

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

Институт физико-математического образования, информационных и
обслуживающих технологий

Кафедра физики и методики преподавания физики

УТВЕРЖДАЮ

Врио директора ИФМОИОТ

 Е.А. Журавлева
«15»  2025 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации
обучающихся по дисциплине «Основы теоретической физики
(термодинамика, статистическая физика и физическая кинетика)»

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

Профиль подготовки Физика. Математика

Квалификация выпускника бакалавр

Форма обучения очная

Курс 5 (10 семестр)

Разработчики:

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

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

Врио заведующего кафедры физики
и методики преподавания физики

 Корчикова Н.В.

«13» января 2025 г.

Луганск, 2025

1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

1.1. Область применения

Фонд оценочных средств (ФОС) – неотъемлемая часть рабочей программы дисциплины Б1.В.02.05 «Основы теоретической физики (термодинамика, статистическая физика и физическая кинетика)» и предназначен для контроля и оценки образовательных достижений студентов, освоивших программу дисциплины.

1.2. Цели и задачи фонда оценочных средств

Цель ФОС – установить соответствие уровня подготовки обучающегося требованиям ФГОС ВО бакалавриата по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки), утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 22.02.2018 г. № 125 (с изменениями и дополнениями).

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

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций и индикаторов их достижения:

Код по ФГОС ВО	Индикатор достижения
Профессиональные	
ПК-1.	ПК-1.1. ПК-1.2. ПК-1.3.

1.4. Этапы формирования компетенций и средства оценивания уровня их сформированности

Этапы формирования компетенций	Компетенции	Контрольно-оценочные средства / способ оценивания
Раздел 1. Излучение абсолютно черного тела. Кванты энергии.		
Разделы 1-2	ПК-1	Решение задач. Контрольная работа №1. Тестирование по теоретическому материалу (тест 1). Контрольная работа №1. Выполнение индивидуальных заданий.
Раздел 3	ПК-1	Решение задач и тестирование по теоретическому материалу (Тест 2). Контрольная работа №2. Выполнение индивидуальных заданий
Раздел 4-5	ПК-1	Решение задач. Проведение семинаров. Тестирование по теоретическому материалу (Тест 3). Выполнение индивидуальных заданий
Промежуточная аттестация	ПК-1	Экзамен (письменный)

1.5. Описание показателей формирования компетенций

Код компетенции	Результаты сформированности
ПК-1. Способен осваивать и использовать теоретические знания и практические умения и навыки в предметной области при решении профессиональных задач.	<p><i>Знает:</i> структуру, состав и дидактические единицы предметной области термодинамики, статистической физики и физической кинетики.</p> <p><i>Умеет:</i> осуществлять отбор учебного содержания для его реализации в различных формах обучения в соответствии с требованиями ФГОС ОО.</p> <p><i>Владеет навыками:</i> разработки различных форм учебных занятий, применения методов, приемов и технологий обучения, в том числе информационных.</p>

1.6. Критерии оценивания компетенций на разных этапах их формирования

Вид учебной работы	Количество баллов		
	ОФО	О-ЗФО	ЗФО
Теоретический отчет №1	15	-	-
Теоретический отчет №2	15	-	-
Практические занятия / индивидуальное задание	15	-	-
Контрольная работа №1	10	-	-
Контрольная работа №2	10		
Реферат	15		
Экзамен	20	-	-
Всего	100		

Накопительная система оценивания по 100-балльной шкале

5 - балльная система оценивания экзамена	100 - балльная шкала	Буквенная шкала, соответствующая 100-балльной шкале
Отлично	90–100	А – отлично – теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов; необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы; все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному
Хорошо	83–89	В – очень хорошо – теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов; необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы; все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения большинства из них оценено числом баллов, близким к максимальному
Хорошо	75–82	С – хорошо – теоретическое содержание курса освоено полностью; некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно; все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками
Удовлетворительно	63–74	Д – удовлетворительно – теоретическое содержание дисциплины освоено частично, но пробелы не носят существенного характера; необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы; большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, содержат ошибки
Удовлетворительно	50–62	Е – посредственно – теоретическое содержание курса освоено частично; некоторые практические навыки работы не сформированы, многие предусмотренные программой обучения учебные задания не выполнены либо качество выполнения некоторых из них оценено числом баллов, близким к минимальному
Неудовлетворительно	21–49	FX – неудовлетворительно – теоретическое содержание курса освоено частично; необходимые практические навыки работы не сформированы; большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено либо качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному; при дополнительной самостоятельной работе над материалом курса возможно повышение качества выполнения учебных заданий
Неудовлетворительно	0–20	F – неудовлетворительно – теоретическое содержание курса не освоено; необходимые практические навыки работы не сформированы; все выполненные учебные задания содержат грубые ошибки, дополнительная самостоятельная работа над материалом курса не приведет к какому-либо значимому повышению качества выполнения учебных заданий

Образец оформления экзаменационного билета

**МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

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

2030/2031 учебный год

**Институт физико-математического образования, информационных
и обслуживающих технологий**

экзамен (устный/письменный) по дисциплине
«**Основы теоретической физики (термодинамика,
статистическая физика и физическая кинетика)**»

Код/названия направлений подготовки **44.03.05 Педагогическое образование**
(с двумя профилями подготовки)
Физика. Информатика
ОФО/ЗФО

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1.
2.
3.

Утверждено на заседании кафедры физики и методики преподавания физики, Протокол от
«30» ноября 2023 г. № 4.

Заведующий кафедрой

Сильчева А.Г.

Экзаменатор

...

2. КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

2.1. Оценочные средства текущего контроля

Контрольная работа №1

Вариант 1

1. Определить молярную теплоемкость одноатомного идеального газа в процессе $pV^{4/3} = \text{const}$.
2. Определить изменение энтропии 1 моль идеального газа в процессе, состоящем из двух последовательных: изобарного, в котором объем меняется от значения V до $2V$, и изотермического, в котором объем вновь уменьшается до значения V .

Контрольная работа №2

Вариант 1

1. Определить среднюю обратную скорость молекул идеального $\frac{1}{v}$ газа. Сравнить результат с величиной обратной средней скорости.
2. Определить средний обратный квадрат скорости $\frac{1}{v^2}$ молекул идеального газа. Сравнить с обратным средним квадратом скорости.

Практические занятия Термодинамика (занятия 1-5; примеры)

1. Для одного моля одноатомного идеального газа найти уравнение процесса, протекающего при постоянной теплоемкости ($C = \text{const}$) – так называемого политропного процесса. Проанализировать полученное уравнение.

2. Определить работу, совершаемую одним молем идеального газа при политропном расширении от объема от V_1 до V_2 . Начальное давление газа p_1 , показатель политропы $n = 1/2$.

3. Показать, что для всякой обобщенной силы A , сопряженной внешнему параметру a , справедливо соотношение $\left(\frac{\partial A}{\partial a}\right)_T \left(\frac{\partial a}{\partial T}\right)_A \left(\frac{\partial T}{\partial A}\right)_a = -1$

Установить соотношения между термическими коэффициентами $\alpha = \frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_p$,

$\beta = \frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial p}\right)_T$, $\gamma = \frac{1}{p} \left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_V$, где α , β , γ – соответственно коэффициенты объемного расширения, изотермического сжатия и термического коэффициента давления.

4. Идеальный газ расширяется по закону $p = \alpha V^2$. Какая работа совершается газом при изменении объема от V_1 до V_2 ? Нагревается или охлаждается газ в этом процессе?

5. Какую максимальную работу можно совершить за счет охлаждения теплового резервуара, от температуры T до температуры окружающей среды T_0 . Теплоемкость резервуара постоянная и равна C .

6. Найти КПД цикла Дизеля, если $V_1/V_2 = \varepsilon$, $V_3/V_2 = \rho$. Участки 12 и 34 – адиабаты. Рабочее тело – идеальный газ.

7. Определить энтропию идеального газа. Определить изменение энтропии в изопроцессах.

8. Определить изменение энтропии 1 моля идеального газа в политропном процессе с показателем политропы n .

9. Используя тот факт, что энтропия – функция состояния, определить внутреннюю энергию 1 моля газа Ван-дер-Ваальса/

10. Каждый из сосудов содержит по одному молю идеального газа с одинаковыми температурами и давлениями p_1 и p_2 . Сосуды соединяют. Определить изменение энтропии в результате установления равновесия.

11. В двух сосудах $V_1 = V_2 = V$ находятся различные идеальные газы при одинаковых давлениях и температурах. Сосуды соединяют. Определить изменение энтропии вследствие диффузии, если молярная масса первого газа m_1 . Масса первого газа m_1 , его молярная масса M_1 .

12. Для одного моля идеального газа записать термодинамические потенциалы U , S , H , F и G в их характеристических переменных. Считать, что C_p и C_v – постоянные.

13. Найти термическое и калорическое уравнения состояния газа, для которого термодинамический потенциал Гиббса равен:

$$G = T(a + R - S_0 - R \ln R) - (a + R)T \ln T + RT \ln p - bT^2/2 + U_0$$

14. Пользуясь выражением для свободной энергии идеального газа $F = T(C_v - S_0) - C_v T \ln T -$, определить термическое и калорическое уравнения.

15. Найти давление насыщенного водяного пара при температуре $T = 101^\circ\text{C}$. Удельная теплота парообразования при $T_0 = 100^\circ\text{C}$, $\lambda = 2,3 \cdot 10^6$ Дж/кг. Пар рассматривать как идеальный газ.

Классическая статистическая физика (занятия 6-14; примеры)

1. Определить фазовый объем, число и плотность состояний как функцию энергии и импульса частицы массой m , находящейся в объеме V

2. пункт 1.2.2.1, пример 3

3. задания п.1.2.2.2: номера 2, 4, 6, 7, 12, 22

4. примеры 1-3 заданий пункта 1.2.2.1

5. Задания 36 – 41 пункта 1.2.2.2

Квантовая статистика (занятия 13-15)

1. Примеры 1-2 пункта 12.3.1

2. Задания 82, 87 пункта 1.2.3.2

Примечание: Примеры и задания, номера которых представлены выше, берутся из пособия «Горбенко Е.Е., Кара-Мурза С.В. Термодинамика и статистическая физика. Методическое пособие для самостоятельной работы студентов. – Луганск: Альма Матер, 2007. – 97с».

Семинары

Семинар 1: Флуктуации термодинамических величин.

Вопросы к семинару:

1. Флуктуации термодинамических величин (общие положения)
2. Флуктуации энергии
3. Флуктуации давления
4. Флуктуации плотности воздуха. Критическая опалесценция

Семинар 2: Явления переноса в приближении длины свободного пробега

Вопросы к семинару:

1. Явления переноса. Общее рассмотрение.
2. Эффективное сечение молекул и длина свободного пробега
3. Теплопроводность газов
4. Теплопроводность и электропроводность проводников. Закон Видемана-Франца.
5. Вязкость газов
6. Диффузия в газах.

Семинар 3: Броуновское движение

Вопросы к семинару:

1. Приближение сильно связанных частиц
2. Броуновское движение

3. Описание движения броуновской частицы

Тест 1 (ТЕРМОДИНАМИКА); пример варианта Вариант 1

1. Температура является
 - А) внутренним параметром;
 - Б) внешним параметром;
 - В) ни внутренним, ни внешним параметром;
 - Г) правильного ответа нет;
 - Д) не знаю.
2. Внутренняя энергия системы является
 - А) функцией состояния;
 - Б) функцией процесса;
 - В) ни функцией состояния, ни функцией процесса;
 - Г) правильного ответа нет;
 - Д) не знаю
3. Первый закон термодинамики для идеального газа в изохорном процессе имеет вид:
 - А) $\partial Q = dU + pdV$;
 - Б $\partial Q = dU$;
 - В) $\partial Q = pdV$;
 - Г) $\partial Q = 0$;
 - Д) правильного ответа нет;
 - Е) не знаю
4. При изменении объема в изобарном процессе от V до $3V$ идеальный газ совершил работу
 - А) pV ;
 - Б) $2pV$;
 - В) $3pV$;
 - Г) $pV/2$;
 - Д) $pV/3$;
 - Е) правильного ответа нет;
 - Ж) не знаю
5. Объем идеального газа увеличивается от V_1 до V_2 один раз в изотермическом процессе, а другой раз – в адиабатном. В каком процессе газ совершил большую работу?
 - А) в изотермическом;
 - Б) в адиабатном;
 - В) работы равны;
 - Г) правильного ответа нет;
 - Д) не знаю
6. Теплоемкость системы в адиабатном процессе
 - А) $C = \left(\frac{\partial U}{\partial T} \right)_V$;
 - Б) $C = \left(\frac{\partial U}{\partial T} \right)_V + p \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_p$;
 - В) $C = 0$;
 - Г) $C \rightarrow \infty$;
 - Д) правильного ответа нет;
 - Е) не знаю:
7. Уравнение политропного процесса в переменных V и T имеет вид:
 - А) $TV^n = const$;
 - Б) $TV^{n+1} = const$;
 - В) $TV^{n-1} = const$;
 - Г) $T^n V = const$;
 - Д) $T^{n+1} V = const$;

Е) правильного ответа нет;

Ж) не знаю;

8. Внутренняя энергия газа, подчиняющегося уравнению Ван-дер-Ваальса (U_0 - внутренняя энергия идеального газа):

А) $U = U_0 + \frac{a}{V}$;

Б) $U = U_0 - \frac{a}{V}$;

В) $U = U_0 + \frac{a}{V^2}$;

Г) $U = U_0 - \frac{a}{V^2}$;

Д) правильного ответа нет;

Е) не знаю;

9. В адиабатном процессе энтропия

А) равна 0;

Б) не меняется;

В) увеличивается;

Г) уменьшается;

Д) правильного ответа нет;

Е) не знаю;

10. Энтропия одного моля идеального газа

А) $S = C_v \ln T + S_0$;

Б) $S = C_v \ln V + S_0$;

В) $S = C_p \ln T + S_0$;

Г) $S = C_p \ln T + R \ln V + S_0$;

Д) $S = C_v \ln T + R \ln V + S_0$;

Е) правильного ответа нет;

Ж) не знаю

11. Температура холодильника в цикле Карно в два раза ниже температуры нагревателя. Чему равен КПД такой тепловой машины?

А) 25%;

Б) 30%;

В) 40%;

Г) 50%;

Д) 60%;

Е) правильного ответа нет;

Ж) не знаю

12. Энтропия является характеристической функцией переменных

А) p, V ;

Б) p, T ;

В) V, T ;

Г) V, S ;

Д) p, S ;

Е) правильного ответа нет;

Ж) не знаю

13. Энтальпия есть

А) полная энергия системы за исключением энергии движения как целого;

Б) внутренняя энергия системы с включенными механическими связями;

В) часть внутренней энергии, которая может быть обращена в работу;

Г) часть внутренней энергии, которая не может быть обращена в работу;

Д) правильного ответа нет;

Е) не знаю

14. Свободная энергия связана с уравнением состояния соотношением

А) $\left(\frac{\partial F}{\partial V}\right)_T = -p$;

Б) $\left(\frac{\partial F}{\partial p}\right)_T = -V$;

В) $\left(\frac{\partial F}{\partial T}\right)_V = -p$;

Г) $\left(\frac{\partial F}{\partial T}\right)_V = -V$;

Д) $\left(\frac{\partial F}{\partial V}\right)_T = p$;

Е) правильного ответа нет;

Ж) не знаю

15. Термодинамический потенциал Гиббса связан с теплоемкостью при постоянном давлении соотношением

А) $C_p = \left(\frac{\partial G}{\partial T}\right)_p$;

Б) $C_p = \left(\frac{\partial^2 G}{\partial T^2}\right)_p$;

В) $C_p = -\left(\frac{\partial G}{\partial T}\right)_p$;

Г) $C_p = -T\left(\frac{\partial^2 G}{\partial T^2}\right)_p$;

Д) $C_p = \frac{1}{T}\left(\frac{\partial^2 G}{\partial T^2}\right)_p$;

Е) правильного ответа нет;

Ж) не знаю

16. При температуре абсолютного нуля внутренняя энергия U и свободная энергия F связаны соотношением:

А) $U = F = 0$;

Б) $U = F \neq 0$;

В) $U = 0, F \neq 0$;

Г) $U \neq 0, F = 0$;

Д) правильного ответа нет;

Е) не знаю

17. Вода и лед при температуре 0°C представляют собой

А) двухфазную двухкомпонентную систему;

Б) двухфазную однокомпонентную систему;

В) однофазную двухкомпонентную систему;

Г) однофазную однокомпонентную систему;

Д) правильного ответа нет;

Е) не знаю

18. При фазовом переходе из ферромагнитного состояния в парамагнитное

А) удельный объем меняется скачком;

Б) выделяется теплота;

В) поглощается теплота;

- Г) теплоемкость меняется скачком;
 - Д) теплоемкость стремится к бесконечности;
 - Е) правильного ответа нет;
 - Ж) не знаю
19. Для равновесия гетерогенной системы достаточно
- А) только равенства давлений в фазах;
 - Б) только равенства температур фаз;
 - В) равенства давлений и температур;
 - Г) равенства давлений и температур фаз, а также равенство химических потенциалов компонентов в различных фазах;
 - Д) правильного ответа нет;
 - Е) не знаю
20. Каким числом степеней свободы обладает двухфазная двухкомпонентная система при равновесии фаз?
- А) 0;
 - Б) 1;
 - В) 2;
 - Г) 3;
 - Д) 4;
 - Е) правильного ответа нет;
 - Ж) не знаю

Тест 2 (КЛАССИЧЕСКАЯ ТАТИСТИКА); пример варианта Вариант 1

1. Для системы из N невзаимодействующих частиц фазовое пространство
- А) 3-мерное;
 - Б) 6-мерное;
 - В) N -мерное;
 - Г) $3N$ -мерное;
 - Д) $6N$ -мерное;
 - Е) правильного ответа нет;
 - Ж) не знаю
2. Микросостояние в фазовом пространстве изображается
- А) доступным фазовым объемом;
 - Б) элементарным фазовым объемом;
 - В) минимально возможным фазовым объемом;
 - Г) точкой;
 - Д) правильного ответа нет;
 - Е) не знаю
3. Фазовый объем Γ , занимаемый одной частицей, находящейся в физическом объеме V , как функция модуля импульса p этой частицы, равен
- А) $\frac{4}{3}\pi V p^2$;
 - Б) $\frac{4}{3}\pi V p^3$;
 - В) $4\pi V p^2$;
 - Г) $4\pi V p^3$;
 - Д) правильного ответа нет;
 - Е) не знаю
4. Статистическим ансамблем систем называется
- А) совокупность различных макросистем с одинаковыми микросостояниями;
 - Б) совокупность тождественных макросистем с одинаковыми микросостояниями;
 - В) совокупность тождественных макросистем, отличающихся своими микросостояниями;

- Г) совокупность различных макросистем, находящихся в различных микросостояниях;
 Д) правильного ответа нет;
 Е) не знаю
5. В замкнутой системе при равновесии
 А) Все ее микросостояния равновероятны;
 Б) вероятности различных микросостояний различны;
 В) существует наиболее вероятное микросостояние;
 Г) правильного ответа нет;
 Д) не знаю
6. Вероятность того, что энергия замкнутой системы лежит в интервале значений от E до $E + dE$, определяется выражением:
 А) $dW = A\delta(E - E_0)d\Gamma$;
 Б) $dW = A\delta(E - E_0)dE$;
 В) $dW = A \frac{\delta\Gamma}{\delta E} \delta(E - E_0)dE$;
 Г) $dW = A \frac{\delta\Gamma}{\delta E} \delta(E - E_0)d\Gamma$;
 Д) правильного ответа нет;
 Е) не знаю
7. Квазинезависимыми подсистемами являются такие части системы, для которых числа состояний dg_i связаны с числом состояний системы dg соотношением
 А) $dg = \sum_{i=1}^N dg_i$;
 Б) $dg = \prod_{i=1}^N dg_i$;
 В) все dg_i одинаковы и $dg = dg_i$;
 Г) все dg_i одинаковы и $dg = Ndg_i$;
 Д) правильного ответа нет;
 Е) не знаю
8. Средняя энергия системы в термостате
 А) совпадает с наиболее вероятной энергией;
 Б) есть полная энергия системы;
 В) равна сумме энергий системы и термостата;
 Г) равна энергии термостата;
 Д) правильного ответа нет;
 Е) не знаю
9. Вероятность обнаружить фазовую точки в объеме $d\Gamma$
 А) $dW(p, q) = Ae^{\frac{E(p, q)}{\theta}} d\Gamma$;
 Б) $dW(p, q) = A \frac{\partial\Gamma}{\partial E} e^{\frac{E(p, q)}{\theta}} d\Gamma$;
 В) $dW(p, q) = Ae^{\frac{E(p, q)}{\theta}} dE$;
 Г) $dW(p, q) = A \frac{\partial\Gamma}{\partial E} e^{\frac{E(p, q)}{\theta}} dE$;
 Д) правильного ответа нет;
 Е) не знаю
10. Статистическая энтропия замкнутой системы
 А) $\sigma = \ln \Gamma + const$;
 Б) $\sigma = -\ln \Gamma + const$;
 В) $\sigma = \ln \Gamma$;

- Г) $\sigma = -\ln \Gamma$;
- Д) правильного ответа нет;
- Е) не знаю

11. Статистическая температура ϑ замкнутой системы определяется соотношением

А) $\vartheta = \frac{\partial \sigma}{\partial E}$;

Б) $\vartheta = \frac{\partial \sigma}{\partial \overline{E}}$;

В) $\frac{1}{\vartheta} = \frac{\partial \sigma}{\partial E}$;

Г) $\frac{1}{\vartheta} = \frac{\partial \sigma}{\partial \overline{E}}$;

- Д) правильного ответа нет;
- Е) не знаю

12. Свободная энергия F связана с интегралом состояния Z соотношением:

А) $F = -\vartheta \ln Z$;

Б) $F = \vartheta \ln Z$;

В) $F = -\frac{1}{\vartheta} \ln Z$;

Г) $F = \frac{1}{\vartheta} \ln Z$;

Д) $F = -\ln Z$;

Е) $F = \ln Z$;

- Ж) правильного ответа нет;
- З) не знаю

13. Средняя скорость молекул одноатомного идеального газа

А) $\sqrt{\frac{3\vartheta}{m}}$;

Б) $\sqrt{\frac{2\vartheta}{m}}$;

В) $\sqrt{\frac{8\vartheta}{m}}$;

Г) $\sqrt{\frac{4\vartheta}{m}}$;

- Д) правильного ответа нет;
- Е) не знаю

14. Вероятность того, что одна из проекций скорости молекулы идеального газа положительна, равна

А) $1/8$;

Б) $1/6$;

В) $1/4$;

Г) $1/2$;

Д) 1 ;

- Е) правильного ответа нет;
- Ж) не знаю

15. На каждую степень свободы приходится средняя кинетическая энергия, равная

А) $kT/2$;

Б) kT ;

В) $3/2kT$;

Г) $5/2kT$;

- Д) правильного ответа нет;

- Е) не знаю
16. Средняя энергия классического одномерного гармонического осциллятора равна
- А) $\frac{1}{2} \vartheta$;
 - Б) $\frac{3}{2} \vartheta$;
 - В) ϑ ;
 - Г) $\frac{5}{2} \vartheta$;
 - Д) правильного ответа нет;
 - Е) не знаю
17. В системе невзаимодействующих частиц их распределение по координатам
- А) связано с распределением по скоростям;
 - Б) не связано с распределением по скоростям;
 - В) равномерно;
 - Г) правильного ответа нет;
 - Д) не знаю
18. При температуре абсолютного нуля сохраняются
- А) поступательные степени свободы;
 - Б) вращательные степени свободы;
 - В) колебательные степени свободы;
 - Г) нулевые колебания;
 - Д) правильного ответа нет;
 - Е) не знаю
19. Число вращательных степеней свободы двухатомной молекулы равно
- А) 1;
 - Б) 2;
 - В) 3;
 - Г) 4;
 - Д) 5;
 - Е) 6;
 - Ж) правильного ответа нет;
 - З) не знаю
20. Внутренняя энергия реального газа
- А) больше внутренней энергии идеального газа;
 - Б) равна внутренней энергии идеального газа;
 - В) меньше внутренней энергии идеального газа;
 - Г) правильного ответа нет;
 - Д) не знаю

Тест 3 (КВАНТОВАЯ СТАТИСТИКА); пример варианта

Вариант 1

1. Для идеального газа фермионов при температуре $T = 0$ К среднее число частиц, находящихся в k -том квантовом состоянии,
- А) $\bar{n}_k \gg 1$;
 - Б) $\bar{n}_k \geq 1$;
 - В) $\bar{n}_k = 1$;
 - Г) $\bar{n}_k \ll 1$;
 - Д) $\bar{n}_k \leq 1$;
 - Е) может быть любым;
 - Ж) правильного ответа нет;
 - З) не знаю

2. Если число частиц идеального газа больше числа возможных состояний, то такие частицы описываются

- А) классической статистикой Максвелла-Больцмана;
- Б) статистикой Ферми-Дирака;
- В) статистикой Бозе-Эйнштейна;
- Г) Правильного ответа нет;
- Д) не знаю.

3. Для газа, описываемого статистикой Максвелла-Больцмана,

- А) $\frac{\mu}{g} \rightarrow 0$;
- Б) $\frac{\mu}{g} \rightarrow -\infty$;
- В) $\frac{\mu}{g} \rightarrow \infty$;
- Г) $\frac{\mu}{g} = 0$;
- Д) $\frac{\mu}{g}$ может быть любым;
- Е) правильного ответа нет;
- Ж) не знаю

4. Вырождением называется

- А) всякое отклонение от распределения Максвелла-Больцмана, приводящее к распределениям Ферми-Дирака или Бозе-Эйнштейна;
- Б) отклонение от распределения Ферми-Дирака, приводящее к распределениям Максвелла-Больцмана или Бозе-Эйнштейна;
- В) понижение температуры идеального газа;
- Г) повышение температуры идеального газа;
- Д) Правильного ответа нет;
- Е) не знаю

5. Распределение Максвелла-Больцмана имеет вид:

- А) $\bar{n} = e^{\frac{\mu - \varepsilon}{g}}$;
- Б) $\bar{n} = e^{\frac{\varepsilon - \mu}{g}}$;
- В) $\bar{n} = \frac{1}{e^{\frac{\varepsilon - \mu}{g}} - 1}$;
- Г) $\bar{n} = \frac{1}{e^{\frac{\varepsilon - \mu}{g}} + 1}$;
- Д) $\bar{n} = \frac{1}{e^{\frac{\mu - \varepsilon}{g}} - 1}$;
- Е) $\bar{n} = \frac{1}{e^{\frac{\mu - \varepsilon}{g}} + 1}$;

- Ж) правильного ответа нет;
- З) не знаю

6. Среднее число частиц идеального газа фермионов в одном из состояний с энергией ε можно трактовать как

- А) вероятность обнаружить частицу с энергией ε ;
- Б) вероятность обнаружить одну частицу в любом состоянии с энергией ε ;
- В) вероятность того, что в рассматриваемом состоянии находится частица;

- Г) вероятность того, что в одном из состояний с энергией ϵ находится \bar{n} частиц;
 Д) правильного ответа нет;
 Е) не знаю
7. Газ фермионов при температуре абсолютного нуля
 А) невырожден;
 Б) слабо вырожден;
 В) сильно вырожден;
 Г) полностью вырожден;
 Д) правильного ответа нет;
 Е) не знаю
8. Средняя энергия электронного газа в металлах
 А) не отличается от энергии электронного газа при $T = 0$;
 Б) мало отличается от энергии электронного газа при $T = 0$;
 В) сильно отличается от энергии электронного газа при $T = 0$;
 Г) правильного ответа нет;
 Д) не знаю
9. Уравнение состояния идеальных Бозе- и Ферми-газов имеет вид:
 А) $pV = (2/3)U$;
 Б) $pV = (1/3)U$;
 В) $pV = (3/2)U$;
 Г) $pV = U$;
 Д) правильного ответа нет;
 Е) не знаю
10. При $T \rightarrow 0$ теплоемкость твердого тела
 А) не зависит от температуры;
 Б) пропорциональна T ;
 В) пропорциональна T^2 ;
 Г) пропорциональна T^3 ;
 Д) правильного ответа нет;
 Е) не знаю
11. Максимальная частота колебаний кристаллической решетки связана с температурой Дебая соотношением
 А) $\nu_{\max} = kT$;
 Б) $\nu_{\max} = \frac{kT}{h}$;
 В) $\nu_{\max} = \frac{h}{kT}$;
 Г) $\nu_{\max} = h k T$;
 Д) правильного ответа нет;
 Е) не знаю
12. Фонон является квазичастицей, т.к.
 А) его масса покоя не равна нулю;
 Б) выражения для энергии и импульса фонона совпадают с таковыми для фотона;
 В) фонон может существовать лишь в твердом теле;
 Г) правильного ответа нет;
 Д) не знаю
13. Длина волны, соответствующая максимуму спектральной плотности энергии равновесного излучения, связана с температурой излучения соотношением
 А) $\lambda_m T = \text{const}$;
 Б) $\lambda_m / T = \text{const}$;

- В) $\lambda_m/T = T \cdot const$;
 Г) правильного ответа нет;
 Д) не знаю

14. Для равновесного излучения газ фотонов

- А) не вырожден;
 Б) слабо вырожден;
 В) сильно вырожден;
 Г) полностью вырожден;
 Д) правильного ответа нет;
 Е) не знаю

15. При температуре $T < T_0$ (T_0 - температура Бозе-конденсации)

- А) $\mu < 0$;
 Б) $\mu > 0$;
 В) $\mu = 0$;
 Г) правильного ответа нет;
 Д) не знаю

Индивидуальные задания

Номера заданий берутся из пособия «Горбенко Е.Е., Кара-Мурза С.В. Термодинамика и статистическая физика. Методическое пособие для самостоятельной работы студентов. – Луганск: Альма Матер, 2007. – 97с.

ВАРИАНТ									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ТЕРМОДИНАМИКА									
2.1.2 Первый закон термодинамики									
3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
37	36	35	34	33	32	31	30	29	28
2.2.2. Термодинамические циклы									
44	43	42	41	40	39	45	46	47	48
2.3.2. Энтропия									
60	61	62	63	65	66	67	70	71	73
2.4.2. Характеристические функции									
75	78	79	80	81	82	83	84	85	86
СТАТИСТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА									
1.2.1.2. Основные понятия статистической физики. Каноническое распределение Гиббса									
1.1	1.3	1.5	1.11	1.12	1.13	1.15	1.16	1.21	1.23
1.2.2.2. Распределение Максвелла									
1.58	1.57	1.56	1.55	1.54	1.53	1.42	1.43	1.45	1.46
1.2.3.2. Распределение Больцмана									
1.61	1.63	1.64	1.65	1.66	1.67	1.68	1.69	1.71	1.73
1.2.4.2. Квантовое распределение Гиббса									
1,75	1.76	1.77	1.78	1.79	1.80	1.81	1.83	1.85	1.86

2.2.2.1. Квантовая статистика системы тождественных микрочастиц. Распределение Ферми-Дирака									
2.7	2.14	2.13	2.12	2.11	2.9	2.8	2.6	2.4	2.5
2.2.2.2. Квантовая статистика системы тождественных микрочастиц. Распределение Бозе-Эйнштейна									
2.15	2.16	2.17	2.18	2.19	2.20	2.21	2.22	2.23	2.24

2.2. Оценочные средства для промежуточной аттестации

Вопросы к экзамену

1. Основные понятия термодинамики – внешние и внутренние параметры, обобщенные координаты и обобщенные силы
2. Внутренняя энергия как внутренний параметр. Работа в термодинамике
3. Теплообмен, количество теплоты, температура в термодинамике
4. Первый закон термодинамики. Применение первого закона термодинамики к изопроцессам в идеальном и реальном газах
5. Обратимые и необратимые процессы. Второй закон термодинамики. Математическая формулировка второго закона термодинамики
6. Основное термодинамическое тождество и неравенство. Закон возрастания энтропии
7. Характеристические функции. Внутренняя энергия и энтропия как характеристические функции. Энтальпия, свободная энергия и термодинамический потенциал Гиббса: их свойства
8. Дифференциальные уравнения термодинамики. Уравнение Гиббса-Гельмгольца
9. Системы с переменным числом частиц. Химический и большой термодинамический потенциалы
10. Гетерогенные системы. Фазы и компоненты. Условия равновесия многофазных многокомпонентных систем
11. Правило фаз Гиббса. Равновесие фаз в однокомпонентной системе. Агрегатные состояния вещества
12. Фазовые переходы и их классификация
13. Фазовые переходы первого рода
14. Фазовые переходы второго рода
15. Микро- и макросостояния. Метод Гиббса. Статистический ансамбль и его описание в фазовом пространстве. Фазовая функция распределения и ее связь с интегралами движения
16. Система в термостате. Квазизамкнутые (квазинезависимые) подсистемы.
17. Каноническое распределение Гиббса для классических и квантовых систем
18. Энтропия и температура в статистической физике. Свойства энтропии. Закон возрастания энтропии
19. Связь параметров канонического распределения с термодинамическими величинами
20. Интеграл состояний и свойства одноатомного идеального газа
21. Распределение Максвелла и распределение Больцмана. Барометрическая формула
22. Классическая теория теплоемкости идеального газа и ее недостатки. Основные положения квантовой теории теплоемкости
23. Вклад в теплоемкость двухатомного идеального газа поступательных, вращательных и колебательных степеней свободы
24. Идеальные классический Ферми- и Бозе-газы. Числа заполнения.
25. Распределения Максвелла-Больцмана, Ферми-Дирака и Бозе-Эйнштейна.
26. Сопоставление статистик Максвелла-Больцмана, Ферми-Дирака и Бозе-Эйнштейна. Критерий вырождения

27. Термодинамические свойства идеальных одноатомных Бозе- и Ферми- газов
28. Полностью вырожденный электронный газ. Уровень Ферми
29. Электронный газ в металле как вырожденный Ферми-газ. Энергия и теплоемкость электронного газа в металле
30. Равновесное излучение и его законы. Классическая теория равновесного излучения. Ультрафиолетовая катастрофа.
31. Применение статистики Бозе-Эйнштейна к равновесному излучению
32. Фононы. Применение статистики Бозе-Эйнштейна к колебаниям кристаллической решетки.
33. Распределение Гаусса для флуктуаций.
34. Флуктуации термодинамических величин
35. Явления переноса – теплопроводность, диффузия, вязкость