

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сыров Игорь Анатольевич
Должность: Директор
Дата подписания: 21.07.2023 12:29:26
Уникальный программный ключ:
b683afe664d7e9f64175886cf9626a196149ad36

СТЕРЛИТАМАКСКИЙ ФИЛИАЛ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«УФИМСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ»

Факультет
Кафедра

Естественнонаучный
Общей и теоретической физики

Оценочные материалы для государственной итоговой аттестации

Б4.Б.01(Г) Государственный экзамен

по программе аспирантуры

Теплофизика и теоретическая теплотехника

наименование образовательной программы

направления

03.06.01

код

Физика и астрономия

наименование направления

Разработчики (составители)
д.т.н., профессор Филиппов А. И.
к.ф.-м.н., доцент Зеленова М. А.
ученая степень, должность, ФИО

1. Перечень компетенций, которыми должны овладеть выпускники в результате освоения образовательной программы.....	3
2. Показатели и критерии оценивания результатов освоения образовательной программы, шкала оценивания	3
3. Контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов освоения образовательной программы.....	4
4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов освоения образовательной программы.....	10

1. Перечень компетенций, которыми должны овладеть выпускники в результате освоения образовательной программы

В ходе проведения государственного экзамена оцениваются компетенции, которыми должны овладеть выпускники в результате освоения образовательной программы:

Компетенции
Способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий (ОПК-1)
Способностью принимать участие в разработке новых методов и методических подходов в научных исследованиях гетерогенных систем с физико-химическими превращениями (ПК-2)
Способностью критически анализировать современные проблемы теплофизики, ставить задачи и разрабатывать программу исследования, выбирать адекватные способы и методы решения экспериментальных и теоретических задач, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты (ПК-3)
Способностью понимать и использовать на практике теоретические основы организации и планирования физических исследований (ПК-7)
Способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1)
Способностью проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки (УК-2)
Способностью планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития (УК-5)

2. Показатели и критерии оценивания результатов освоения образовательной программы, шкала оценивания

Показатели оценивания компетенций

№ п/п	Показатель оценивания	Оцениваемые компетенции
1	Квалифицированность ответа на вопросы	ПК-3
2	Степень владения профессиональной терминологией	ОПК-1
3	Уровень усвоения студентом теоретических знаний и умение использовать их для решения профессиональных задач	ПК-2, ПК-7, УК-5
4	Логичность, обоснованность, четкость ответа	УК-2
5	Ориентирование в нормативной, научной и специальной литературе	УК-1

Критерии оценивания компетенций

№ п/п	Показатель оценивания	Уровень результатов обучения		
		0	1	2
1	Квалифицированность ответа на вопросы	Не демонстрирует квалифицированность ответа на вопросы	Частично демонстрирует квалифицированность ответа на вопросы	Демонстрирует квалифицированность ответа на вопросы

			вопросы	
2	Степень владения профессиональной терминологией	Низкая степень владения профессиональной терминологией	Средняя степень владения профессиональной терминологией	Высокая степень владения профессиональной терминологией
3	Уровень усвоения студентом теоретических знаний и умение использовать их для решения профессиональных задач	Низкий уровень усвоения студентом теоретических знаний и умение использовать их для решения профессиональных задач	Средний уровень усвоения студентом теоретических знаний и умение использовать их для решения профессиональных задач	Высокий уровень усвоения студентом теоретических знаний и умение использовать их для решения профессиональных задач
4	Логичность, обоснованность, четкость ответа	Ответ нечеткий, нелогичный, необоснованный	Ответ частично четкий, логичный и обоснованный	Ответ четкий, логичный и обоснованный
5	Ориентирование в нормативной, научной и специальной литературе	Не ориентируется в нормативной, научной и специальной литературе	Частично ориентируется в нормативной, научной и специальной литературе	Ориентируется в нормативной, научной и специальной литературе

Критерии оценивания результатов обучения в ходе прохождения практики:

2 балла – результаты достигнуты полностью;

1 балл – результаты достигнуты не в полной мере;

0 баллов – результаты не достигнуты.

Шкала оценивания уровня сформированности компетенций в результате освоения образовательной программы

Оценка «отлично» выставляется, если компетенции освоены в полной мере и суммарное количество баллов попадает в интервал: 8-10;

Оценка «хорошо» выставляется, если компетенции вполне освоены и суммарное количество баллов попадает в интервал: 6-7;

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если компетенции освоены и суммарное количество баллов попадает в интервал: 4-5;

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если компетенции не освоены и суммарное количество баллов попадает в интервал: 0-3.

3. Контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов освоения образовательной программы

Перечень вопросов к государственному экзамену

Перечень вопросов для оценки уровня сформированности компетенции **ОПК-1**

1. Законы термодинамики. Термодинамические функции. Термодинамические неравенства. Распределение Гиббса. Энтропия. Статистическое обоснование закона возрастания энтропии. Распределение Гиббса для систем с переменным числом частиц.

2. Статистическое описание идеального газа. Распределение Больцмана. Термодинамические свойства двухатомного газа с молекулами одинаковых и разных атомов. Закон равномерного распределения.
3. Квантовая статистика идеального газа. Распределение Бозе. Бозе-конденсация. Термодинамика черного излучения. Распределение Ферми. Теплоемкость вырожденного ферми-газа.
4. Условие химического равновесия. Закон действующих масс. Теплота реакции. Термическая диссоциация, ионизация, возбуждение.

Перечень вопросов для оценки уровня сформированности компетенции **ПК-2**

5. Неидеальные газы. Разложения по степеням плотности. Вириальные коэффициенты.
6. Фазовые переходы первого и второго рода. Термодинамическая теория Ландау фазовых переходов второго рода.
7. Теория флуктуаций. Распределение Гаусса. Флуктуации основных термодинамических величин. Формула Пуассона. Корреляция флуктуаций. Флуктуации в критической точке. Корреляция флуктуаций во времени.
8. Термодинамика поверхности. Поверхностное натяжение и поверхностное давление. Равновесие между поверхностной фазой и газом. Теория образования зародышей при фазовых переходах первого рода.

Перечень вопросов для оценки уровня сформированности компетенции **ПК-3**

9. Уравнения переноса, основы термодинамики необратимых явлений. Соотношение симметрии кинетических коэффициентов Онсагера. Применения методов неравновесной термодинамики к явлениям в сплошных средах с одновременным протеканием различных процессов: диффузии, теплопроводности, вязкости, химических реакций.
10. Кинетическое уравнение Больцмана. Я - теорема. Вывод уравнения Больцмана на основе баланса числа частиц. Идеи метода Чепмена—Энского и Трэда. Вывод гидродинамических уравнений из уравнений Больцмана. Вычисление кинетических коэффициентов. Влияние химических реакций и внутренних степеней свободы на явления переноса.
11. Случайные блуждания и броуновское движение. Уравнение Ланжевена. Уравнение Фоккера—Планка.
12. Релаксационные явления. Основное кинетическое уравнение. Колебательная релаксация. Вращательная релаксация. Кинетика диссоциации и ионизации. Газовые лазеры. Столкновительные механизмы создания инверсной населенности.

Перечень вопросов для оценки уровня сформированности компетенции **ПК-7**

13. Распространение звука в газе, дисперсия и затухание звука. Вторая вязкость.
14. Ударные волны. Законы сохранения на фронте ударной волны. Ударная адиабата. Структура ударной волны в газах. Истечение газа через сопло. Поверхностное натяжение, смачивание. Осмотическое давление

15. Взаимодействие молекул. Источники сведений о межмолекулярных силах. Различные составляющие межмолекулярных сил. Потенциальные функции межмолекулярного взаимодействия. Упругие и неупругие столкновения.
16. Уравнение состояния идеального газа. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Закон соответственных состояний, термодинамическое подобие. Теплоемкость. Сжимаемость. Эффект Джоуля—Томпсона. Методы измерения термодинамических величин.

Перечень вопросов для оценки уровня сформированности компетенции **УК-1**

17. Явление переноса в газах. Вязкость. Теплопроводность. Диффузия. Термо диффузия. Пристеночные явления в умеренно разреженном газе. Термомолекулярная разность давлений. Кинетические явления в сильно разреженном газе (газ Кнудсена).
18. Методы исследования явлений переноса. Методы получения сверхнизких и высоких давлений. Диффузионные методы разделения Изотопов.
19. Низкотемпературная плазма. Дебаевский радиус.
20. Ионизационное равновесие. Формула Саха. Кинетика ионизации.
21. Явление переноса в плазме. Излучение плазмы.

Перечень вопросов для оценки уровня сформированности компетенции **УК-2**

22. Строение жидкости. Радиальная функция распределения. Изучение структуры жидкости методом рассеяния рентгеновских лучей.
23. Уравнения состояния жидкости и плотных газов. Плотность, сжимаемость, теплоемкость.
24. Статистическая теория жидкостей. Частичные функции распределения, методы интегральных уравнений. Модельные теории. Компьютерное моделирование.
25. Явление переноса и релаксации в жидкости. Вязкость, теплопроводность, диффузия и самодиффузия.
26. Сопротивление и теплопередача в ламинарном потоке.

Перечень вопросов для оценки уровня сформированности компетенции **УК-5**

27. Конвективный теплообмен.
28. Турбулентное движение и турбулентный теплообмен
29. Кризис сопротивления.
30. Модели турбулентности. Методы расчета турбулентных явлений в газе, жидкости и плазме.
31. Радиационный теплообмен и радиационная газовая динамика.

Перечень практических заданий к государственному экзамену

Перечень задач для оценки уровня сформированности компетенции **ОПК-1**

1. Показать, что вытекающие из опыта единственность распределения энергии равновесной системы по ее частям и одновременный рост энергии этих частей при увеличении общей энергии системы позволяют выбрать для внутренней энергии монотонно возрастающую функцию температуры.

2. Показать, что дифференциальное выражение для элементарной работы $\delta W = \sum_i A_i da_i$ не является полным дифференциалом какой-либо функции параметров состояния системы.

Перечень задач для оценки уровня сформированности компетенции **ПК-2**

3. Вычислить работу испарения моля воды при переходе ее в пар при 100°C и нормальном давлении. Определить также количество теплоты, сообщаемое при этом воде.
4. Вычислить работу, совершаемую за цикл перемагничивания единицы объема сердечника длинного соленоида, если известно, что площадь петли кривой гистерезиса сердечника на диаграмме с осями координат H, J равна S .
5. Вдоль струны слева направо распространяются поперечные волны частоты ν с амплитудой a . Натяжение струны равно T . Определить работу, производимую за период частью струны, расположенной слева от некоторой точки на струне, над частью, расположенной слева от этой точки.

Перечень задач для оценки уровня сформированности компетенции **ПК-3**

6. Установить, что для любой простой системы, подверженной действию обобщенной силы A (сопряженной по внешнему параметру a), справедливо тождество
$$\left(\frac{\partial T}{\partial A}\right)_a \left(\frac{\partial A}{\partial a}\right)_T \left(\frac{\partial a}{\partial T}\right)_A = -1.$$
7. Установить связь между термическими коэффициентами α, β и γ .
8. Пользуясь уравнением газа Ван-дер-Ваальса, найти значения второго и третьего вириальных коэффициентов и температуру Бойля для этого газа

Перечень задач для оценки уровня сформированности компетенции **ПК-7**

9. Найти разность теплоемкостей $C_H - C_J$ для идеального парамагнетика
10. Найти уравнение адиабаты идеального парамагнетика
11. Моль идеального газа находится в неограниченном вертикальном цилиндре, помещенном в однородное поле силы тяжести. Вычислить теплоемкость газа

Перечень задач для оценки уровня сформированности компетенции **УК-1**

12. Объяснить причину понижения температуры тропосферы с высотой и, считая воздух идеальным газом, вычислить высотный градиент температуры в атмосфере.
13. Пользуясь свойствами якобианов, доказать соотношения

$$a. \left(\frac{\partial p}{\partial V} \right)_S = \frac{C_p}{C_v} \left(\frac{\partial p}{\partial V} \right)_T;$$

$$b. \frac{\partial^2 U}{\partial V^2} \frac{\partial^2 U}{\partial S^2} - \left(\frac{\partial^2 U}{\partial V \partial S} \right)^2 = - \frac{T}{C_v} \left(\frac{\partial p}{\partial V} \right)_T$$

14. Доказать теорему Гиббса об энтропии смеси идеальных газов, используя закон Дальтона.

Перечень задач для оценки уровня сформированности компетенции **УК-2**

15. Термическое и калорическое уравнения состояния идеального электронного газа связаны соотношением $pV = \frac{2}{3}U$. Найти для этого газа уравнение адиабаты в переменных p , V и T , V .

16. Вычислить энтропию газа Ван-дер-Ваальса и найти уравнение его адиабаты

17. Вычислить разность $C_p - C_v$ для газа Ван-дер-Ваальса.

Перечень задач для оценки уровня сформированности компетенции **УК-5**

18. Показать, что внутренняя энергия вещества с уравнением состояния в форме $p = Tf(V)$ не зависит от объема

19. Установить, что внутренняя энергия идеального парамагнетика зависит только от температуры

20. Показать, что для веществ, у которых давление является линейной функцией температуры, теплоемкость C_v не зависит от объема

Примерный билет государственного экзамена

Билет №1.

1. Явление переноса в газах. Вязкость. Теплопроводность. Диффузия. Термо диффузия. Пристеночные явления в умеренно разреженном газе. Термомолекулярная разность давлений. Кинетические явления в сильно разреженном газе (газ Кнудсена).
2. Методы исследования явлений переноса. Методы получения сверхнизких и высоких давлений. Диффузионные методы разделения Изотопов.
3. Показать, что вытекающие из опыта единственность распределения энергии равновесной системы по ее частям и одновременный рост энергии этих частей при увеличении общей энергии системы позволяют выбрать для внутренней энергии монотонно возрастающую функцию температуры.

Билет №2.

1. Взаимодействие молекул. Источники сведений о межмолекулярных силах. Различные составляющие межмолекулярных сил. Потенциальные функции межмолекулярного взаимодействия. Упругие и неупругие столкновения.

2. Уравнение состояния идеального газа. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Закон соответственных состояний, термодинамическое подобие. Теплоемкость. Сжимаемость. Эффект Джоуля—Томпсона. Методы измерения термодинамических величин.
3. Найти уравнение адиабаты идеального парамагнетика

Билет №3.

1. Распространение звука в газе, дисперсия и затухание звука. Вторая вязкость.
2. Ударные волны. Законы сохранения на фронте ударной волны. Ударная адиабата. Структура ударной волны в газах. Истечение газа через сопло. Поверхностное натяжение, смачивание. Осмотическое давление
3. Найти разность теплоемкостей $C_H - C_J$ для идеального парамагнетика

Билет №4.

1. Случайные блуждания и броуновское движение. Уравнение Ланжевена. Уравнение Фоккера—Планка.
2. Релаксационные явления. Основное кинетическое уравнение. Колебательная релаксация. Вращательная релаксация. Кинетика диссоциации и ионизации. Газовые лазеры. Столкновительные механизмы создания инверсной населенности.
3. Пользуясь уравнением газа Ван-дер-Ваальса, найти значения второго и третьего вириальных коэффициентов и температуру Бойля для этого газа

Билет №5.

1. Теория флуктуаций. Распределение Гаусса. Флуктуации основных термодинамических величин. Формула Пуассона. Корреляция флуктуаций. Флуктуации в критической точке. Корреляция флуктуаций во времени.
2. Термодинамика поверхности. Поверхностное натяжение и поверхностное давление. Равновесие между поверхностной фазой и газом. Теория образования зародышей при фазовых переходах первого рода.
3. Установить связь между термическими коэффициентами α , β и γ .

Билет №6.

1. Статистическая теория жидкостей. Частичные функции распределения, методы интегральных уравнений. Модельные теории. Компьютерное моделирование.
2. Явление переноса и релаксации в жидкости. Вязкость, теплопроводность, диффузия и самодиффузия.
3. Установить, что для любой простой системы, подверженной действию обобщенной силы A (сопряженной по внешнему параметру a), справедливо тождество

$$\left(\frac{\partial T}{\partial A}\right)_a \left(\frac{\partial A}{\partial a}\right)_T \left(\frac{\partial a}{\partial T}\right)_A = -1.$$

Билет №7.

1. Сопротивление и теплопередача в ламинарном потоке.
2. Конвективный теплообмен.
3. Вдоль струны слева направо распространяются поперечные волны частоты ν с амплитудой a . Натяжение струны равно T . Определить работу, производимую за период частью струны, расположенной слева от некоторой точки на струне, над частью, расположенной слева от этой точки

Билет №8.

1. Методы исследования явлений переноса. Методы получения сверхнизких и высоких давлений. Диффузионные методы разделения Изотопов.

2. Низкотемпературная плазма. Дебаевский радиус.
3. Вычислить работу, совершаемую за цикл перемагничивания единицы объема сердечника длинного соленоида, если известно, что площадь петли кривой гистерезиса сердечника на диаграмме с осями координат H, J равна S .

Билет №9.

1. Строение жидкости. Радиальная функция распределения. Изучение структуры жидкости методом рассеяния рентгеновских лучей.
2. Уравнения состояния жидкости и плотных газов. Плотность, сжимаемость, теплоемкость.
3. Вычислить работу испарения моля воды при переходе ее в пар при $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ и нормальном давлении. Определить также количество теплоты, сообщаемое при этом воде.

Билет №10.

1. Ионизационное равновесие. Формула Саха. Кинетика ионизации.
2. Явление переноса в плазме. Излучение плазмы.
3. Показать, что дифференциальное выражение для элементарной работы $\delta W = \sum_i A_i da_i$ не является полным дифференциалом какой-либо функции параметров состояния системы.

4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов освоения образовательной программы

Методические рекомендации по сдаче государственного экзамена

Методические рекомендации по подготовке к сдаче государственного экзамена

1. Государственная итоговая аттестация проводится по месту нахождения СФ БашГУ его структурных подразделений.
2. Государственная итоговая аттестация начинается с государственного экзамена. Дата и время проведения государственного экзамена, защиты научно-исследовательской работы устанавливаются распорядительным актом организации по согласованию с председателями государственных экзаменационных комиссий и доводится до всех членов экзаменационных комиссий и аспирантов не позднее, чем за 20 дней до начала приема экзамена.
3. На каждого аспиранта заполняется протокол приема государственного экзамена, в который вносятся вопросы билетов и дополнительные вопросы членов государственной экзаменационной комиссии. Протокол приема экзамена подписывается теми членами государственной экзаменационной комиссии, которые присутствовали на экзамене.
4. Уровень знаний аспиранта оценивается на «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Результаты экзамена объявляются аспиранту в тот же день после оформления протоколов заседания комиссии.
5. Аспиранты, не прошедшие государственную итоговую аттестацию в форме государственного экзамена, к защите научно-исследовательской работы не допускаются.
6. Научно-исследовательская работа подлежит рецензированию. Порядок рецензирования устанавливается организацией. Научный руководитель аспиранта представляет в государственную экзаменационную комиссию отзыв на научно-исследовательскую работу аспиранта. Аспирант должен быть ознакомлен с рецензией (рецензиями), отзывом научного руководителя в срок, устанавливаемый организацией, но не позднее, чем за 7 дней до защиты научно-исследовательской работы.

Порядок проведения государственного экзамена

1. Защита научно-исследовательской работы проводится на заседании государственной экзаменационной комиссии с участием не менее двух третей ее состава в соответствии с настоящим Порядком. В процессе защиты научно-исследовательской работы члены государственной экзаменационной комиссии должны быть ознакомлены с рецензией (рецензиями) и отзывом научного руководителя аспиранта.
2. Решение о защите (не защите) научно-исследовательской работы принимается простым большинством голосов членов государственной экзаменационной комиссии, участвующих в заседании, при обязательном присутствии председателя комиссии или его заместителя. При равном числе голосов председатель комиссии (в случае отсутствия председателя – его заместитель) обладает правом решающего голоса.
3. На каждого аспиранта, защищающего научно-исследовательскую работу заполняется протокол. В протокол вносятся мнения членов государственной экзаменационной комиссии о защищаемой научно-исследовательской работе, уровне сформированности компетенций, знаниях и умениях, выявленных в процессе государственной итоговой аттестации, перечень заданных вопросов и характеристика ответов на них, а также вносится запись особых мнений. Протокол подписывается теми членами государственной экзаменационной комиссии, которые присутствовали на защите научно-исследовательской работы.
4. Защита научно-исследовательской работы аспиранта оценивается на «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».
5. Члены государственной экзаменационной комиссии простым большинством голосов оценивают научно-исследовательскую работу и выносят решение: - о выдаче диплома; - о переносе срока защиты научно-исследовательской работы аспирантом; - об отчислении из аспирантуры с выдачей справки. Решение государственной экзаменационной комиссии объявляются аспиранту в тот же день после оформления протокола заседания государственной экзаменационной комиссии.
6. Протоколы заседаний государственных экзаменационных комиссий после проведения государственной итоговой аттестации хранятся в архиве организации.

Порядок проведения государственного экзамена

Государственный экзамен проводится по следующим дисциплинам Термодинамика равновесных и неравновесных процессов, Математическое моделирование физических процессов, Теплофизика и теоретическая теплотехника, Явления переноса, Динамика гетерогенных систем с физико-химическими превращениями, Методология проектирования и управление проектами образовательной программы, результаты, освоения которых имеют определяющее значение для профессиональной деятельности выпускников по направлению 03.06.01 Физика и астрономия. Государственный экзамен проводится устно в соответствии с программой определенной в п. 2.1. Устанавливается следующая продолжительность сдачи обучающимся государственного экзамена: продолжительность сдачи государственного экзамена, проводимого в письменной форме – не менее 40 минут; продолжительность подготовки обучающегося к ответу на государственном экзамене, проводимом в устной форме – не менее 120 минут.

Перевод уровня сформированности компетенций в академическую оценку

Академическая оценка	Баллы	Описание показателей академической оценки
----------------------	-------	---

Отлично	8-10	Даны исчерпывающие и обоснованные ответы как на вопросы, поставленные в экзаменационном билете, так и заданные дополнительно; ответы отличаются четкостью и краткостью, мысли и решения излагаются в логической последовательности и технически грамотно; высказанные положения, решения и действия обоснованы; показаны твердые навыки и умения при полном понимании физических процессов, происходящих при выполнении заданий; показано умение применять теоретические положения к решению практических задач, делать правильные выводы из полученных результатов.
Хорошо	6-7	Даны полные и обоснованные ответы как на вопросы, поставленные в экзаменационном билете, так и заданные дополнительно, но в них не всегда выдерживалась логическая последовательность, имели место оговорки; показаны навыки и умения при несущественных нарушениях порядка выполнения операций и хорошем понимании физических процессов, происходящих при выполнении заданий; показано умение применять теоретические положения к решению практических задач, делать выводы из полученных результатов.
Удовлетворительно	4-5	Даны в основном правильные ответы как на вопросы, поставленные в экзаменационном билете, так и заданные дополнительно, но без должной глубины и обоснования; ответы были многословными, с оговорками, мысли излагались недостаточно четко и без должной логической последовательности; показаны умения при несущественных нарушениях порядка выполнения заданий.
Неудовлетворительно	0-3	Не выполнены условия, позволяющие выставить оценку «удовлетворительно». В спорных ситуациях могут быть заданы дополнительные вопросы теоретического или практического характера.