

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Таскаев Сергей Валерьевич
Должность: Ректор
Дата подписания: 05.09.2025 12:07:09
Уникальный программный ключ:
04c19ed8bb98f306c077a48809a878808322529



МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Физический факультет
Кафедра общей и теоретической физики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Термодинамика» по направлению подготовки 03.03.03 «Радиофизика»
направленность «Телекоммуникационные системы и информационные технологии» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1	стр. 1	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	--------	------------------------	---------------

**Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации
по дисциплине (модулю)
Термодинамика**

Направление подготовки (специальность)
03.03.03 Радиофизика

Направленность (профиль)
Телекоммуникационные системы и информационные технологии

Присваиваемая квалификация (степень)
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Челябинск, 2025 г.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Физический факультет
Кафедра общей и теоретической физики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Термодинамика» по направлению подготовки 03.03.03 «Радиофизика»
направленность «Телекоммуникационные системы и информационные технологии» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 2

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

Содержание

1. Паспорт фонда оценочных средств
2. Перечень формируемых компетенций
3. Содержание оценочных средств по дисциплине
 - 3.1. Виды оценочных средств
 - 3.2. Содержание оценочных средств
4. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации
 - 4.1. Порядок проведения промежуточной аттестации
 - 4.2. Результаты промежуточной аттестации и уровни сформированности компетенций



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Физический факультет
Кафедра общей и теоретической физики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Термодинамика» по направлению подготовки 03.03.03 «Радиофизика»
направленность «Телекоммуникационные системы и информационные технологии» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1	стр. 3	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	--------	------------------------	---------------

1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Направление подготовки: 03.03.03 Радиофизика

Направленность (профиль): Телекоммуникационные системы и информационные технологии

Дисциплина: Термодинамика

Семестр: 7

Форма промежуточной аттестации: экзамен

Система оценивания: оценивание результатов осуществляется в рамках 5-балльной системы с использованием балльно-рейтинговой системы.

2. ПЕРЕЧЕНЬ ФОРМИРУЕМЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ И ЭТАПЫ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ

2.1. Компетенции, закреплённые за дисциплиной

Изучение дисциплины «Термодинамика» направлено на формирование следующих компетенций:

Коды компетенции (по ФГОС)	Содержание компетенций согласно ФГОС	Индикаторы достижения компетенций согласно ОПОП	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОПК-1	Способен применять базовые знания в области физики и радиофизики и использовать их в профессиональной деятельности, в том числе в сфере педагогической деятельности	ОПК-1.1. Обладает базовыми знаниями, полученными в области физики и радиофизики. ОПК-1.2. Демонстрирует умение решать задачи, формулируемые в рамках физики и радиофизики. ОПК-1.3. Имеет навыки использования основных понятий, теорем, законов физики и радиофизики для решения задач профессиональной деятельности, в том числе в сфере педагогической деятельности.	<u>Знать</u> : Для достижения ОПК-1.1: теоретические основы, основные понятия, законы и методы термодинамики; <u>Уметь</u> : Для достижения ОПК-1.2: понимать, излагать и критически анализировать базовую информацию по разделу теоретической физики "Термодинамика", пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и методами термодинамики; <u>Владеть</u> : Для достижения ОПК-1.3: физическими и математическими методами обработки и анализа информации по разделу



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Физический факультет
Кафедра общей и теоретической физики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Термодинамика» по направлению подготовки 03.03.03 «Радиофизика»
направленность «Телекоммуникационные системы и информационные технологии» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 4

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

			теоретической физики "Термодинамика"
--	--	--	---

3. СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

3.1 Виды оценочных средств

№ п/п	Код компетенции/ планируемые результаты обучения	Контролируемые темы/ разделы	Наименование оценочного средства для текущего контроля	Наименование оценочного средства на промежуточной аттестации/№ задания
1.	ОПК-1 <u>Знать:</u> Для достижения ОПК-1.1: теоретические основы, основные понятия, законы и методы термодинамики; <u>Уметь:</u> Для достижения ОПК-1.2: понимать, излагать и критически анализировать базовую информацию по разделу теоретической физики "Термодинамика", пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и методами термодинамики; <u>Владеть:</u> Для достижения ОПК-1.3: физическими и математическими методами обработки и анализа информации по разделу теоретической физики "Термодинамика"	Введение, начала термодинамики	задачи к практическим занятиям; контрольная работа	Тест (Раздел 1, №1-22); задачи к практическим занятиям 1-4; вопросы к экзамену №1-14
		Методы термодинамики	задачи к практическим занятиям; контрольная работа	Тест (Раздел 2, №1-8); задачи к практическому занятию 5; вопросы к экзамену №15-18
		Равновесие и устойчивость термодинамических систем. Фазовые переходы	задачи к практическим занятиям	Тест (Раздел 3, №1-8); задачи к практическому занятию 6; вопросы к экзамену №19-27.
		Применения термодинамики	задачи к практическим занятиям	задачи к практическим занятиям 7,8; вопросы к экзамену №28-31.
		Основы неравновесной термодинамики	вопросы к экзамену	вопросы к экзамену №32-35



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Физический факультет
Кафедра общей и теоретической физики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Термодинамика» по направлению подготовки 03.03.03 «Радиофизика»
направленность «Телекоммуникационные системы и информационные технологии» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 5

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

3.2 Содержание оценочных средств

База тестовых вопросов

№ п/п	Формулировка вопроса	Варианты ответов
Раздел 1 Введение. Начала термодинамики		
1	Найдите изменение внутренней энергии газа, если ему передано количество теплоты 500 Дж и газ, расширяясь, совершил работу 300 Дж.	1. 200 Дж 2. 300 Дж 3. 500 Дж 4. 800 Дж
2	Газ отдал количество теплоты $Q = 100$ кДж, при этом внешние силы совершили над ним работу $A = 50$ кДж. Каково изменение внутренней энергии газа?	1. -100 кДж 2. - 50 кДж 3. 150 кДж 4. 50 кДж
3	Если при теплопередаче изменение внутренней энергии в любой момент времени равно переданному количеству теплоты, то такой процесс является ...	1. адиабатическим 2. изотермическим 3. изохорическим 4. изобарическим 5. такой процесс неосуществим
4	При комнатной температуре отношение C_p/C_v молярных теплоемкостей при постоянном давлении и постоянном объеме равно $5/3$ для ...	1. воздуха 2. гелия 3. кислорода 4. водяного пара
5.	Газ изотермически расширяется. Укажите правильное утверждение.	1. внутренняя энергия газа увеличивается 2. давление газа увеличивается 3. работа газа положительна 4. работа газа равна нулю 5. работа газа отрицательна
6	Как называется процесс, для которого первое начало термодинамики имеет вид $dU = -\delta A$?	1. политропический 2. изобарический 3. изохорический 4. изотермический 5. адиабатический
7	Идеальный газ переводят из состояния 1 в состояние 3 так, как показано на графике зависимости давления газа от объема. Масса газа постоянна. Работа, совершенная газом, равна ...	1. $4p_0V_0$ 2. p_0V_0 3. $p_0V_0/2$ 4. $2p_0V_0$



8	<p>Состояние данной массы идеального газа изменилось в соответствии с графиками зависимости давления идеального газа от объёма. Какое из приведенных утверждений правильно?</p>	<ol style="list-style-type: none">1. работа газа меньше в первом случае2. работа газа меньше во втором случае3. работа газа в обоих случаях одинакова4. правильный ответ не приведён5. газ не совершает работу ни в одном случае
9	<p>Число степеней свободы линейной молекулы с одной жесткой связью равно</p>	пяти
10	<p>Молярная теплоёмкость идеального одноатомного газа при постоянном давлении</p>	<ol style="list-style-type: none">1. $R/2$2. R3. $3R/2$4. $5R/2$
11	<p>Политропическим называется процесс, происходящий при постоянной(ом)</p>	<ol style="list-style-type: none">1. температуре2. давлении3. объеме4. теплоемкости5. энтропии
12	<p>К некоторой массе идеального газа подведено одинаковое количество теплоты - один раз при постоянном давлении, а другой - при постоянном объеме. При каком процессе (1 или 2) повышение температуры будет больше?</p>	2
13	<p>Температура нагревателя идеальной тепловой машины в 2.5 раза больше температуры холодильника. Каков максимальный КПД машины?</p>	<ol style="list-style-type: none">1. 40%2. 75%3. 25%4. 60%



14	Какое количество теплоты превращается в работу в цикле Карно, если изменение энтропии на участке между двумя адиабатами $\Delta S = 5$ кДж/К, а разность температур между двумя изотермами составляет $\Delta T = 100$ К?	1. 50 кДж 2. 5 МДж 3. 0.5 кДж 4. 0.5 МДж
15	Укажите формулировку третьего начала термодинамики (теорема Нернста)	1. приращение энтропии при абсолютном нуле температуры стремится к конечному пределу, не зависящему от того, в каком равновесном состоянии находится система 2. невозможен круговой процесс, единственным результатом которого было бы совершение работы за счёт охлаждения теплового резервуара 3. энтропия любой системы обращается в нуль при абсолютном нуле температуры 4. тепло, полученное системой, идёт на приращение её внутренней энергии и на совершение внешней работы 5. вне зависимости от начального состояния изолированной системы в конце концов в ней установится термодинамическое равновесие, при котором все части системы будут иметь одинаковую температуру
16	Один моль газа нагревают в закрытом сосуде. Сравните приращения энтропии, если газ: 1) одноатомный; 2) двухатомный. Начальные и конечные температуры газа в обоих случаях одинаковы	1. $\Delta S_1 < \Delta S_2$ 2. $\Delta S_1 = \Delta S_2$ 3. $\Delta S_1 > \Delta S_2$
17	В процессе плавления вещества его энтропия:	1. возрастает 2. сначала остается постоянной, затем убывает 3. не изменяется 4. уменьшается
18	Идеальная тепловая машина работает по циклу Карно. В процессе 2-3 энтропия рабочего тела ...	1. не изменяется 2. возрастает 3. уменьшается



19	<p>Какие из приведенных ниже формулировок выражает содержание второго начала термодинамики:</p> <ol style="list-style-type: none">1. невозможен процесс, единственным результатом которого была бы передача энергии путем теплообмена от холодного тела к горячему2. в циклически действующей тепловой машине невозможен процесс, единственным результатом которого было бы преобразование в механическую работу всего количества тепла, полученного от нагревателя3. самопроизвольные процессы в изолированной системе всегда происходят в направлении перехода от маловероятного состояния в более вероятное	<ol style="list-style-type: none">1. все три2. первая и вторая3. только вторая4. только первая5. вторая и третья
20	<p>КПД тепловой машины, работающей без потерь энергии, является максимальным, если её рабочий цикл включает ...</p>	<ol style="list-style-type: none">1. две изобары, две изохоры2. две адиабаты, две изохоры3. две изотермы, две адиабаты4. две изохоры, две изотермы
21	<p>В ходе необратимого процесса при поступлении в изолированную термодинамическую систему тепла для приращения энтропии верным будет соотношение ...</p>	<ol style="list-style-type: none">1. $dS = \frac{\delta Q}{T}$2. $dS > \frac{\delta Q}{T}$3. $dS < \frac{\delta Q}{T}$4. $dS \leq \frac{\delta Q}{T}$5. $dS \geq \frac{\delta Q}{T}$
22	<p>Выберите правильные утверждения, относящиеся к понятию "энтропия":</p>	<ol style="list-style-type: none">1. в изолированной системе энтропия не изменяется2. в изолированной системе энтропия не может возрастать3. энтропия - это функция состояния4. в изолированной системе энтропия не может убывать5. энтропия - это функция процесса



Раздел 2 Методы термодинамики

1	Какие из перечисленных термодинамических функций являются функциями процесса:	1. теплота и свободная энергия 2. энтальпия и работа 3. энтальпия и свободная энергия 4. теплота и энтропия 5. работа и теплота
2	Выражение для свободной энергии через другие переменные имеет вид:	1. $F=U-TS$ 2. $F=U-TS+pV$ 3. $F=U+pV$ 4. $F=U-TV$
3	Функция состояния, приращение которой в квазистатическом процессе при постоянном давлении даёт количество тепла, полученного системой:	1. Энтропия 2. Энтальпия 3. Свободная энергия 4. Энергия Гиббса
4	Химический потенциал – это, приходящаяся на одну частицу	1. энергия Гиббса 2. свободная энергия 3. внутренняя энергия 4. энтальпия 5. энтропия
5	Все термодинамические потенциалы являются функциями	состояния
6	Независимыми переменными у потенциала Гиббса являются	1. p, T 2. T, V 3. S, V 4. S, p
7	Выражение для энтальпии через другие переменные имеет вид:	1. $H=U-TS$ 2. $H=U-TS+pV$ 3. $H=U+pV$ 4. $H=U-pS$
8	Функция состояния, приращение которой в квазистатическом процессе при постоянной температуре даёт работу, совершенную над системой:	1. Энтропия 2. Энтальпия 3. Свободная энергия 4. Энергия Гиббса

Раздел 3. Равновесие и устойчивость термодинамических систем. Фазовые переходы

1	Указать, при каких условиях равновесное состояние системы соответствует минимальному значению энергии Гиббса	1. $V=\text{const}, U=\text{const}, N=\text{const}$ 2. $p=\text{const}, T=\text{const}, N=\text{const}$ 3. $T=\text{const}, V=\text{const}, N=\text{const}$ 4. $p=\text{const}, S=\text{const}, N=\text{const}$
2	Указать, при каких условиях равновесное состояние системы соответствует минимальному значению свободной энергии	1. $T=\text{const}, U=\text{const}, N=\text{const}$ 2. $p=\text{const}, T=\text{const}, N=\text{const}$ 3. $T=\text{const}, V=\text{const}, N=\text{const}$ 4. $p=\text{const}, S=\text{const}, N=\text{const}$
3	Равновесное состояние изолированной	энтропии



	системы соответствует максимальному значению	
4	Какие из перечисленных фазовых переходов являются фазовыми переходами первого рода?	1. плавление 2. сублимация 3. ферромагнитный переход 4. переход гелия в сверхтекучее состояние
5	При фазовых переходах второго рода изменяются:	1. удельная энтропия 2. удельный объем 3. удельные теплоемкости 4. термические коэффициенты
6	При фазовых переходах первого рода изменяются:	1. удельная энтропия 2. удельный объем 3. удельные теплоемкости 4. термические коэффициенты
7	Пар, находящийся в динамическом равновесии со своей жидкостью, называется ...	насыщенным
8	Чему равна теплоёмкость при постоянном давлении C_p при фазовых переходах первого рода?	1. $C_p = 0$ 2. $C_p = R$ 3. $C_p = 3R$ 4. $C_p = \infty$

Задачи к практическим занятиям

Раздел 1. Введение, начала термодинамики

Практическое занятие 1. Работа и теплота. Уравнения состояний

1. Оценить работу испарения 1 моля воды при переходе её в пар при $t=100^\circ\text{C}$ и нормальном давлении.
2. Найти работу идеального газа при адиабатическом расширении от V_1 до V_2 . Даны также начальная температура T_1 и показатель адиабаты.
3. Найти работу при изотермическом расширении газа Ван-дер-Ваальса.
4. Показать, что дифференциальное выражение для элементарной работы $\delta W = \sum_i A_i da_i$

не является полным дифференциалом от совокупности независимых параметров, определяющих состояние системы.

5. Установить, что для простой системы справедливы тождества:

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

6. Показать, что связь между термическими коэффициентами растяжения

$$\alpha = \frac{1}{V_0} \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_p, \text{ сжатия } \beta = -\frac{1}{V_0} \left(\frac{\partial V}{\partial p}\right)_T \text{ и упругости } \gamma = \frac{1}{p_0} \left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_V \text{ можно представить}$$

как $\alpha = p_0 \beta \gamma$.



7. Получить приведенное уравнение состояния газа Ван-дер-Ваальса и газа Берглю.

Практическое занятие 2. Первое начало термодинамики. Определение теплоемкостей при различных процессах

1. Доказать, что тепловой эффект химической реакции, протекающей при $V = \text{const}$, или при $p = \text{const}$, не зависит от промежуточных реакций, а определяется только начальным и конечным состояниями реагирующих веществ.
2. Найти $C_p - C_v$ для идеального газа.
3. Найти $C_p - C_v$ для газа Ван-дер-Ваальса.
4. Найти удельную теплоту изотермического расширения газа Ван – дер – Ваальса.
5. Определить теплоемкость идеального газа в следующих процессах: а) $pV^2 = \text{const}$, б) $p^2V = \text{const}$, в) $\frac{p}{V} = \text{const}$.
6. Известно, что $C_v = a(V)T^3$. Какое количество теплоты нужно передать системе, чтобы нагреть её изохорически от T_1 до T_2 ?
7. Является ли процесс релаксации квазистатическим и почему?

Практические занятия 3, 4. Второе начало термодинамики. Вычисление энтропии

1. Могут ли адиабаты пересекаться и почему?
2. Термическое и калорическое уравнения состояния электронного газа связаны соотношением: $pV = \frac{2}{3}U$. Найти уравнение адиабаты в переменных p - V .
3. В изобарическом процессе температура идеального газа увеличилась вдвое. Как изменилась энтропия?
4. Найти изменение энтропии газа Ван–дер-Ваальса при переходе $T_1, V_1 \rightarrow T_2, V_2$.
5. Термический коэффициент расширения α для воды в интервале температур от 0°C до 4°C является величиной отрицательной. Нагревается или охлаждается вода при адиабатическом сжатии в этом интервале температур?
6. Найти работу идеального газа в цикле Карно. Известны температура холодильника и нагревателя и интервалы изменения объема.
7. Сосуд с идеальным газом разделен перегородкой на две равные части, в каждой из которых в объеме V находится по ν молей газа при температуре T . Показать, что после удаления перегородки изменения энтропии не произойдет.
8. Показать, что если теплоемкость $C_v \sim T^\alpha$, то энтропия системы имеет тот же характер зависимости от температуры.

Раздел 2. Методы термодинамики.

Практическое занятие 5. Методы термодинамики

1. Найти свободную энергию газа Ван – дер – Ваальса.



2. Известна энтальпия: $H = H(S, p)$. Найти $\beta_S = -\frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial P} \right)_S$.
3. Известна свободная энергия некоторой системы: $F = -\frac{3}{2} RT \ln[a(V)T]$. Найти C_V .
4. Известен потенциал Гиббса некоторой системы:
$$G = aT(1 - \ln T) + RT \ln P - TS_0 + U_0. \quad (a, S_0, R, U_0 - \text{const}).$$
Найти термическое и калорическое уравнения состояния. Какой системе соответствует данный потенциал? Каков физический смысл постоянной a ?
5. Получить выражение для энтальпии 1 моля идеального газа.
6. Записать соотношение Максвелла для термодинамического потенциала, собственными переменными которого являются энтальпия H и давление p .
7. Методом циклов установить зависимость давления насыщенного пара от температуры.
8. Получить энергию Гельмгольца смеси идеальных газов, состоящих из ν_1 молей одного и ν_2 другого компонента. Найти изменение энергии Гельмгольца при изотермической диффузии газа.
9. При низкой температуре энтропия электронного газа в металлах пропорциональна температуре. Найти температурную зависимость разности теплоемкостей $C_p - C_V$.

Указание: Не забывайте, что все выражения для термодинамических потенциалов необходимо записывать в собственных переменных.

Раздел 3. Равновесие и устойчивость термодинамических систем. Фазовые переходы.

Практическое занятие 6. Равновесие и устойчивость. Фазовые переходы

1. Определить условия равновесия изолированной двухфазной двухкомпонентной системы, когда каждый компонент входит в состав только одной фазы.
2. Цилиндр, разделенный легко скользящей перегородкой на два отсека, в которых находятся ν_1 и ν_2 молей идеального газа, помещен в термостат. Найти условия равновесия.
3. Найти число молей йодистого водорода HI при равновесии в химической реакции $H_2 + I_2 = 2HI$. Известны постоянная реакции K_c и начальное число молей водорода и йода.
4. В какой пропорции следует смешать азот и водород, чтобы получить наибольший равновесный выход аммиака?
5. Для двухкомпонентной системы (например, вода и поваренная соль) определить, сколько фаз могут одновременно находиться в равновесии и каково будет при этом число степеней свободы?
6. Известны теплоемкость пара C_p , удельная теплота испарения, температура. Найти теплоемкость насыщенного пара.



7. Найти зависимость от температуры удельной теплоты испарения на кривой испарения (т.е. $\left(\frac{\partial \lambda}{\partial T}\right)_\mu$).

Указание: Задачи на определение условий равновесия конкретных систем необходимо решать, исходя из общих условий термодинамического равновесия и устойчивости.

Раздел 4. Применения термодинамики.

Практические занятия 7,8. Термодинамика различных систем

1. Вычислить $C_E - C_P$ для полярного и неполярного диэлектриков. Здесь E - напряженность электрического поля, P - поляризация диэлектриков.
2. Найти теплоемкость C_P и C_V равновесного излучения.
3. Показать, что у парамагнетиков, подчиняющихся закону Кюри, внутренняя энергия не зависит от намагниченности при постоянной температуре.
4. Найти изменение температуры при адиабатическом изменении напряженности электрического поля для полярного и неполярного диэлектриков.
5. Полагая, что давление равновесного электромагнитного излучения p равно трети плотности его энергии $u = \frac{U}{V}$, получить температурную зависимость $u = u(T)$.
6. Найти тепловой эффект изотермического возрастания напряженности магнитного поля от 0 до H для идеального парамагнетика.
7. Найти температуру инверсии эффекта Джоуля – Томсона для газа Ван-дер-Ваальса без тех приближений, которые были сделаны на лекции.
8. Найти изменение температуры резинового жгута при его адиабатическом растяжении от l_1 до l_2 . Уравнение состояния жгута

$$f = AT \left[\left(\frac{l}{l_0} \right) - \left(\frac{l_0}{l} \right)^2 \right], \text{ где } A = \text{const} > 0, f - \text{ сила, с которой растягивается жгут.}$$

Указание: При решении задач по данной теме самое главное – определить, какой параметр для данной системы будет внешним, а какой – внутренним. Для этого нужно записать выражение для работы, совершаемой данной системой и сравнить с общим выражением для работы $\delta A = A da$. А затем все термодинамические уравнения можно писать в нужных переменных.

Пример варианта контрольной работы (Разделы 1,2)

1. Как внутренняя энергия зависит от объема в изотермическом процессе, если

$$pV = RT \left(1 + \frac{b}{V} \right).$$



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Физический факультет
Кафедра общей и теоретической физики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Термодинамика» по направлению подготовки 03.03.03 «Радиофизика»
направленность «Телекоммуникационные системы и информационные технологии» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 14

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

2. Известно, что $C_V = a(V)T$. Как изменится энтропия системы при ее изохорическом нагревании от T_1 до T_2 ?
3. Найти энергию Гиббса для 1 моля идеального газа.

Вопросы к экзамену

1. Предмет и задачи ТД*.
2. Нулевое начало ТД*.
3. Первое начало ТД*.
4. Уравнения состояния*.
5. Теплоемкости, термические коэффициенты*.
6. Основные ТД процессы*.
7. Словесные формулировки 2-го начала ТД*.
8. Энтропия*, переход от эмпирической энтропии к абсолютной.
9. Температура*, связь эмпирической и абсолютной температур.
10. Основное уравнение ТД и его следствия*.
11. Вычисление энтропии*. Теорема Гиббса.
12. Второе начало ТД для необратимых процессов*.
13. Третье начало ТД и его следствия*.
14. Цикл Карно*.
15. ТД потенциалы простых систем*.
16. ТД потенциалы сложных систем*.
17. ТД потенциалы систем с переменным числом частиц*.
18. Метод круговых процессов*.
19. Общие условия ТД равновесия*.
20. Условия равновесия двухфазной однокомпонентной системы.
21. Условия устойчивости равновесия однородной системы. Принцип Ле -Шателье - Брауна.
22. Равновесие гетерогенных систем. Правило фаз Гиббса.
23. Химическое равновесие в однородной системе.
24. Тепловое ионизационное равновесие. Формула Саха.
25. Классификация фазовых переходов.
26. Уравнение Клейперона-Клаузиуса.
27. Уравнения Эренфеста.
28. ТД диэлектриков.
29. ТД магнетиков.
30. ТД поверхностных явлений.
31. Методы получения низких температур
32. Исходные положения линейной теории необратимых процессов.
33. Уравнения локального баланса.
34. Соотношения взаимности Онсагера.
35. Принцип минимума производства энтропии.

Примечание: *отмечены вопросы, входящие в список вопросов «теоретического



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Физический факультет
Кафедра общей и теоретической физики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Термодинамика» по направлению подготовки 03.03.03 «Радиофизика»
направленность «Телекоммуникационные системы и информационные технологии» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 15

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

минимума».

4. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

4.1. Порядок проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена в два этапа.

На первом этапе студент выполняет компьютерный тест из 10 вопросов. Продолжительность – 20 минут.

На втором этапе студент отвечает на вопросы экзаменационного билета. Экзаменационный билет содержит два теоретических вопроса и задачу. Время подготовки к ответу на вопросы билета – 60 минут. Во время подготовки можно использовать справочные материалы.

4.2. Результаты промежуточной аттестации и уровни сформированности компетенций

Максимальный балл за **посещение лекционных занятий** – 6 баллов, за **посещение практических занятий** – 3 балла.

Задания к практическим занятиям студенты выполняют в течение семестра на практических занятиях и в форме самостоятельной работы. Задачи сгруппированы по темам практических занятий. В течение семестра студент должен сдать отчет по каждой теме. Отчет по теме считается сданным вовремя, если он сдан в течение месяца после изучения темы на практическом занятии. Отчет подразумевает решение задач из предложенного списка задач и умение объяснить ход решения 1-2 задач из темы. Максимальный балл за сдачу всех тем – 42 баллов.

Критерии оценивания отчета по темам практических занятий:

Оценка	Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Характеристик и ответа	Решено > 80% задач, отчет сдан вовремя	Решено >80% задач, отчет сдан не вовремя	Решено <80% задач, отчет сдан не вовремя	Задачи не решены
Баллы	6-7 баллов	3-5 баллов	1-2 балла	0 баллов
Уровень освоения проверяемых компетенций	высокий	средний	базовый	недостаточный

Также в течение семестра проводится одна **контрольная работа** по разделам «Введение. Начала термодинамики» и «Методы термодинамики». На контрольной работе студенту



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Физический факультет
Кафедра общей и теоретической физики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Термодинамика» по направлению подготовки 03.03.03 «Радиофизика»
направленность «Телекоммуникационные системы и информационные технологии» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1	стр. 16	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	---------	------------------------	---------------

предлагается решить 3 задачи. Максимальный балл за контрольную работу – 9 баллов.

Критерии оценивания контрольной работы:

Характеристики ответа	Баллы	Уровень освоения проверяемых компетенций
Правильно и с пояснениями решены три задачи	9	высокий
Решены три задачи, но есть ошибки	8-7	средний
Правильно и с пояснениями решены две задачи	6	
Решены две задачи, но есть ошибки	5-4	базовый
Правильно решена одна задача	3	
Частично решена одна задача	2-1	недостаточный

Таким образом, за работу в семестре студент может получить максимум 60 баллов.

Если студент за время работы в семестре набрал менее 25 баллов, для него **экзамен** проходит в два этапа; если 25 баллов и более – только второй этап в письменно-устной форме по билетам.

На первом этапе экзамена студент выполняет тест из 10 вопросов. Продолжительность – 20 минут. Критерии оценивания теста: каждый правильный ответ – 3 балла. Максимальное количество баллов – 30. Чтобы тест был зачтен, студент должен дать правильные ответы по крайней мере на 6 вопросов из 10. Если тест не зачтен, то до второго этапа экзамена студент не допускается.

Оценка	Зачтено	Незачтено
Баллы	30-19 балл	18-0 баллов
Уровень освоения проверяемых компетенций	базовый	недостаточный

Второй этап экзамена: в билете два теоретических вопроса и одна задача. Если студент за время работы в семестре набрал 55-60 баллов, он освобождается от решения задачи на экзамене.

Максимальный балл за ответы по билету – 40 баллов.

Критерии оценивания теоретических вопросов:

Характеристики ответа	Баллы	Уровень освоения проверяемых компетенций
Ответил на оба вопроса билета, воспроизведя соответствующие математические выкладки и логические рассуждения, задача полностью решена, студент правильно обосновывает принятые решения. Возможны несущественные ошибки.	35-40	высокий



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Физический факультет
Кафедра общей и теоретической физики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Термодинамика» по направлению подготовки 03.03.03 «Радиофизика»
направленность «Телекоммуникационные системы и информационные технологии» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1	стр. 17	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	---------	------------------------	---------------

Студент твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, но при этом допускаются негрубые ошибки при выводе формул и решении задачи или отсутствие некоторых элементов вывода.	25-35	средний
Знает «теоретический минимум», т.е. отвечает на вопрос базового уровня и знает основные понятия, соотношения (без вывода), название и физический смысл величин по другим вопросам билета.	10-20	базовый
Не может ответить на вопрос базового уровня	0	недостаточный

При подведении итогов учитываются результаты текущей аттестации. Полученные за текущую аттестацию баллы суммируются с баллами, полученными за каждый этап при прохождении промежуточной аттестации:

Критерии оценивания экзамена:

- 0-50 баллов - неудовлетворительно (2);
- 51-70 баллов - удовлетворительно (3);
- 71-90 баллов - хорошо (4);
- 91-100 баллов - отлично (5).

Особенности проведения процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья обозначены в рабочей программе дисциплины (модуля).

Уровни сформированности компетенций определяется следующим образом:

1. Высокий уровень сформированности компетенций соответствует оценке отлично: предполагает формирование компетенций на высоком уровне: студент свободно владеет основной терминологией и понятийным аппаратом раздела теоретической физики «Термодинамика», что позволяет формулировать выводы и участвовать в дискуссии по учебным вопросам данной дисциплины; полностью сформировано умение применять полученную теоретическую базу для решения конкретных практических задач и уверенно владеть навыком их решения;
2. Средний уровень соответствует оценке хорошо: предполагает формирование компетенций на среднем уровне: студент хорошо владеет основной терминологией и понятийным аппаратом раздела теоретической физики «Термодинамика»; сформировано умение применять полученную теоретическую базу для решения конкретных практических задач и владеть навыками решения базовых задач по термодинамике;
3. Базовый уровень соответствует оценке удовлетворительно: предполагает формирование компетенций на начальном уровне: студент знает «теоретический минимум» и недостаточно владеет методами решения базовых задач по термодинамике;
4. Низкий уровень соответствует оценке неудовлетворительно: студент не владеет основной терминологией и понятийным аппаратом раздела теоретической физики «Термодинамика»; не владеет навыками решения базовых задач по термодинамике.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Физический факультет
Кафедра общей и теоретической физики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Термодинамика» по направлению подготовки 03.03.03 «Радиофизика»
направленность «Телекоммуникационные системы и информационные технологии» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 18

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

Фонд оценочных средств дисциплины (модуля) одобрен и рекомендован:

Проректор по учебной работе утвждено 24.02.25 А.А. Саламатов

Ученым советом физического факультета

Протокол заседания № 05 от 06.02.2025

Председатель Ученого совета
физического факультета

согласовано

М.А. Загребин

Заседанием кафедры общей и теоретической физики

Протокол заседания № 04 от 30.01.2025

Заведующий кафедрой

согласовано

А. Е. Майер

Автор (составитель)

О. В. Еретнова

**Структура рабочей программы соответствует приказу ректора ФГБОУ ВО «ЧелГУ» от «13»
апреля 2021 г. № 247-1**