

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Волкова Валентина Ивановна
Должность: декан Физико-технического факультета
Дата подписания: 17.06.2026
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)	Фундаментальная и прикладная физика
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
4. 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: начальник научно-исследовательского отдела АО «Монокристалл», кандидат технических наук Карпенко С.В.

Экспертное заключение: фонд оценочных средств соответствует ОП ВО по направлению подготовки 03.03.02 Физика, направленность (профиль) «Фундаментальная и прикладная физика» 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), индикатор (ы)	Уровни сформированности компетенци(ий),			
	Минимальный уровень не достигнут (Неудовлетворитель но) 2 балла	Минимальный уровень (удовлетворитель но) 3 балла	Средний уровень (хорошо) 4 балла	Высокий уровень (отлично) 5 баллов
Компетенция: УК-1				
Результаты обучения по дисциплине (модулю): Готовность выделить проблемную ситуацию, осуществлять ее анализ и диагностику на основе системного подхода Готовность определять и оценивать риски возможных вариантов решений проблемной ситуации для оптимального варианта её решения. <i>Индикатор:</i> ИД-1_{УК-1} выделяет проблемную ситуацию, осуществляет ее анализ и диагностику на основе системного подхода; ИД-3_{УК-1} определяет и оценивает риски возможных вариантов решений проблемной ситуации, выбирает оптимальный вариант её решения.	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.	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 компетенции.	наличие знаний об основных теоретико-методологических положениях в рамках формируемого элемента компетенции. умение использовать на практике все теоретические подходы и принципы, освоенные в рамках формируемого элемента компетенции. владение всеми методами, освоенными в рамках формируемого элемента компетенции.	наличие полного объема знаний в рамках формируемого элемента компетенции. 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

				ния.
Компетенция: ОПК-1				
Результаты обучения по дисциплине (модулю): Применение физических законов, процессов, явлений, свойств физических объектов при различных условиях для решения профессиональных задач Применение математического аппарата для описания явлений и процессов в своей профессиональной деятельности Применение знаний в области физико-математических и естественных наук для решения задач в профессиональной деятельности <i>Индикатор:</i> ИД-1_{ОПК-1} использует знания физических законов, процессов, явлений, а также поведение физических объектов при различных внешних условиях, при решении задач в	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.	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 компетенции.	наличие знаний об основных теоретико-методологических положениях в рамках формируемого элемента компетенции. умение использовать на практике все теоретические подходы и принципы, освоенные в рамках формируемого элемента компетенции. владение всеми методами, освоенными в рамках формируемого элемента компетенции.	наличие полного объема знаний в рамках формируемого элемента компетенции. 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.

своей профессиональной деятельности. ИД-2_{ОПК-1} 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. ИД-3_{ОПК-1} способен сформулировать и решить задачу в своей профессиональной деятельности, опираясь на свои знания в области физико-математических и естественных наук.				
Компетенция: ОПК-2				
Результаты обучения по дисциплине (модулю): Применение знаний математического и численного моделирования, так же теоретического анализа для проведения научных исследований Применение методов обработки результатов экспериментальных измерений с учетом нормативных документов для обработки	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.	наличие фрагментарных знаний в рамках формируемого элемента компетенции. умение использовать на практике отдельные теоретические подходы и принципы, освоенные в рамках формируемого элемента компетенции.	наличие знаний об основных теоретико-методологических положениях в рамках формируемого элемента компетенции. умение использовать на практике все теоретические подходы и принципы,	наличие полного объема знаний в рамках формируемого элемента компетенции. умение использовать на практике все теоретические подходы и принципы, освоенные в

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

ИД-3ОПК-2 проводит анализ полученных результатов, а также составляет отчет по учебно-исследовательской деятельности, с учетом требований представления результатов исследований, сопоставляя их с известными аналогами; ИД-4ОПК-2 грамотно представляет результаты теоретического и экспериментального исследования в отчетных материалах.				
Компетенция: ПК-1				
Результаты обучения по дисциплине (модулю): Владеет инструментами обработки информации для проведения анализа необходимых материалов по тематике исследования. <i>Индикатор:</i> ИД-1ПК-1 способен оценить актуальность решаемой задачи на основе анализа научной литературы и информационных материалов по тематике	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	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	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	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

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

		c) $U = F - T\left(\frac{\partial F}{\partial T}\right)_v$	
6.	b	Выделить интенсивный термодинамический параметр a) Объём b) Химический потенциал c) Энтропия d) Свободная энергия	УК-1
7.	b	Изменение свободной энергии системы F в изохорных процессах определяется соотношением: a) $dF = -PdV$ b) $dF = -TdS$ c) $dF = PdV$	УК-1
8.	c	На рисунке представлен график функции распределения молекул идеального газа по скоростям (распределение Максвелла), где $f(v) = \frac{dN}{Nd v}$ – 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... a) с ростом температуры величина максимума растёт b) с ростом температуры площадь под кривой растёт c) с ростом температуры максимум кривой смещается вправо d) с ростом температуры максимум кривой смещается влево	УК-1

9.	c	Свободная энергия F связана со статистическим интегралом системы Z соотношением (ниже $\theta \equiv kT$) a) $F = \theta^2 \frac{\partial}{\partial \theta} \ln Z$ b) $F = -\theta(\ln Z)^2$ c) $F = -\theta \ln Z$	УК-1
10.	d	Среднеквадратичное смещение $\overline{(\Delta x)^2}$ броуновской частицы за время t a) пропорционально t^2 b) логарифмически растёт с ростом t c) логарифмически убывает с ростом t d) пропорционально t	УК-1
11.	c	Распределение Ферми-Дирака имеет вид a) $n(E_i) = \frac{1}{\exp(\frac{E_i - \mu}{\theta}) - 1}$ b) $n(E_i) = \frac{1}{\exp(-\frac{E_i}{\theta}) + 1}$ c) $n(E_i) = \frac{1}{\exp(\frac{E_i - \mu}{\theta}) + 1}$	УК-1
12.	a	Фазовая скорость волны равна: a) $2 \cdot 10^8$ м/с b) $4 \cdot 10^8$ м/с c) $2 \cdot 10^{16}$ м/с	УК-1
13.	a	Период колебаний LC контура изменится, если емкость конденсатора увеличить в 5 раз и индуктивность также увеличить в пять раз: a) увеличится в 5 раз b) уменьшится в 5 раз c) увеличится в 25 раз d) не изменится	УК-1

14.	a	Емкость контура 10мкФ, индуктивность 1 мГн, амплитуда напряжения 100 В, при этом амплитуда тока: a) 10 А b) 1 А c) 2 А d) 0,5 А	УК-1
15.	d	Активное сопротивление R с увеличением частоты ω a) увеличивается b) уменьшается c) не изменяется 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. _____ 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. _____ 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 a) сдвиг фаз между током и напряжением b) отношение полезной мощности к полной c) отношение полной мощности к полезной d) отношение активного сопротивления к полному	ОПК-1
22.	d	Закон Стефана-Больцмана a) $W = const$ b) $W = \sigma T^2$	ОПК-1

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

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

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

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

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

		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) a) $\left(\frac{\partial S}{\partial V}\right)_T = \left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V$ b) $\left(\frac{\partial S}{\partial P}\right)_H = -\frac{V}{T}$, где H - энтальпия c) $\left(\frac{\partial S}{\partial P}\right)_T = -\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P$ d) $\left(\frac{\partial S}{\partial V}\right)_T = -\left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V$ 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 a) $\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T = T\left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V + P$ b) $\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T = T\left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V - P$ c) $\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T = -T\left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V + P$ d) $\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T = T\left(\frac{\partial S}{\partial V}\right)_T - P$	ОПК-2

		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 a) $\left(\frac{\partial H}{\partial P}\right)_T = T\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P - V$ b) $\left(\frac{\partial H}{\partial P}\right)_T = T\left(\frac{\partial S}{\partial P}\right)_V - V$ c) $\left(\frac{\partial H}{\partial P}\right)_V = T\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_V + V$ d) $\left(\frac{\partial H}{\partial P}\right)_T = -T\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P + V$ 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 a) $\left(\frac{\partial H}{\partial T}\right)_V = V\left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V + C_V$ b) $\left(\frac{\partial H}{\partial T}\right)_V = -P\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P + C_P$ c) $\left(\frac{\partial H}{\partial T}\right)_V = V\left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V - C_V$ d) $\left(\frac{\partial H}{\partial T}\right)_V = P\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P + C_P$	ОПК-2

		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) a) $\left(\frac{\partial U}{\partial T}\right)_P = V\left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V + C_V$ b) $\left(\frac{\partial U}{\partial T}\right)_P = P\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P + C_P$ c) $\left(\frac{\partial U}{\partial T}\right)_P = -V\left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V + C_P$ d) $\left(\frac{\partial U}{\partial T}\right)_P = V\left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V + C_P$ 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 a) $\left(\frac{\partial H}{\partial V}\right)_T = -T\left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V + V\left(\frac{\partial P}{\partial V}\right)_T$ b) $\left(\frac{\partial H}{\partial V}\right)_T = T\left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V + \left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T$ c) $\left(\frac{\partial H}{\partial P}\right)_T = -T\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P - P\left(\frac{\partial V}{\partial P}\right)_T$ d) $\left(\frac{\partial H}{\partial V}\right)_T = T\left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V + V\left(\frac{\partial P}{\partial V}\right)_T$	ОПК-2

		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 a) $\left(\frac{\partial U}{\partial P}\right)_T = -P\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P - T\left(\frac{\partial V}{\partial P}\right)_T$ b) $\left(\frac{\partial U}{\partial P}\right)_T = -T\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P - P\left(\frac{\partial V}{\partial P}\right)_T$ c) $\left(\frac{\partial U}{\partial P}\right)_T = T\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P + P\left(\frac{\partial V}{\partial P}\right)_T$ d) $\left(\frac{\partial U}{\partial P}\right)_T = -T\left(\frac{\partial S}{\partial P}\right)_P - P\left(\frac{\partial V}{\partial P}\right)_T$ 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 a) $\left(\frac{\partial S}{\partial P}\right)_H = \frac{V}{T}$ b) $\left(\frac{\partial S}{\partial P}\right)_U = -\frac{V}{T}$ c) $\left(\frac{\partial S}{\partial P}\right)_T = -\frac{V}{T}$ d) $\left(\frac{\partial S}{\partial P}\right)_H = -\frac{V}{T}$	ОПК-2

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

		с) $F = U + TS$ д) $F = U - TS$ е) $F = U - TS - PV$	
56.	Температуры	Впишите пропущенное слово в нужном падеже. Коэффициент теплопроводности газа зависит от массы молекулы, формы и размеров молекулы и _____.	ОПК-2
57.	Энтропия	Впишите пропущенное слово в нужном падеже. Функциями состояния термодинамической системы являются внутренняя энергия и _____.	ОПК-2
58.	Термодинамическая	Впишите пропущенное слово в нужном падеже. _____ 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. Давление идеального газа с высотой изменяется по закону _____.	ОПК-2
60.	Водорода	Впишите пропущенное слово в нужном падеже. Наибольшей средней арифметической скоростью при $T=300K$ обладают молекулы _____.	ОПК-2
61.	a	Термодинамического потенциала Гиббса Φ определяется соотношением а) $\Phi = U - TS + PV$ б) $\Phi = U - PV$ в) $\Phi = PV + TS$ г) $\Phi = U - TS$ д) $\Phi = U - TS - PV$	ПК-1
62.	b	Энтальпия определяется соотношением а) $H = U - TS$ б) $H = U + PV$ в) $H = U - PV + TS$ г) $H = U + TS$	ПК-1

		e) $H = U - TS - PV$	
63.	b	Большой термодинамический потенциал Ω определяется соотношением a) $\Omega = U - PV$ b) $\Omega = -PV$ c) $\Omega = U + TS$ d) $\Omega = -TS + PV$ e) $\Omega = U - TS - PV$	ПК-1
64.	a	Выбрать правильное соотношение $U = TS - PV + \sum_i \mu_i N_i$ a) $U + TS - PV + \sum_i \mu_i N_i = 0$ b) $U = TS + PV + \sum_i \mu_i N_i$ c) $U = -TS - PV + \sum_i \mu_i N_i$ d) $U + TS = PV + \sum_i \mu_i N_i$ e) $U + TS = PV + \sum_i \mu_i N_i$	ПК-1
65.	d	Каноническими переменными для химического потенциала являются a) Давление и объём. b) Объём и температура. c) Энтропия и давление. d) Давление и температура. e) Температура и энтропия.	ПК-1
66.	b	Химический потенциал однокомпонентной системы есть a) Энергия, приходящая на одну частицу системы.	ПК-1

		б) Величина изменения внутренней энергии при изменении числа частиц в адиабатически изолированной системе при постоянном объёме. с) Свободная энергия, приходящаяся на одну частицу системы. д) Величина изменения свободной энергии при изменении числа частиц в адиабатически изолированной системе при постоянном давлении. е) Величина изменения внутренней энергии при изменении числа частиц в изотермическом процессе.	
67.	с	Охладить систему до температур близких к абсолютному нулю можно путём а) Последовательных изотермических расширений и адиабатических сжатий. б) Последовательных изобарических расширений и изотермических сжатий. с) Последовательных адиабатических расширений и изотермических сжатий. д) Адиабатического расширения системы и изобарического сжатия. е) Последовательных изобарических расширений и адиабатических сжатий.	ПК-1
68.	а	Изменение большого термодинамического потенциала определяется соотношением $d\Omega = -SdT - PdV - \sum_i N_i d\mu_i$ а) $d\Omega = -SdT + VdP - \sum_i N_i d\mu_i$ б) $d\Omega = -SdT - PdV - \sum_i \mu_i dN_i$ с) $d\Omega = SdT + PdV + \sum_i N_i d\mu_i$ д) е) $d\Omega = -PdV$	ПК-1
69.	д	Уравнение Клапейрона-Клаузиуса для дифференциального уравнения кривой равновесия двух фаз имеет вид $\frac{dP}{dT} = \frac{q}{v_2 - v_1}$ а)	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 a) Не зависит от температуры b) Прямо пропорциональна температуре c) Логарифмически зависит от температуры d) Обратно пропорциональна температуре e) Стремится к нулю при стремлении температуры к нулю	ПК-1
71.	d	Энтропия данной массы идеального газа a) Пропорциональна объёму газа b) Не зависит от объёма газа c) Уменьшается с увеличением объёма газа d) Стремится к нулю при стремлении объёма газа к нулю e) Логарифмически зависит от объёма	ПК-1
72.	a	Первое начало термодинамики приводит к следующему выражению для теплоёмкости в произвольном процессе $C = \left(\frac{\partial U}{\partial T} \right)_V + \left[\left(\frac{\partial U}{\partial V} \right)_T + P \right] \frac{dV}{dT}$ $C = \left(\frac{\partial U}{\partial T} \right)_V + \left[\left(\frac{\partial U}{\partial T} \right)_V - P \right] \frac{dV}{dT}$	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	Второе начало термодинамики приводит к следующему выражению для разности теплоёмкостей $C_P - C_V$, выраженному через уравнение состояния данной массы вещества a) $C_P - C_V = \left[\left(\frac{\partial U}{\partial T} \right)_V + P \right] \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_P$ b) $C_P - C_V = T \left(\frac{\partial P}{\partial T} \right)_V \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_P$ c) $C_P - C_V = \left(\frac{\partial U}{\partial T} \right)_V \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_P$ d) $C_P - C_V = P \left(\frac{\partial V}{\partial P} \right)_T \left(\frac{\partial P}{\partial T} \right)_V$ e) $C_P - C_V = \left[T \left(\frac{\partial P}{\partial T} \right)_V + P \right] \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_P$	ПК-1
74.	d	Изменение энтропии в равновесных процессах можно вычислить по формуле a) $S_2 - S_1 = \int_1^2 C_V(T, V) dT + \int_1^2 \left(\frac{\partial P}{\partial T} \right)_V dV$ b) $S_2 - S_1 = \int_1^2 C_V(T, V) \frac{dT}{T} + \int_1^2 \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_P dP$	ПК-1

		c) $S_2 - S_1 = \int_1^2 C_V(T, P) \frac{dT}{T} + \int_1^2 \left(\frac{\partial P}{\partial T} \right)_V dV$ d) $S_2 - S_1 = \int_1^2 C_V(T, V) \frac{dT}{T} + \int_1^2 \left(\frac{\partial P}{\partial T} \right)_V dV$ e) $S_2 - S_1 = \int_1^2 C_P(T, P) \frac{dT}{T} + \int_1^2 \left(\frac{\partial P}{\partial T} \right)_V dV$	
75.	e	Пусть δW и δW_H - работа, совершаемая в равновесном и неравновесном процессах, соответственно, а δQ и δQ_H - соответствующие количества тепла. Тогда имеет место неравенство a) $\oint \frac{\delta Q}{T} < 0$ b) $\oint \frac{\delta Q_H}{T} > 0$ c) $\oint \frac{\delta Q}{T} > 0$ d) $\oint \delta W_H > \oint \delta W$ e) $\oint \frac{\delta Q_H}{T} < 0$	ПК-1
76.	Третье	Впишите пропущенное слово в нужном падеже. При стремлении температуры к абсолютному нулю энтропия в изотермических процессах перестаёт зависеть от каких-либо термодинамических параметров состояния – это _____ начало термодинамики	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. Температура, давление, химический потенциал- это _____ термодинамические величины	ПК-1
79.	Экстенсивные	Впишите пропущенное слово в нужном падеже. Свободная энергия, внутренняя энергия- это _____ термодинамические величины	ПК-1
80.	Электрон	Впишите пропущенное слово в нужном падеже. 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.