

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Хакасский государственный университет им. Н.Ф. Катанова»
(ФГБОУ ВО «ХГУ им. Н.Ф. Катанова»)

Институт естественных наук и математики (ИЕНиМ)

УТВЕРЖДАЮ

Председатель Приемной комиссии

Ректор



Краснова Т. Г.

(дата)

**Программа вступительного экзамена
по специальной дисциплине
по программам подготовки научных и научно-педагогических кадров
в аспирантуре**

1.3.8 Физика конденсированного состояния

(шифр и наименование научной специальности)

2023 г.

Программа рассмотрена на заседании кафедры математики, физики и информационных технологий

15.09.2023 г. протокол № 2
(дата)

Зав. кафедрой



Гафнер Ю.Я.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Целью вступительного экзамена является выявление уровня знаний поступающих на обучение по программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по теоретическим разделам дисциплин.

Порядок проведения вступительного экзамена

Вступительный экзамен проводится в сроки, установленные Правилами приема на обучение по программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре ФГБОУ ВО «Хакасский государственный университет им. Н.Ф. Катанова» (далее - Университет). Конкретные дата, место и время проведения экзамена устанавливается расписанием, утверждаемым ректором. Расписание вступительных испытаний доводится до сведения поступающих путем размещения на официальном сайте Университета.

Программа вступительного экзамена формируется на основе федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования по программам специалитета и (или) магистратуры.

Экзамен проводится на русском языке в устной форме по билетам.

Для подготовки ответа поступающий использует лист устного ответа, который после сдачи экзамена подписывается поступающим и хранится в его личном деле. Листы устного ответа используются при рассмотрении апелляции в качестве основного документа для проверки правильности оценивания ответа поступающего. Каждый лист устного ответа, выдаваемый поступающему при сдаче экзамена, должен быть скреплен печатью отдела аспирантуры и докторантуры Университета.

Прием вступительного экзамена оформляется протоколом, в котором фиксируются вопросы экзаменаторов к поступающему и характеристика ответов поступающего. На каждого поступающего ведется отдельный протокол. Протоколы используются при рассмотрении апелляции в качестве документа для проверки правильности оценивания ответа поступающего.

Уровень знаний поступающего оценивается экзаменационной комиссией по пятибалльной системе «5» («отлично»), «4» («хорошо»), «3» («удовлетворительно»), «2» («неудовлетворительно»). Каждое вступительное испытание оценивается отдельно.

Оценка, выставленная поступающему по пятибалльной системе, дополнительно переводится экзаменационной комиссией в стобалльную систему путем ее умножения на 20. При переводе в стобалльную систему поступающий получает 100 баллов за оценку «отлично», 80 баллов – за оценку «хорошо», 60 баллов – за оценку «удовлетворительно», 40 баллов – за оценку «неудовлетворительно».

Результаты вступительного испытания объявляются на официальном сайте Университета (по адресу: <http://khsu.ru>) не позднее третьего рабочего дня после проведения вступительного испытания.

Пересдача вступительных испытаний не допускается. Сданные вступительные испытания действительны в течение календарного года.

Лица, не прошедшие вступительное испытание по уважительной причине (болезнь или иные обстоятельства, подтвержденные документально), повторно допускаются к сдаче вступительного испытания в другой группе или в резервный день (при наличии соответствующей возможности в соответствии с расписанием вступительных испытаний).

Критерии оценки ответов поступающего

Для получения оценки "5" поступающий должен подробно и правильно ответить на не менее 80 % заданных вопросов; отметки "4" – 65 – 79 %; отметки "3" – 50 – 65 %. При наборе менее 50 % баллов отметка - "неудовлетворительно".

Уровни освоения материала	Описание контролируемого результата	Количественные пороги оценки сформированности знаний	Оценка
Пороговый	Имеет минимально необходимый уровень знаний основных законов и понятий по физике конденсированного состояния	50-64%	3 (удовлетворительно)
Продвинутый	Имеет достаточный уровень знаний основных законов и понятий по физике конденсированного состояния	65-79%	4 (хорошо)
Высокий	Имеет высокий уровень знаний основных законов и понятий по физике конденсированного состояния	80 – 100%	5 (отлично)

СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ

1. Молекулярная физика

Равновесное и неравновесное состояния. Температура. Давление. Количество тепла. Работа. Функции состояния и функции процесса. Первое начало термодинамики. Второе начало термодинамики для равновесных и неравновесных процессов. Энтропия. Закон возрастания энтропии и его важность. Теплоемкости для различных процессов. Третье начало термодинамики и следствия из него. Цикл Карно. Теплоемкость. Диффузия. Коэффициент диффузии. Теплопроводность. Коэффициент теплопроводности. Диффузия в газах, жидкостях и твердых телах. Вязкость. Коэффициент вязкости в газах и жидкостях.

2. Фазовые переходы

Условия равновесия фаз. Различия между фазами. Агрегатные состояния. Фазовые переходы (ФП) первого и второго рода. Поведение термодинамических величин при ФП. Критическая точка жидкость-газ и ФП 2-го рода. Фазовые диаграммы, тройная точка. Уравнение Ван-дер-Ваальса.

3. Твердые тела

Симметрия и строение кристаллов. Решетки Бравэ. Дефекты в кристаллах. Дефекты упаковки. Политипы. Плотнупакованные кристаллы. Растяжение, сжатие, сдвиг твердого тела. Пластичность. Сверхпроводимость и ее природа. Эффект Мейсснера. Фазовая диаграмма для сверхпроводников первого рода. Высокотемпературная сверхпроводимость. Тепловые колебания кристаллической решетки. Фононы. Решеточная и электронная теплоемкость кристаллов. Решеточная теплопроводность. Электропроводность металлов. Носители тока в металлах. Приближения сильной и слабой связи. Модель свободных электронов. Элементы зонной теории кристаллов. Зонная структура энергетического спектра электронов. Заполнение зон: металлы, диэлектрики и полупроводники.

ВОПРОСЫ К ВСТУПИТЕЛЬНОМУ ЭКЗАМЕНУ

1. Идеальный газ. Уравнение состояния идеального газа.
2. Уравнение молекулярно-кинетической теории для давления. Закон Дальтона.
3. Степени свободы. Закон равномерного распределения энергии молекул по степеням свободы.
4. Микро- и макросостояния. Равновесное состояние. Равновесные обратимые и необратимые процессы.
5. Распределение Максвелла. Следствия из закона распределения. Вычисление средних значений в распределении Максвелла.
6. Газы в силовом поле. Барометрическая формула. Распределение Больцмана.
7. Явления переноса. Элементы молекулярно-кинетической теории явлений переноса. Особенности диффузии и теплопроводности в конденсированных средах.
8. Работа и теплота как обобщенные формы обмена энергии в термодинамике. Работа газа и ее вычисление для различных изопроцессов.
9. Внутренняя энергия идеального газа.
10. Первое начало термодинамики его применение к изопроцессам,
11. Изохорическая и изобарическая теплоемкости идеального газа.
12. Второе начало термодинамики.
13. Энтропия и ее свойства.
14. Энтропия идеального газа и ее вычисление.
15. Статистический смысл энтропии. Закон возрастания энтропии.
16. Цикл Карно и его КПД. P-V и S-T. Диаграммы цикла. Теорема Карно.
17. Теорема Нернста.
18. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Метастабильные состояния. Критическая точка.
19. Условия равновесия фаз. Различия между фазами. Агрегатные состояния.
20. Фазовые переходы (ФП) первого и второго рода. Поведение термодинамических величин при ФП.
21. Фазовые диаграммы, тройная точка.
22. Симметрия и строение кристаллов. Решетки Бравэ.
23. Дефекты в кристаллах. Дефекты упаковки. Политипы. Плотнупакованные кристаллы.
24. Растяжение, сжатие, сдвиг твердого тела. Пластичность.
25. Сверхпроводимость и ее природа. Эффект Мейсснера.

26. Фазовая диаграмма для сверхпроводников первого рода. Высокотемпературная сверхпроводимость.
27. Тепловые колебания кристаллической решетки. Фононы.
28. Решеточная и электронная теплоемкость кристаллов.
29. Электропроводность металлов. Носители тока в металлах.
30. Приближения сильной и слабой связи. Модель свободных электронов.
31. Элементы зонной теории кристаллов.
32. Заполнение зон: металлы, диэлектрики и полупроводники.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная литература:

1. Физика конденсированного состояния: дефекты строения в металлах : учебник : [16+] / А. Н. Чуканов, Н. Н. Сергеев, А. Е. Гвоздев [и др.] ; под ред. А. Н. Чуканова. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. – 298 с. : ил., табл., схем., граф. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=617598> (дата обращения: 24.06.2022). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-9729-0703-8. – Текст : электронный.
2. Физика конденсированного состояния: прочность и разрушение материалов : учебник : [16+] / А. Н. Чуканов, Н. Н. Сергеев, А. Е. Гвоздев [и др.] ; под ред. А. Н. Чуканова. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. – 260 с. : ил., табл., схем., граф. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=617602> (дата обращения: 24.06.2022). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-9729-0771-7. – Текст : электронный.
3. Солнцев, Ю. П. Материаловедение : учебник / Ю. П. Солнцев, Е. И. Пряхин ; под ред. Ю. П. Солнцева. – 7-е изд. – Санкт-Петербург : Химиздат, 2020. – 784 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=599263> (дата обращения: 24.06.2022). – ISBN 978-5-93808-345-6. – Текст : электронный.
4. Пейсахович, Ю. Г. Физика конденсированного состояния: фазовые переходы. Магнетики. Свойства диэлектриков : учебное пособие : [16+] / Ю. Г. Пейсахович, Н. И. Филимонова ; Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2018. – 163 с. : ил., табл., схем., граф. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=576457> (дата обращения: 24.06.2022). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7782-3612-7. – Текст : электронный.

Дополнительная литература:

1. Трофимова Т.И. Курс физики / Т.И. Трофимова. - М.: Высшая школа, 2007. – 541 с.
2. Гершензон Е.М., Малов Н.Н., Мансуров А.Н. Курс общей физики. Молекулярная физика. - М.: Академия, 1999.
3. Базаров И.П. Термодинамика. - М.: Высшая школа, 1991.
4. Сивухин Д.В. Общий курс физики, т.2. - М.: Высшая школа, 1990.
5. Кикоин И.К., Кикоин А.К., Молекулярная физика. - М.: Наука, 1977.
6. Рейф Ф. Статистическая физика. Берклеевский курс физики, т.5. - М.: Наука, 1989.
7. Матвеев А.Н Молекулярная физика. М.: Высшая школа, 1987.

9. Савельев И. В. Курс общей физики. Том 1 / И.В. Савельев. - 1982. – 512 с.
10. Телеснин Р.В. Молекулярная физика / Р.В. Телеснин. – М.: Высшая школа, 1965. – 300 с.
11. Яковлев В.Ф. Курс физики. Теплота и молекулярная физика / В.Ф. Яковлев. - М.: Просвещение, 1976.
12. Кабардин О.Ф. Физика / О.Ф. Кабардин. - М.: Просвещение, 1991 . –368 с.
13. Радченко П.В. Молекулярная физика / И.В. Радченко. - М.: Наука, 1965. –480 с.
14. Лабораторный практикум по общей физике / под ред. ЕМ. Гершензона, Н.Н. Малова. - М.: Просвещение, 1985.
15. Уэрт Ч. Физика твердого тела / Ч. Уэрт, Р. Томсон. - М.: Просвещение, 1969.
16. Киттель Ч. Введение в физику твердого тела / Ч. Киттель. - М: Наука, 1978. – 790 с.
17. Ландау Л.Д Статистическая физика / Л.Д. Ландау, Е.М. Лившиц. - М.: Наука, 1995. – 605 с.
18. Василевский АС. Статистическая физика и термодинамика / А.С. Василевский, В.В. Мултановский. - М.: Просвещение, 1985. – 255 с.
19. Васильев А.М. Введение в статистическую физику / А.М. Васильев. - М.: Высшая школа, 1980. –271 с.
20. Леонтович М.А. Введение в термодинамику. Статистическая физика / М.А. Леонтович. - М.: Наука, 1983.