

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

Институт физико-математического образования, информационных и
обслуживающих технологий

Кафедра физики и методики преподавания физики

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИФМОИОТ

Е.Е. Горбенко

«13» декабря 2023 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, доц.,
Горбенко Е.Е.

заведующий кафедры физики
и методики преподавания физики

 Сильчева А.Г.

«30» ноября 2023 г.

Луганск, 2023

1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

1.1. Область применения

Фонд оценочных средств (ФОС) – неотъемлемая часть рабочей программы дисциплины Б1.В.03.08 «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 №2. 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»)**

2024/2025 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. Математика
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) $\partial Q = dU + p dV$;
 - Б $\partial Q = dU$;
 - В) $\partial Q = p dV$;
 - 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) $\vartheta = \frac{\partial \sigma}{\partial \bar{E}}$;
- В) $\frac{1}{\vartheta} = \frac{\partial \sigma}{\partial E}$;
- Г) $\frac{1}{\vartheta} = \frac{\partial \sigma}{\partial \bar{E}}$;
- 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

| | | | | | | | | | |
|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 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