженных газах (Коллоквиум)     |
| РПК-1 | ИД-3 <sub>РПК-1</sub> Способен к организации лабораторного эксперимента и обработке полученных экспериментальных данных | Знать:<br>условия при которых необходимо квантовомеханическое описание процессов взаимодействия ускоренных частиц с твердыми телами | Основы квантовой механики (Коллоквиум)                              |
| РПК-1 | ИД-4 <sub>РПК-1</sub> Владеет методами математического моделирования теплофизических процессов                          | Уметь:<br>выполнять расчеты теплофизических свойств конденсированных тел                                                            | Расчет моментов неравновесных функций распределения (Решение задач) |

## **II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания**

### **5 семестр**

#### **КМ-1. Основы квантовой механики**

**Формы реализации:** Устная форма

**Тип контрольного мероприятия:** Коллоквиум

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Устный опрос студентов. Опрашивание ведется по списку до тех пор, пока каждый студент не получит хотя бы один вопрос

#### **Краткое содержание задания:**

Ответьте на следующие вопросы:

#### **Контрольные вопросы/задания:**

|                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: условия при которых необходимо квантовомеханическое описание процессов взаимодействия ускоренных частиц с твердыми телами | 1.найти коммутатор операторов $p_x$ и $l_x$<br>2.найти коммутатор операторов $p_x$ и $l_y$<br>3.найти коммутатор операторов $l_y$ и $l_x$<br>4.Решить уравнение Шредингера для потенциала в форме ступени высотой $U > E$ , где $E$ энергия волны де Бройля<br>5.Решить уравнение Шредингера для потенциала в форме ямы глубиной $U$ стремящейся к бесконечности |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

#### **Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

#### **КМ-2. Классическая теория рассеяния**

**Формы реализации:** Устная форма

**Тип контрольного мероприятия:** Коллоквиум

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Устный опрос студентов. Опрашивание ведется по списку до тех пор, пока каждый студент не получит хотя бы один вопрос

**Краткое содержание задания:**

Ответьте на следующие вопросы:

**Контрольные вопросы/задания:**

|                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: способы расчета сечений упругого и неупругого рассеяния электронов и ионов в твердых телах | 1. Формула Бете-Блоха для средних потерь энергии на единице длины пробега заряженной частицы<br>2. Вывод дифференциального сечения упругого рассеяния для кулоновского потенциала взаимодействия<br>3. Вывод дифференциального сечения упругого рассеяния для обратно квадратичного потенциала взаимодействия.<br>4. Вывод дифференциального сечения неупругого рассеяния для обратно квадратичного потенциала взаимодействия.<br>5. Вывод формулы Томсона, вывод сечения ионизации. |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

**КМ-3. Квантовомеханические эффекты в теории рассеяния**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 30

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Каждый студент получает задачу и индивидуальные значения параметров. Необходимо предоставить ответ с описанием хода его получения

**Краткое содержание задания:**

Найти амплитуды рассеяния для потенциалов, где  $a = 0,8853 \cdot a_0 \cdot (Z_1^{2/3} + Z_2^{2/3})^{(-1/2)}$  - параметр экранирования Линдхарда ( $a_0 = 0,0529$  нм – первый борковский радиус).



Величины  $Z$  для налетающего атома и атома мишени для каждого студента определяет преподаватель.

#### Контрольные вопросы/задания:

|                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: способы расчета сечений упругого и неупругого рассеяния электронов и ионов в твердых телах | <p>1.Функция Мольера:<br/> <math>\Phi(R/a)=0,35\exp(-0,3R/a)+0,55\exp(-0,5R/a)+0,10\exp(-6R/a)</math></p> <p>2.Функция Ленца - Йенсена:<br/> <math>\Phi(R/a)=0,7466\exp(-1,038R/a)+0,2433\exp(-0,3876R/a)+0,01018\exp(-0,206R/a)</math></p> <p>3.Функция Вилсона – Хагтмарка - Бирзака (Kr-C):<br/> <math>\Phi(R/a)=0,191\exp(-0,279R/a)+0,474\exp(-0,637R/a)+0,355\exp(-1,919R/a)</math></p> <p>4.Функция Циглера, Бирзака и Литтмарка (ZBL) «универсальная»:<br/> <math>\Phi(R/a)=0,1818\exp(-3,2R/a)+0,5099\exp(-0,9423R/a)+0,2802\exp(-0,4029R/a)+0,02817\exp(-0,2016R/a)</math></p> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

#### Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

#### КМ-4. Вариационный метод Ритца

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 30

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Каждый студент получает задачу. Необходимо предоставить ответ с описанием хода его получения

#### Краткое содержание задания:

Решите задачу:

#### Контрольные вопросы/задания:

|                                                                            |                                                                                                                           |
|----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Уметь: выполнять расчеты длины пробега электронов и ионов в твердых телах, | <p>1.Найти энергию основного состояния осциллятора</p> <p>2.Найти энергию первого возбужденного состояния осциллятора</p> |
|----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                    |                     |                                                                                                                                                                                              |
|--------------------------------------------------------------------|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| выполнять<br>транспортных<br>электронов и ионов в твердых<br>телах | расчеты<br>пробегов | 3.Найти волновую функцию первого возбужденного<br>состояния осциллятора<br>4.Найти энергию основного состояния атома<br>водорода<br>5.Найти волновую функцию основного состояния<br>водорода |
|--------------------------------------------------------------------|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

#### Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто, выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

#### 6 семестр

#### КМ-5. Молекулярная физика и кинетическая теория газов

Формы реализации: Устная форма

Тип контрольного мероприятия: Коллоквиум

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Устный опрос студентов по темам пройденного раздела. Каждый студент должен ответить хотя бы на один вопрос, можно в формате коллективного обсуждения

#### Краткое содержание задания:

Ответьте на вопросы

#### Контрольные вопросы/задания:

|                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: способы расчета<br>процессов переноса в условиях<br>существенной неравновесности | 1.Что такое энергетический спектр?<br>2.Что такое гармонический осциллятор?<br>3.Что такое туннельный эффект?<br>4.Запишите уравнение Шредингера и дайте<br>определение волновой функции<br>5.Как решается уравнение Шредингера в 1D-случае<br>для прямоугольной потенциальной ямы? |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

#### Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

*Оценка:* 4

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 60

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

*Оценка:* 3

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 50

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

*Оценка:* 2

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

### **КМ-6. Расчет процессов тепломассопереноса в разреженных газах**

**Формы реализации:** Устная форма

**Тип контрольного мероприятия:** Коллоквиум

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 40

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Устный опрос студентов по темам пройденного раздела. Каждый студент должен ответить хотя бы на один вопрос, можно в формате коллективного обсуждения

**Краткое содержание задания:**

Ответьте на следующие вопросы

**Контрольные вопросы/задания:**

|                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Уметь: выполнять расчеты тепломассопереноса в газах при любой степени термодинамической неравновесности | 1.Что такое спин?<br>2.Статистика тождественных частиц<br>3.Классические и квантовые распределения<br>4.Целый спин и статистика Бозе-Эйнштейна<br>5.Что такое конденсация Бозе-Эйнштейна<br>6.Полуцелый спин и статистика Ферми-Дирака |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка:* 5

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 70

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

*Оценка:* 4

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 60

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

*Оценка:* 3

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 50

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

*Оценка:* 2

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

## КМ-7. Расчет моментов неравновесных функций распределения

**Формы реализации:** Проверка задания

**Тип контрольного мероприятия:** Решение задач

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Каждый студент получает задание по теме "Расчет моментов функций распределения". На занятии проводится обсуждение полученных результатов

**Краткое содержание задания:**

Решить задачу

**Контрольные вопросы/задания:**

|                                                                             |                                                                                                      |
|-----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Уметь: выполнять расчеты<br>теплофизических свойств<br>конденсированных тел | 1. Оценить дисперсию случайной погрешности<br>2. Определить момент заданной функции<br>распределения |
|-----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: зачтено*

*Описание характеристики выполнения знания:*

*Оценка: не зачтено*

*Описание характеристики выполнения знания:*

## КМ-8. Физика конденсированных тел

**Формы реализации:** Устная форма

**Тип контрольного мероприятия:** Коллоквиум

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Устный опрос студентов по темам пройденного раздела. Каждый студент должен ответить хотя бы на один вопрос, можно в формате коллективного обсуждения

**Краткое содержание задания:**

Ответьте на следующие вопросы

**Контрольные вопросы/задания:**

|                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|---------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: основные методы<br>описания конденсированных<br>систем | 1. Что описывает параметр взаимодействия?<br>2. Что характеризует параметр де Бройля?<br>3. Что такое температура Дебая?<br>4. В чем состоит физический смысл параметра де<br>Бура?<br>5. Что такое квазичастицы?<br>6. Что такое энергетический спектр<br>конденсированного тела?<br>7. Как происходит описание колебаний<br>кристаллической решетки – один атом в ячейке?<br>8. Спектр колебаний и акустические моды<br>9. Описание колебаний кристаллической решетки –<br>два атома в ячейке<br>10. Спектр колебаний: акустические и оптические<br>моды<br>11. Что такое фононы? |
|---------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>12.Как строится вклад фононов в термодинамические свойства диэлектриков?</p> <p>13.Что такое закон Дебая и какова теплоемкость диэлектриков при высоких температурах?</p> <p>14.Что такое фононная теплопроводность?</p> <p>15.Что такое вырожденный электронный газ?</p> <p>16.В чем особенности электронов в кристаллической решетке?</p> <p>17.В чем состоит теорема Блоха для электронов в кристалле?</p> <p>18.Что такое энергетические зоны?</p> <p>19.Что такое зонная картина твердых тел и классификация тел по зонной картине?</p> <p>20.Дать классификацию конденсированных тел</p> <p>21.Как определяется плотность электронных состояний?</p> <p>22.Как строится термодинамика электронов, в частности вычисляется теплоемкость электронного газа?</p> <p>23.Как вычисляется теплопроводность электронов в металле?</p> <p>24.Чем определяется электропроводность металла и как получается закон Ома?</p> |
|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

#### **Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто, выбрано верное направление для решения задач*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено*

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено*

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

## 5 семестр

**Форма промежуточной аттестации:** Экзамен

### Пример билета

1. Экспериментальные основы квантовой механики. Основные постулаты квантовой механики.
2. Определение пси функций и энергий гармонического осциллятора на основе вариационного метода Ритца.

### Процедура проведения

Студенты по очереди вытягивают билеты, расположенные на столе текстом вниз. Записывается номер билета и время начала подготовки ответа. Через определенное время (по умолчанию час) студенты с расписанными ответами подходят к преподавателю и начинают рассказывать билет своими словами

### *1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины*

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-1<sub>ОПК-1</sub> Владеет современными экспериментальными методами определения основных теплофизических величин

#### Вопросы, задания

1. Операторы кинетической и потенциальной энергии.
2. Классическая теория рассеяния. Виды сечений.
3. Квантовая теория рассеяния, Амплитуда рассеяния

#### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Как называется коэффициент, связывающий величину энергии кванта электромагнитного излучения с его частотой?

Ответы:

число Нуссельта  
постоянная Планка  
постоянная Больцмана

Верный ответ: постоянная Планка

**2. Компетенция/Индикатор:** ИД-2<sub>ОПК-1</sub> Знает и умеет использовать аппарат механики сплошных сред для анализа основных теплофизических процессов в энергетическом оборудовании

#### Вопросы, задания

1. Плотность вероятности распределения частиц в пространстве. Вектор потока плотности вероятности.
2. Описание процесса ионизации в теории Томсона.
3. Операторы координат, импульсов, моментов импульса.

#### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Что описывает спектральный терм частицы?

Ответы:

энергетическое состояние электронной подсистемы

время жизни частицы

время рассеяния электрона на частице

Верный ответ: энергетическое состояние электронной подсистемы

**3. Компетенция/Индикатор:** ИД-4<sub>ПК-2</sub> Готов анализировать процессы взаимодействия частиц на поверхности материалов и в конденсированной фазе

**Вопросы, задания**

1. Определение пси функций и энергий атома водорода на основе вариационного метода Ритца.
2. Операторы физических величин (наблюдаемых); средние значения и дисперсии наблюдаемых.
3. Средние потери энергии на единице длины, формула Бете-Блоха.

**Материалы для проверки остаточных знаний**

1. Чем описывается квантовое состояние системы?

Ответы:

пси-функцией

пи-функцией

гамма-функцией

Верный ответ: пси-функцией

2. Эффект Штарка имеет место:

Ответы:

только в постоянном электрическом поле

только в переменном электрическом поле

и в постоянном, и в переменном электрических полях

Верный ответ: и в постоянном, и в переменном электрических полях

**4. Компетенция/Индикатор:** ИД-1<sub>РПК-1</sub> Обосновывает методику исследования конкретных процессов гидродинамики и теплообмена

**Вопросы, задания**

1. Определение пси функций и энергий гармонического осциллятора на основе вариационного метода Ритца.
2. Квантовые состояния и волновые функции; основные свойства волновых функций.
3. Принцип причинности и уравнение Шредингера.

**Материалы для проверки остаточных знаний**

1. Что описывает уравнение Шредингера?

Ответы:

изменение квантового состояния в пространстве и времени

собственные функции и собственные значения операторов импульса

поведение котов

Верный ответ: изменение в пространстве и времени квантового состояния

**5. Компетенция/Индикатор:** ИД-2<sub>РПК-1</sub> Обосновывает методику исследования теплофизических свойств веществ

**Вопросы, задания**

1. Экспериментальные основы квантовой механики. Основные постулаты квантовой механики.
2. Оператор Гамильтона (гамильтониан). Соотношения неопределенностей. Физический смысл и простейшие оценки на их основе.

3.Средний неупругий пробег, тормозной путь.

### **Материалы для проверки остаточных знаний**

1.Чем неупругое рассеяние отличается от упругого?

Ответы:

ядро разрушается  
частицы схлопываются  
ядро сохраняет целостность

Верный ответ: ядро разрушается

2.Ионизация атомов происходит за счет:

Ответы:

добавления или удаления электрона  
добавления или удаления протона  
расщепления ядра атома

Верный ответ: добавления или удаления электрона

**6. Компетенция/Индикатор:** ИД-З<sub>РПК-1</sub> Способен к организации лабораторного эксперимента и обработке полученных экспериментальных данных

### **Вопросы, задания**

- 1.Полное и транспортное сечения рассеяния, полный и транспортный пробеги, физический смысл.
- 2.Собственные функции и собственные значения операторов импульса, момента импульса.
- 3.Дифференциальное упругое сечение рассеяния, сечение Резерфорда, классический вывод.

### **Материалы для проверки остаточных знаний**

1.В чем основное отличие квантовой теории рассеяния от классической?

Ответы:

нет понятия эффективного сечения рассеяния  
в классической теории рассматривается рассеяние макроскопических частиц  
нет понятия траекторий

Верный ответ: нет понятия траекторий

2.Наиболее близко модель гармонического осциллятора можно представить в виде:

Ответы:

висящего на упругой пружине грузика, колеблющегося вверх-вниз  
вращающегося на жестко закрепленной нити грузика  
упругого изотропического шара

Верный ответ: висящего на упругой пружине грузика, колеблющегося вверх-вниз

**7. Компетенция/Индикатор:** ИД-4<sub>РПК-1</sub> Владеет методами математического моделирования теплофизических процессов

### **Вопросы, задания**

- 1.Эрмитовы операторы, их собственные функции и собственные значения. Вырождение. Разложение по собственным функциям эрмитова оператора. Коммутационные соотношения.
- 2.Неупругое сечение рассеяния, локальные и нелокальные потери энергии механизмы описания явлений.



## Материалы для проверки остаточных знаний

1. Оператор  $A$  является Эрмитовым, если удовлетворяет выражению:

Ответы:

$$(Ax, y) = (x, Ay)$$

$$(Ax, y) \neq (x, Ay)$$

$$(Ax, y) = (Ax, Ay)$$

Верный ответ:  $(Ax, y) = (x, Ay)$

## II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно. на вопросы углубленного уровня

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Работа не выполнена или выполнена преимущественно неправильно

## III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Итоговая оценка по курсу выставляется на основе оценки за промежуточную аттестацию. Возможен случай, когда в силу значительно отличающейся текущей оценки может быть применен повышающий или понижающий коэффициент

## 6 семестр

**Форма промежуточной аттестации:** Экзамен

## Пример билета

1. Основные принципы квантовой механики; соотношение неопределенностей, волновая функция, описание состояний
2. Электроны в кристаллической решетке. Энергетический спектр электронов в кристалле. Запрещенные зоны энергий. Зонная картина конденсированного тела: металлы, диэлектрики и полупроводники

## Процедура проведения

Студенты по очереди вытягивают билеты, расположенные на столе текстом вниз. Записывается номер билета и время начала подготовки ответа. Через определенное время (по умолчанию час) студенты с расписанными ответами подходят к преподавателю и начинают рассказывать билет своими словами

## ***I. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины***

## ***II. Описание шкалы оценивания***

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно. на вопросы углубленного уровня

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа не выполнена или выполнена преимущественно неправильно

## ***III. Правила выставления итоговой оценки по курсу***

Итоговая оценка по курсу выставляется на основе оценки за промежуточную аттестацию. Возможен случай, когда в силу значительно отличающейся текущей оценки может быть применен повышающий или понижающий коэффициент