

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Волкова Валентина Ивановна  
Должность: декан Физико-технического факультета  
Дата подписания: 17.06.2024  
Уникальный программный ключ:  
c973b0192bb96e0e4a132bd03e033754508b4cc0

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**УТВЕРЖДАЮ**

Декан физико-технического факультета  
канд. физ.-мат. наук, доц. Волкова В.И.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Физика конденсированного состояния. Термодинамика. Статистическая физика.  
Физическая кинетика

|                          |                        |
|--------------------------|------------------------|
| Направление подготовки   | 03.03.02 Физика        |
| Направленность (профиль) | Физика Земли и космоса |
| Год начала обучения      | 2026                   |
| Форма обучения           | очная                  |
| Реализуется в семестре   | 7,8                    |

## Введение

1. Назначение для организации текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации при оценивании уровня приобретенных компетенций у будущих бакалавров по дисциплине «Физика конденсированного состояния. Термодинамика. Статистическая физика. Физическая кинетика»
2. ФОС является приложением к программе дисциплины (модуля) «Физика конденсированного состояния. Термодинамика. Статистическая физика. Физическая кинетика»
3. Разработчик: д-р физ.-мат. наук, проф. Закинян Р.Г., профессор кафедры теоретической и математической физики Проведена экспертиза ФОС.

Члены экспертной группы:

Председатель:

канд. физ.-мат. наук, доц. Волкова В.И., декан ФТФ, доцент кафедры теоретической и математической физики

Члены комиссии:

д-р физ.-мат. наук, доц. Закинян А.Р., зав. каф. теоретической и математической физики

канд. физ.-мат. наук, доц. Смерек Ю.Л., доцент кафедры теоретической и математической физики

Представитель организации-работодателя: ведущий метеоролог Ставропольского ЦГМС Бадахова Г.Х.

Экспертное заключение: фонд оценочных средств соответствует ОП ВО по направлению подготовки 03.03.02 Физика, направленность (профиль) «Физика Земли и космоса» и рекомендуется для оценивания уровня сформированности компетенций по дисциплине «Физика конденсированного состояния. Термодинамика. Статистическая физика. Физическая кинетика»

5. Срок действия ФОС определяется сроком реализации образовательной программы.

# 1. Описание критериев оценивания компетенции на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

| Компетенция (ии),<br>индикатор (ы)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Уровни сформированности компетенци(ий),                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Минимальный<br>уровень не<br>достигнут<br>(Неудовлетворитель<br>но)<br>2 балла                                                                                                                                                                                     | Минимальный<br>уровень<br>(удовлетворитель<br>но)<br>3 балла                                                                                                                                                                                                                                                 | Средний<br>уровень<br>(хорошо)<br>4 балла                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Высокий<br>уровень<br>(отлично)<br>5 баллов                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Компетенция: УК-1</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <p>Результаты обучения по дисциплине (модулю):<br/>Готовность выделить проблемную ситуацию, осуществлять ее анализ и диагностику на основе системного подхода<br/>Готовность определять и оценивать риски возможных вариантов решений проблемной ситуации для оптимального варианта её решения.</p> <p><i>Индикатор:</i><br/><b>ИД-1<sub>УК-1</sub></b> выделяет проблемную ситуацию, осуществляет ее анализ и диагностику на основе системного подхода;<br/><b>ИД-3<sub>УК-1</sub></b> определяет и оценивает риски возможных вариантов решений проблемной ситуации, выбирает оптимальный вариант её решения.</p> | <p>отсутствие знаний в рамках формируемого элемента компетенции.<br/>наличие знаний об умениях, формируемых в результате освоения дисциплины в рамках элемента компетенции.<br/>наличие знаний об основных методах, формируемых в рамках элемента компетенции.</p> | <p>наличие фрагментарных знаний в рамках формируемого элемента компетенции.<br/>умение использовать на практике отдельные теоретические подходы и принципы, освоенные в рамках формируемого элемента компетенции<br/>владение основными методами, освоенными в рамках формируемого элемента компетенции.</p> | <p>наличие знаний об основных теоретико-методологических положениях в рамках формируемого элемента компетенции.<br/>умение использовать на практике все теоретические подходы и принципы, освоенные в рамках формируемого элемента компетенции.<br/>владение всеми методами, освоенными в рамках формируемого элемента компетенции.</p> | <p>наличие полного объема знаний в рамках формируемого элемента компетенции.<br/>умение использовать на практике все теоретически е подходы и принципы, освоенные в рамках формируемого элемента компетенции, а также умение владение всеми методами, освоенными в рамках формируемого элемента компетенции, а также технологией их комбинирова</p> |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | ния.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>Компетенция: ОПК-1</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <p>Результаты обучения по дисциплине (модулю):<br/>         Применение физических законов, процессов, явлений, свойств физических объектов при различных условиях для решения профессиональных задач<br/>         Применение математического аппарата для описания явлений и процессов в своей профессиональной деятельности<br/>         Применение знаний в области физико-математических и естественных наук для решения задач в профессиональной деятельности<br/> <i>Индикатор:</i><br/>         ИД-1<sub>ОПК-1</sub> использует знания физических законов, процессов, явлений, а также поведение физических объектов при различных внешних условиях, при решении задач в</p> | <p>отсутствие знаний в рамках формируемого элемента компетенции.<br/>         наличие знаний об умениях, формируемых в результате освоения дисциплины в рамках элемента компетенции.<br/>         наличие знаний об основных методах, формируемых в рамках элемента компетенции.</p> | <p>наличие фрагментарных знаний в рамках формируемого элемента компетенции.<br/>         умение использовать на практике отдельные теоретические подходы и принципы, освоенные в рамках формируемого элемента компетенции<br/>         владение основными методами, освоенными в рамках формируемого элемента компетенции.</p> | <p>наличие знаний об основных теоретико-методологических положениях в рамках формируемого элемента компетенции.<br/>         умение использовать на практике все теоретические подходы и принципы, освоенные в рамках формируемого элемента компетенции.<br/>         владение всеми методами, освоенными в рамках формируемого элемента компетенции.</p> | <p>наличие полного объема знаний в рамках формируемого элемента компетенции.<br/>         умение использовать на практике все теоретические подходы и принципы, освоенные в рамках формируемого элемента компетенции, а также умение владение всеми методами, освоенными в рамках формируемого элемента компетенции, а также технологией их комбинирования.</p> |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>своей профессиональной деятельности.</p> <p>ИД-2<sub>ОПК-1</sub></p> <p>использует математический аппарат и методы математического и численного моделирования для описания, анализа, теоретического и экспериментального исследования физических систем, явлений и процессов в своей профессиональной деятельности.</p> <p>ИД-3<sub>ОПК-1</sub></p> <p>способен сформулировать и решить задачу в своей профессиональной деятельности, опираясь на свои знания в области физико-математических и естественных наук.</p> |                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                           |
| <b>Компетенция: ОПК-2</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                           |
| <p>Результаты обучения по дисциплине (модулю):</p> <p>Применение знаний математического и численного моделирования, так же теоретического анализа для проведения научных исследований</p> <p>Применение методов обработки результатов экспериментальных измерений с учетом нормативных документов для обработки</p>                                                                                                                                                                                                       | <p>отсутствие знаний в рамках формируемого элемента компетенции.</p> <p>наличие знаний об умениях, формируемых в результате освоения дисциплины в рамках элемента компетенции.</p> <p>наличие знаний об основных методах, формируемых в рамках элемента компетенции.</p> | <p>наличие фрагментарных знаний в рамках формируемого элемента компетенции.</p> <p>умение использовать на практике отдельные теоретические подходы и принципы, освоенные в рамках формируемого элемента компетенции.</p> | <p>наличие знаний об основных теоретико-методологических положениях в рамках формируемого элемента компетенции.</p> <p>умение использовать на практике все теоретические подходы и принципы,</p> | <p>наличие полного объема знаний в рамках формируемого элемента компетенции.</p> <p>умение использовать на практике все теоретические подходы и принципы, освоенные в</p> |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  |                                                                                            |                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>полученной информации<br/>Способен провести анализ полученных данных и сопоставить их с известными аналогами для составления отчета по учебно-исследовательской деятельности<br/>Способен грамотно предоставить результаты теоретического и экспериментального исследования при отчете<br/><i>Индикатор:</i><br/>ИД-1ОПК-2<br/>проводит научные исследования физических объектов и процессов с помощью экспериментальных методов исследования, а также с использованием теоретического анализа и математического и численного моделирования.</p> <p>ИД-2ОПК-2<br/>проводит обработку полученных экспериментальных данных с использованием методов теории обработки результатов экспериментальных измерений, а также согласно требований нормативных документов.</p> |  | <p>владение основными методами, освоенными в рамках формируемого элемента компетенции.</p> | <p>освоенные в рамках формируемого элемента компетенции. владение всеми методами, освоенными в рамках формируемого элемента компетенции.</p> | <p>рамках формируемого элемента компетенции, а также умение формулировать практические рекомендации<br/>· владение всеми методами, освоенными в рамках формируемого элемента компетенции, а также технологией их комбинирования.</p> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>ИД-3ОПК-2</p> <p>проводит анализ полученных результатов, а также составляет отчет по учебно-исследовательской деятельности, с учетом требований представления результатов исследований, сопоставляя их с известными аналогами;</p> <p>ИД-4ОПК-2</p> <p>грамотно представляет результаты теоретического и экспериментального исследования в отчетных материалах.</p> |                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>Компетенция: ПК-1</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                           |
| <p>Результаты обучения по дисциплине (модулю): Владеет инструментами обработки информации для проведения анализа необходимых материалов по тематике исследования.</p> <p><i>Индикатор:</i></p> <p>ИД-1ПК-1 способен оценить актуальность решаемой задачи на основе анализа научной литературы и информационных материалов по тематике</p>                              | <p>отсутствие знаний в рамках формируемого элемента компетенции ,наличие знаний об умениях, формируемых в результате освоения дисциплины в рамках элемента компетенции, наличие знаний об основных методах, формируемых в рамках элемента компетенции</p> | <p>наличие фрагментарных знаний в рамках формируемого элемента компетенции., умение использовать на практике отдельные теоретические подходы и принципы, освоенные в рамках формируемого элемента компетенции, владение основными методами, освоенными в рамках формируемого элемента</p> | <p>наличие знаний об основных теоретико-методологических положениях в рамках формируемого о элемента компетенции., умение использовать на практике все теоретические подходы и принципы, освоенные в рамках формируемого о элемента компетенции., владение всеми</p> | <p>наличие полного объема знаний в рамках формируемого о элемента компетенции., умение использовать на практике все теоретические подходы и принципы, освоенные в рамках формируемого о элемента компетенции, а также</p> |

|               |  |             |                                                                  |                                                                                                                                                                        |
|---------------|--|-------------|------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| исследования. |  | компетенции | методами, освоенными в рамках формируемого элемента компетенции. | умение формулировать практические рекомендации . владение всеми методами, освоенными в рамках формируемого элемента компетенции, а также технологией их комбинирования |
|---------------|--|-------------|------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Оценивание уровня сформированности компетенции по дисциплине осуществляется на основе «Положения о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры - в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Северо-Кавказский федеральный университет» в актуальной редакции.

## ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕРКИ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

| Номер задания | Правильный ответ | Содержание вопроса                                                                                                                                                                                                                                      | Компетенция |
|---------------|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
|               |                  | <b>Семестр 7,8</b>                                                                                                                                                                                                                                      |             |
| 1.            | с                | <p>Вычислить энтропию одного моля идеального газа</p> <p>a) <math>1. S = C_p \ln T + R \ln V + const</math></p> <p>b) <math>2. S = R \ln T + C_v \ln V + const</math></p> <p>c) <math>3. S = C_v \ln T + R \ln V + const</math></p>                     | УК-1        |
| 2.            | а                | <p>Процесс Джоуля-Томсона протекает при</p> <p>a) Постоянной энтальпии</p> <p>b) Постоянном давлении</p> <p>c) Постоянной температуре</p> <p>d) Постоянной энтропии</p>                                                                                 | УК-1        |
| 3.            | d                | <p>Каноническими переменными для термодинамического потенциала Гиббса <math>\Phi = U - TS + PV</math> являются</p> <p>a) Давление и энтропия</p> <p>b) Температура и объём</p> <p>c) Энтропия и давление</p> <p>d) Температура и давление</p>           | УК-1        |
| 4.            | с                | <p>Второе начало термодинамики для системы с переменным числом частиц</p> <p>a) <math>TdS = dU + PdV + \sum_i \mu_i dN_i</math></p> <p>b) <math>dU = TdS + PdV + \sum_i \mu_i dN_i</math></p> <p>c) <math>TdS = dU + PdV - \sum_i \mu_i dN_i</math></p> | УК-1        |
| 5.            | с                | <p>Уравнение Гиббса-Гельмгольца</p> <p>a) <math>U = F - T\left(\frac{\partial F}{\partial T}\right)_P</math></p> <p>b) <math>F = U - T\left(\frac{\partial F}{\partial T}\right)_V</math></p>                                                           | УК-1        |

|    |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |      |
|----|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
|    |   | c) $U = F - T\left(\frac{\partial F}{\partial T}\right)_v$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |      |
| 6. | b | <p>Выделить интенсивный термодинамический параметр</p> <p>a) Объём<br/>b) Химический потенциал<br/>c) Энтропия<br/>d) Свободная энергия</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | УК-1 |
| 7. | b | <p>Изменение свободной энергии системы F в изохорных процессах определяется соотношением:</p> <p>a) <math>dF = -PdV</math><br/>b) <math>dF = -TdS</math><br/>c) <math>dF = PdV</math></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | УК-1 |
| 8. | c | <p>На рисунке представлен график функции распределения молекул идеального газа по скоростям (распределение Максвелла), где <math>f(v) = \frac{dN}{Nd v}</math> – доля молекул, скорости которых заключены в интервале скоростей от v до v+dv в расчете на единицу этого интервала. Для этой функции верным утверждением является...</p> <div data-bbox="1182 842 1608 1209" data-label="Figure"> </div> <p>a) с ростом температуры величина максимума растёт<br/>b) с ростом температуры площадь под кривой растёт<br/>c) с ростом температуры максимум кривой смещается вправо<br/>d) с ростом температуры максимум кривой смещается влево</p> | УК-1 |

|     |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |      |
|-----|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
|     |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |      |
| 9.  | c | <p>Свободная энергия <math>F</math> связана со статистическим интегралом системы <math>Z</math> соотношением (ниже <math>\theta \equiv kT</math>)</p> <p>a) <math>F = \theta^2 \frac{\partial}{\partial \theta} \ln Z</math></p> <p>b) <math>F = -\theta (\ln Z)^2</math></p> <p>c) <math>F = -\theta \ln Z</math></p>   | УК-1 |
| 10. | d | <p>Среднеквадратичное смещение <math>\overline{(\Delta x)^2}</math> броуновской частицы за время <math>t</math></p> <p>a) пропорционально <math>t^2</math></p> <p>b) логарифмически растёт с ростом <math>t</math></p> <p>c) логарифмически убывает с ростом <math>t</math></p> <p>d) пропорционально <math>t</math></p> | УК-1 |
| 11. | c | <p>Распределение Ферми-Дирака имеет вид</p> <p>a) <math>n(E_i) = \frac{1}{\exp(\frac{E_i - \mu}{\theta}) - 1}</math></p> <p>b) <math>n(E_i) = \frac{1}{\exp(-\frac{E_i}{\theta}) + 1}</math></p> <p>c) <math>n(E_i) = \frac{1}{\exp(\frac{E_i - \mu}{\theta}) + 1}</math></p>                                            | УК-1 |
| 12. | a | <p>Фазовая скорость волны равна:</p> <p>a) <math>2 \cdot 10^8</math> м/с</p> <p>b) <math>4 \cdot 10^8</math> м/с</p> <p>c) <math>2 \cdot 10^{16}</math> м/с</p>                                                                                                                                                          | УК-1 |
| 13. | a | <p>Период колебаний LC контура изменится, если емкость конденсатора увеличить в 5 раз и индуктивность также увеличить в пять раз:</p> <p>a) увеличится в 5 раз</p> <p>b) уменьшится в 5 раз</p>                                                                                                                          | УК-1 |

|     |             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |       |
|-----|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
|     |             | с) увеличится в 25 раз<br>d) не изменится                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |       |
| 14. | a           | Емкость контура 10мкФ, индуктивность 1 мГн, амплитуда напряжения 100 В, при этом амплитуда тока:<br>а) 10 А<br>b) 1 А<br>с) 2 А<br>d) 0,5 А                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | УК-1  |
| 15. | d           | Активное сопротивление R с увеличением частоты $\omega$<br>а) увеличивается<br>b) уменьшается<br>с) не изменяется<br>d) не зависит                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | УК-1  |
| 16. | броуновское | _____ движение – это хаотическое движение мельчайших частиц в жидкости или газе                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | УК-1  |
| 17. | идеальный   | Впишите пропущенное слово в нужном падеже.<br>_____ газ - математическая модель газа, в которой предполагается, что потенциальной энергией взаимодействия молекул можно пренебречь по сравнению с их кинетической энергией. Между молекулами не действуют силы притяжения или отталкивания, соударения частиц между собой и со стенками сосуда абсолютно упруги, а время взаимодействия между молекулами пренебрежимо мало по сравнению со средним временем между столкновениями. | УК-1  |
| 18. | вязкость    | Впишите пропущенное слово в нужном падеже.<br>_____ газов - это появление сил трения между слоями газа, движущимися друг относительно друга параллельно и с разными по величине скоростями.                                                                                                                                                                                                                                                                                       | УК-1  |
| 19. |             | Назовите магнитные свойства электронного газа                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | УК-1  |
| 20. |             | Дайте определение понятия флуктуации                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | УК-1  |
| 21. | b           | КОЭФФИЦИЕНТ МОЩНОСТИ –ЭТО<br>а) сдвиг фаз между током и напряжением<br>b) отношение полезной мощности к полной<br>с) отношение полной мощности к полезной<br>d) отношение активного сопротивления к полному                                                                                                                                                                                                                                                                       | ОПК-1 |
| 22. | d           | Закон Стефана-Больцмана                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | ОПК-1 |

|     |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |       |
|-----|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
|     |   | a) $W = const$<br>b) $W = \sigma T^2$<br>$W = \frac{3}{2} kT$<br>c) $W = \sigma T^4$<br>d)                                                                                                                                                                                                                                              |       |
| 23. | a | В условиях статистического равновесия<br>a) Частицы распределены равномерно на поверхности с постоянной энергией.<br>b) Частицы распределены неравномерно на поверхности с постоянной энергией.<br>c) Частица распределены равномерно в конфигурационном пространстве.<br>d) Частицы распределены равномерно в импульсном пространстве. | ОПК-1 |
| 24. | c | Частица, имеющая наименьший отрицательный заряд, называется:<br>a) Нейтрон<br>b) Протон<br>c) Электрон<br>d) Позитрон                                                                                                                                                                                                                   | ОПК-1 |
| 25. | a | Химический потенциал газа фотонов<br>a) Равен нулю<br>b) Всегда положителен<br>c) Всегда отрицателен<br>d) Может быть как положителен, так и отрицателен                                                                                                                                                                                | ОПК-1 |
| 26. | a | Уравнение Гиббса-Дюгема (2)<br>$SdT - VdP + \sum_i N_i d\mu_i = 0$<br>a) $SdT - PdV + \sum_i N_i d\mu_i = 0$<br>b) $SdT - VdP + \sum_i \mu_i dN_i = 0$<br>c)                                                                                                                                                                            | ОПК-1 |

|     |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |       |
|-----|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
|     |   | $TdS - VdP + \sum_i N_i d\mu_i = 0$ d) $TdS + PdV + \sum_i N_i d\mu_i = 0$ e)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |       |
| 27. | b | Принцип Ле-Шателье<br>а) Внешнее воздействие, выводящее тело из равновесия, стимулирует в нём процессы, стремящиеся усилить результаты этого воздействия.<br>б) Внешнее воздействие, выводящее тело из равновесия, стимулирует в нём процессы, стремящиеся ослабить результаты этого воздействия.<br>в) В адиабатически изолированных системах внешнее воздействие вызывает процессы, стремящиеся вернуть систему в прежнее состояние.<br>г) Внешнее воздействие, выводящее тело из равновесия, подавляет в нём процессы, стремящиеся ослабить результаты этого воздействия. | ОПК-1 |
| 28. | d | Свободная энергия есть<br>а) Величина, определяющая избыток внутренней энергии в адиабатических процессах.<br>б) Функция состояния, определяющая направление термодинамических процессов.<br>в) Величина, совпадающая с внутренней энергией в изотермических процессах.<br>г) Величина, определяющая работу в изотермических процессах.                                                                                                                                                                                                                                      | ОПК-1 |
| 29. | a | Каноническими переменными для внутренней энергии системы с постоянным числом частиц являются<br>а) Энтропия и объём<br>б) Энтропия и давление<br>в) Давление и энтропия<br>г) Температура и давление<br>д) Энтропия и давление                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | ОПК-1 |
| 30. | b | Каноническими переменными для свободной энергии системы с постоянным числом частиц являются                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | ОПК-1 |

|     |   |                                                                                                                                                                                                                                        |       |
|-----|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
|     |   | а) Энтропия и объём<br>б) Температура и объём<br>в) Давление и энтропия<br>г) Температура и давление<br>д) Энтропия и давление                                                                                                         |       |
| 31. | d | Каноническими переменными для энтальпии системы с постоянным числом частиц являются<br>а) Температура и объём<br>б) Энтропия и объём<br>в) Давление и энтропия<br>г) Энтропия и давление<br>д) Температура и давление                  | ОПК-1 |
| 32. | e | Каноническими переменными для термодинамического потенциала Гиббса $\Phi = U - TS + PV$ являются (1)<br>а) Давление и энтропия<br>б) Давление и объём<br>в) Температура и объём<br>г) Энтропия и давление<br>д) Температура и давление | ОПК-1 |
| 33. | a | Процесс Джоуля-Томсона протекает при (2)<br>а) Постоянной энтальпии<br>б) Постоянном давлении<br>в) Постоянной внутренней энергии<br>г) Постоянной температуре<br>д) Постоянной энтропии                                               | ОПК-1 |
| 34. | b | Расширение идеального газа в пустоту сопровождается (2)<br>а) Сохранением энтропии<br>б) Сохранением внутренней энергии<br>в) Уменьшением температуры                                                                                  | ОПК-1 |

|     |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |       |
|-----|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
|     |           | d) Сохранением свободной энергии<br>e) Сохранением энтальпии                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |       |
| 35. | a         | <p>Пусть <math>\delta W</math> и <math>\delta W_H</math> - работа, совершаемая в равновесном и неравновесном процессах, соответственно, а <math>\delta Q</math> и <math>\delta Q_H</math> - соответствующие количества тепла. Тогда имеют место неравенства</p> <p>a) <math>\delta Q &gt; \delta Q_H</math> и <math>\delta W &gt; \delta W_H</math><br/>           b) <math>\delta Q &lt; \delta Q_H</math> и <math>\delta W &gt; \delta W_H</math><br/>           c) <math>\delta Q &lt; \delta Q_H</math> и <math>\delta W &lt; \delta W_H</math><br/>           d) <math>\delta Q &gt; \delta Q_H</math> и <math>\delta W &lt; \delta W_H</math></p> | ОПК-1 |
| 36. |           | Дайте определение теплоемкости                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | ОПК-1 |
| 37. | Свободы   | <p>Впишите пропущенное слово в нужном падеже.<br/>           Числом степеней _____ называют число независимых переменных (координат) полностью определяющих положение системы в пространстве;</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | ОПК-1 |
| 38. | Протон    | <p>Впишите пропущенное слово в нужном падеже.<br/>           Частица, являющаяся носителем элементарного положительного заряда, называется _____</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | ОПК-1 |
| 39. | Масса     | <p>Впишите пропущенное слово в нужном падеже.<br/>           При диффузии переносится _____</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | ОПК-1 |
| 40. | Больцмана | <p>Впишите пропущенное слово в нужном падеже.<br/>           Основным уравнением физической кинетики является уравнение _____</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | ОПК-1 |
| 41. | c         | <p>Второе начало термодинамики для системы с переменным числом частиц</p> <p>a) <math>TdS = dU + PdV + \sum_i \mu_i dN_i</math><br/>           b) <math>dU = TdS + PdV + \sum_i \mu_i dN_i</math></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | ОПК-2 |

|     |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |       |
|-----|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
|     |   | $TdS = dU + PdV - \sum_i \mu_i dN_i$ c) $TdS = dU - PdV + \sum_i \mu_i dN_i$ d) $TdS = dU + PdV - \sum_i N_i d\mu_i$ e)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |       |
| 42. | e | <p>Уравнение Гиббса-Гельмгольца</p> a) $U = F - T \left( \frac{\partial F}{\partial T} \right)_P$ b) $F = U - T \left( \frac{\partial F}{\partial T} \right)_V$ c) $U = F - T \left( \frac{\partial U}{\partial T} \right)_V$ d) $F = U - T \left( \frac{\partial U}{\partial T} \right)_V$ e) $U = F - T \left( \frac{\partial F}{\partial T} \right)_V$                                                                                           | ОПК-2 |
| 43. | a | <p>Из <math>TdS = dU + PdV</math> следует, что зависимость энтропии от объёма в изотермических процессах определяется выражением</p> a) $\left( \frac{\partial S}{\partial V} \right)_T = \left( \frac{\partial P}{\partial T} \right)_V$ b) $\left( \frac{\partial S}{\partial V} \right)_T = \left( \frac{\partial V}{\partial T} \right)_P$ c) $\left( \frac{\partial S}{\partial V} \right)_P = \left( \frac{\partial P}{\partial T} \right)_V$ | ОПК-2 |

|     |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |       |
|-----|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
|     |   | d) $\left(\frac{\partial S}{\partial V}\right)_T = -\left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V$<br>e) $\left(\frac{\partial S}{\partial V}\right)_T = -\frac{P}{T}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |       |
| 44. | c | Из $TdS = dU + PdV$ следует, что зависимость энтропии от давления в изотермических процессах определяется выражением (3)<br>a) $\left(\frac{\partial S}{\partial V}\right)_T = \left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V$<br>b) $\left(\frac{\partial S}{\partial P}\right)_H = -\frac{V}{T}$ , где $H$ - энтальпия<br>c) $\left(\frac{\partial S}{\partial P}\right)_T = -\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P$<br>d) $\left(\frac{\partial S}{\partial V}\right)_T = -\left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V$<br>e) $T\left(\frac{\partial S}{\partial P}\right)_T = -\frac{V}{P}\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T$ | ОПК-2 |
| 45. | b | Второе начало термодинамики позволяет выразить зависимость внутренней энергии от объёма в изотермическом процессе через уравнение состояния в виде<br>a) $\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T = T\left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V + P$<br>b) $\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T = T\left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V - P$<br>c) $\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T = -T\left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V + P$                                                                                                                                                                    | ОПК-2 |

|     |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |       |
|-----|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
|     |   | d) $\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T = T\left(\frac{\partial S}{\partial V}\right)_T - P$<br>e) $\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T = T\left(\frac{\partial S}{\partial V}\right)_T + P$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |       |
| 46. | d | Второе начало термодинамики позволяет выразить зависимость энтальпии в изотермических процессах от давления через уравнение состояния в виде<br><br>a) $\left(\frac{\partial H}{\partial P}\right)_T = T\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P - V$<br>b) $\left(\frac{\partial H}{\partial P}\right)_T = T\left(\frac{\partial S}{\partial P}\right)_V - V$<br>c) $\left(\frac{\partial H}{\partial P}\right)_V = T\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_V + V$<br>d) $\left(\frac{\partial H}{\partial P}\right)_T = -T\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P + V$<br>e) $\left(\frac{\partial H}{\partial P}\right)_T = -T\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P - V$ | ОПК-2 |
| 47. | a | Выбрать правильное соотношение<br>a) $\left(\frac{\partial H}{\partial T}\right)_V = V\left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V + C_V$<br>b) $\left(\frac{\partial H}{\partial T}\right)_V = -P\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P + C_P$<br>c) $\left(\frac{\partial H}{\partial T}\right)_V = V\left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V - C_V$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | ОПК-2 |

|     |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |       |
|-----|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
|     |   | d) $\left(\frac{\partial H}{\partial T}\right)_V = P\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P + C_P$<br>e) $\left(\frac{\partial H}{\partial T}\right)_V = -V\left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V + C_V$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |       |
| 48. | e | Выбрать правильное соотношение (3)<br><br>a) $\left(\frac{\partial U}{\partial T}\right)_P = V\left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V + C_V$<br>b) $\left(\frac{\partial U}{\partial T}\right)_P = P\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P + C_P$<br>c) $\left(\frac{\partial U}{\partial T}\right)_P = -V\left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V + C_P$<br>d) $\left(\frac{\partial U}{\partial T}\right)_P = V\left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V + C_P$<br>e) $\left(\frac{\partial U}{\partial T}\right)_P = -P\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P + C_P$ | ОПК-2 |
| 49. | d | Выразить зависимость энтальпии от объёма в изотермических процессах через уравнение состояния<br><br>a) $\left(\frac{\partial H}{\partial V}\right)_T = -T\left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V + V\left(\frac{\partial P}{\partial V}\right)_T$<br>b) $\left(\frac{\partial H}{\partial V}\right)_T = T\left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V + \left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T$<br>c) $\left(\frac{\partial H}{\partial P}\right)_T = -T\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P - P\left(\frac{\partial V}{\partial P}\right)_T$                               | ОПК-2 |

|     |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |       |
|-----|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
|     |   | d) $\left(\frac{\partial H}{\partial V}\right)_T = T\left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V + V\left(\frac{\partial P}{\partial V}\right)_T$<br>e) $\left(\frac{\partial H}{\partial V}\right)_P = T\left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V + V\left(\frac{\partial P}{\partial V}\right)_T$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |       |
| 50. | b | Выразить зависимость внутренней энергии от давления в изотермических процессах через уравнение состояния<br><br>a) $\left(\frac{\partial U}{\partial P}\right)_T = -P\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P - T\left(\frac{\partial V}{\partial P}\right)_T$<br>b) $\left(\frac{\partial U}{\partial P}\right)_T = -T\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P - P\left(\frac{\partial V}{\partial P}\right)_T$<br>c) $\left(\frac{\partial U}{\partial P}\right)_T = T\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P + P\left(\frac{\partial V}{\partial P}\right)_T$<br>d) $\left(\frac{\partial U}{\partial P}\right)_T = -T\left(\frac{\partial S}{\partial P}\right)_P - P\left(\frac{\partial V}{\partial P}\right)_T$<br>e) $\left(\frac{\partial U}{\partial P}\right)_T = -T\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P - V\left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V$ | ОПК-2 |
| 51. | e | Выбрать правильное соотношение<br><br>a) $\left(\frac{\partial S}{\partial P}\right)_H = \frac{V}{T}$<br>b) $\left(\frac{\partial S}{\partial P}\right)_U = -\frac{V}{T}$<br>c) $\left(\frac{\partial S}{\partial P}\right)_T = -\frac{V}{T}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | ОПК-2 |

|     |   |                                                                                                                                                                                                                           |       |
|-----|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
|     |   | d) $\left(\frac{\partial S}{\partial P}\right)_H = -\frac{V}{T}$<br>e) $\left(\frac{\partial S}{\partial P}\right)_H = -\frac{V}{T}$                                                                                      |       |
| 52. | c | Изменение свободной энергии системы $F$ определяется соотношением<br><br>a) $dF = -TdS + PdV$<br>b) $dF = -TdS + PdV$<br>c) $dF = -SdT - PdV$<br>d) $dF = -TdS + VdP$<br>e) $dF = -SdT + PdV$                             | ОПК-2 |
| 53. | b | Изменение внутренней энергии системы $U$ определяется соотношением<br><br>a) $dU = TdS + PdV$<br>b) $dU = TdS - PdV$<br>c) $dU = SdT + PdV$<br>d) $dU = TdS + VdP$<br>e) $dU = -SdT + PdV$                                | ОПК-2 |
| 54. | e | Изменение термодинамического потенциала Гиббса $\Phi$ определяется соотношением<br><br>a) $d\Phi = TdS + PdV$<br>b) $d\Phi = -TdS + PdV$<br>c) $d\Phi = -SdT - PdV$<br>d) $d\Phi = -TdS + VdP$<br>e) $d\Phi = -SdT + VdP$ | ОПК-2 |
| 55. | d | Свободная энергия равна                                                                                                                                                                                                   | ОПК-2 |

|     |                   |                                                                                                                                                                                                                                           |       |
|-----|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
|     |                   | a) $F = U - TS + PV$<br>b) $F = U + PV$<br>c) $F = U + TS$<br>d) $F = U - TS$<br>e) $F = U - TS - PV$                                                                                                                                     |       |
| 56. | Температуры       | Впишите пропущенное слово в нужном падеже.<br>Коэффициент теплопроводности газа зависит от массы молекулы, формы и размеров молекулы и _____                                                                                              | ОПК-2 |
| 57. | Энтропия          | Впишите пропущенное слово в нужном падеже.<br>Функциями состояния термодинамической системы являются внутренняя энергия и _____                                                                                                           | ОПК-2 |
| 58. | Термодинамическая | Впишите пропущенное слово в нужном падеже.<br>_____ вероятность - это число способов, которыми может быть реализовано данное состояние макроскопической физической системы, число возможных состояний, в которых может находиться система | ОПК-2 |
| 59. | Больцмана         | Впишите пропущенное слово в нужном падеже.<br>Давление идеального газа с высотой изменяется по закону _____                                                                                                                               | ОПК-2 |
| 60. | Водорода          | Впишите пропущенное слово в нужном падеже.<br>Наибольшей средней арифметической скоростью при $T=300\text{K}$ обладают молекулы _____                                                                                                     | ОПК-2 |
| 61. | a                 | Термодинамического потенциала Гиббса $\Phi$ определяется соотношением<br><br>a) $\Phi = U - TS + PV$<br>b) $\Phi = U - PV$<br>c) $\Phi = PV + TS$<br>d) $\Phi = U - TS$<br>e) $\Phi = U - TS - PV$                                        | ПК-1  |
| 62. | b                 | Энтальпия определяется соотношением<br>a) $H = U - TS$<br>b) $H = U + PV$                                                                                                                                                                 | ПК-1  |

|     |   |                                                                                                                                                                                                                                            |      |
|-----|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
|     |   | c) $H = U - PV + TS$<br>d) $H = U + TS$<br>e) $H = U - TS - PV$                                                                                                                                                                            |      |
| 63. | b | <p>Большой термодинамический потенциал <math>\Omega</math> определяется соотношением</p> a) $\Omega = U - PV$<br>b) $\Omega = -PV$<br>c) $\Omega = U + TS$<br>d) $\Omega = -TS + PV$<br>e) $\Omega = U - TS - PV$                          | ПК-1 |
| 64. | a | <p>Выбрать правильное соотношение</p> $U = TS - PV + \sum_i \mu_i N_i$ a) $U + TS - PV + \sum_i \mu_i N_i = 0$<br>b) $U = TS + PV + \sum_i \mu_i N_i$<br>c) $U = -TS - PV + \sum_i \mu_i N_i$<br>d) $U + TS = PV + \sum_i \mu_i N_i$<br>e) | ПК-1 |
| 65. | d | <p>Каноническими переменными для химического потенциала являются</p> a) Давление и объём.<br>b) Объём и температура.<br>c) Энтропия и давление.<br>d) Давление и температура.<br>e) Температура и энтропия.                                | ПК-1 |

|     |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |      |
|-----|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 66. | b | <p>Химический потенциал однокомпонентной системы есть</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Энергия, приходящая на одну частицу системы.</li> <li>b) Величина изменения внутренней энергии при изменении числа частиц в адиабатически изолированной системе при постоянном объёме.</li> <li>c) Свободная энергия, приходящаяся на одну частицу системы.</li> <li>d) Величина изменения свободной энергии при изменении числа частиц в адиабатически изолированной системе при постоянном давлении.</li> <li>e) Величина изменения внутренней энергии при изменении числа частиц в изотермическом процессе.</li> </ul> | ПК-1 |
| 67. | c | <p>Охладить систему до температур близких к абсолютному нулю можно путём</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Последовательных изотермических расширений и адиабатических сжатий.</li> <li>b) Последовательных изобарических расширений и изотермических сжатий.</li> <li>c) Последовательных адиабатических расширений и изотермических сжатий.</li> <li>d) Адиабатического расширения системы и изобарического сжатия.</li> <li>e) Последовательных изобарических расширений и адиабатических сжатий.</li> </ul>                                                                                                   | ПК-1 |
| 68. | a | <p>Изменение большого термодинамического потенциала определяется соотношением</p> $d\Omega = -SdT - PdV - \sum_i N_i d\mu_i$ <ul style="list-style-type: none"> <li>a) <math>d\Omega = -SdT + VdP - \sum_i N_i d\mu_i</math></li> <li>b) <math>d\Omega = -SdT - PdV - \sum_i \mu_i dN_i</math></li> <li>c) <math>d\Omega = SdT + PdV + \sum_i N_i d\mu_i</math></li> <li>d) <math>d\Omega = -PdV</math></li> <li>e) <math>d\Omega = -PdV</math></li> </ul>                                                                                                                                                                    | ПК-1 |
| 69. | d | <p>Уравнение Клапейрона-Клаузиуса для дифференциального уравнения кривой равновесия двух фаз имеет вид</p> $\frac{dP}{dT} = \frac{q}{v_2 - v_1}$ <p>a)</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | ПК-1 |

|     |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |      |
|-----|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
|     |   | $\frac{dU}{dT} = \frac{q}{v_2 - v_1}$ b) $T \frac{dS}{dT} = \frac{q}{v_2 - v_1}$ c) $\frac{dP}{dT} = \frac{q}{T(v_2 - v_1)}$ d) $\left( \frac{\partial P}{\partial T} \right)_S = \frac{q}{T(v_2 - v_1)}$ e)                                                                                                                                                                          |      |
| 70. | c | Энтропия идеального газа<br>a) Не зависит от температуры<br>b) Прямо пропорциональна температуре<br>c) Логарифмически зависит от температуры<br>d) Обратно пропорциональна температуре<br>e) Стремится к нулю при стремлении температуры к нулю                                                                                                                                       | ПК-1 |
| 71. | d | Энтропия данной массы идеального газа<br>a) Пропорциональна объёму газа<br>b) Не зависит от объёма газа<br>c) Уменьшается с увеличением объёма газа<br>d) Стремится к нулю при стремлении объёма газа к нулю<br>e) Логарифмически зависит от объёма                                                                                                                                   | ПК-1 |
| 72. | a | Первое начало термодинамики приводит к следующему выражению для теплоёмкости в произвольном процессе<br>$C = \left( \frac{\partial U}{\partial T} \right)_V + \left[ \left( \frac{\partial U}{\partial V} \right)_T + P \right] \frac{dV}{dT}$ $C = \left( \frac{\partial U}{\partial T} \right)_V + \left[ \left( \frac{\partial U}{\partial T} \right)_V - P \right] \frac{dV}{dT}$ | ПК-1 |

|     |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |      |
|-----|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
|     |   | $C = \left( \frac{\partial U}{\partial T} \right)_V + \left[ \left( \frac{\partial U}{\partial T} \right)_V + P \right] \left( \frac{\partial V}{\partial T} \right)_P$ $C = C_V - \left[ \left( \frac{\partial U}{\partial T} \right)_V + P \right] \frac{dV}{dT}$ $C = \left( \frac{\partial U}{\partial T} \right)_V + \left[ \left( \frac{\partial U}{\partial T} \right)_V - P \right] \left( \frac{\partial V}{\partial T} \right)_P$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |      |
| 73. | b | <p>Второе начало термодинамики приводит к следующему выражению для разности теплоёмкостей <math>C_P - C_V</math>, выраженному через уравнение состояния данной массы вещества</p> <p>a) <math>C_P - C_V = \left[ \left( \frac{\partial U}{\partial T} \right)_V + P \right] \left( \frac{\partial V}{\partial T} \right)_P</math></p> <p>b) <math>C_P - C_V = T \left( \frac{\partial P}{\partial T} \right)_V \left( \frac{\partial V}{\partial T} \right)_P</math></p> <p>c) <math>C_P - C_V = \left( \frac{\partial U}{\partial T} \right)_V \left( \frac{\partial V}{\partial T} \right)_P</math></p> <p>d) <math>C_P - C_V = P \left( \frac{\partial V}{\partial P} \right)_T \left( \frac{\partial P}{\partial T} \right)_V</math></p> <p>e) <math>C_P - C_V = \left[ T \left( \frac{\partial P}{\partial T} \right)_V + P \right] \left( \frac{\partial V}{\partial T} \right)_P</math></p> | ПК-1 |
| 74. | d | <p>Изменение энтропии в равновесных процессах можно вычислить по формуле</p> <p>a) <math>S_2 - S_1 = \int_1^2 C_V(T, V) dT + \int_1^2 \left( \frac{\partial P}{\partial T} \right)_V dV</math></p> <p>b) <math>S_2 - S_1 = \int_1^2 C_V(T, V) \frac{dT}{T} + \int_1^2 \left( \frac{\partial V}{\partial T} \right)_P dP</math></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | ПК-1 |

|     |        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |      |
|-----|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
|     |        | <p>c) <math>S_2 - S_1 = \int_1^2 C_V(T, P) \frac{dT}{T} + \int_1^2 \left( \frac{\partial P}{\partial T} \right)_V dV</math></p> <p>d) <math>S_2 - S_1 = \int_1^2 C_V(T, V) \frac{dT}{T} + \int_1^2 \left( \frac{\partial P}{\partial T} \right)_V dV</math></p> <p>e) <math>S_2 - S_1 = \int_1^2 C_P(T, P) \frac{dT}{T} + \int_1^2 \left( \frac{\partial P}{\partial T} \right)_V dV</math></p>                                                                                                                                                             |      |
| 75. | e      | <p>Пусть <math>\delta W</math> и <math>\delta W_H</math> - работа, совершаемая в равновесном и неравновесном процессах, соответственно, а <math>\delta Q</math> и <math>\delta Q_H</math> - соответствующие количества тепла. Тогда имеет место неравенство</p> <p>a) <math>\oint \frac{\delta Q}{T} &lt; 0</math></p> <p>b) <math>\oint \frac{\delta Q_H}{T} &gt; 0</math></p> <p>c) <math>\oint \frac{\delta Q}{T} &gt; 0</math></p> <p>d) <math>\oint \delta W_H &gt; \oint \delta W</math></p> <p>e) <math>\oint \frac{\delta Q_H}{T} &lt; 0</math></p> | ПК-1 |
| 76. | Третье | <p>Впишите пропущенное слово в нужном падеже.</p> <p>При стремлении температуры к абсолютному нулю энтропия в изотермических процессах перестаёт зависеть от каких-либо термодинамических параметров состояния – это _____ начало термодинамики</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | ПК-1 |
| 77. | Карно  | Впишите пропущенное слово в нужном падеже.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | ПК-1 |

|     |              |                                                                                                                                                            |      |
|-----|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
|     |              | Теорема _____ утверждает, что К.п.д. обратимой тепловой машины не зависит от рабочего тела и определяется только температурами нагревателя и холодильника. |      |
| 78. | Интенсивные  | Впишите пропущенное слово в нужном падеже.<br>Температура, давление, химический потенциал- это _____ термодинамические величины                            | ПК-1 |
| 79. | Экстенсивные | Впишите пропущенное слово в нужном падеже.<br>Свободная энергия, внутренняя энергия- это _____ термодинамические величины                                  | ПК-1 |
| 80. | Электрон     | Впишите пропущенное слово в нужном падеже.<br>Частица, имеющая наименьший отрицательный заряд, называется _____                                            | ПК-1 |

## **2. Описание шкалы оценивания**

Успеваемость студентов оценивается в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации.

## **3. Критерии оценивания компетенций**

Оценка «отлично» выставляется студенту, если ответ полный, правильный; правильно раскрыто содержание теоретического материала, соблюдена логика в характеристике материала. Правильная и обоснованная формулировка выводов на основе методологических знаний; свободное владение эмпирическими знаниями по предмету; знания дополнительной литературы; активное участие во всех формах работы.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если ответ удовлетворяет ранее названным требованиям, но имеет неточности в изложении теоретического материала или в выводах, эмпирические знания представлены не в полном объеме.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если ответ правильный, показывающий владение основным материалом; нет четкости в изложении теоретических знаний, затруднения в выводах и формулировках, нарушение логики изложения материала, ошибки в представлении эмпирических знаний.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если ответ неправильный, основное содержание теоретического материала не раскрыто; не соблюдена логика в характеристике объектов; неправильная формулировка выводов; грубые ошибки в эмпирических знаниях; не проявляется интерес к учебной работе.