

Минобрнауки России  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

**УТВЕРЖДАЮ**



Заведующий кафедрой  
Кургалин Сергей Дмитриевич  
Кафедра цифровых технологий

03.05.2023

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Б1.О.33 Термодинамика

**1. Код и наименование направления подготовки/специальности:**

09.03.02 Информационные системы и технологии

**2. Профиль подготовки/специализация:**

Встраиваемые вычислительные системы и интернет вещей, Информационные системы в телекоммуникациях, Информационные системы и сетевые технологии, Информационные системы и технологии в управлении предприятием, Обработка информации и машинное обучение, Программная инженерия в информационных системах, Информационные технологии в цифровом дизайне

**3. Квалификация (степень) выпускника:**

Бакалавриат

**4. Форма обучения:**

Очная

**5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:**

Кафедра цифровых технологий

**6. Составители программы:**

Крыловецкая Татьяна Алексеевна, к. ф.-м. н., доцент

**7. Рекомендована:** протокол НМС № 7 от 03.05.2023

**8. Учебный год:** 2026-2027      **Семестр(ы):** 7

## 9. Цели и задачи учебной дисциплины:

Целью курса является систематическое изучение основных положений статистической физики и термодинамики.

Задачами учебной дисциплины является формирование у студентов:

- основных законов и положений термодинамики и статистической физики, классических и квантовых распределений;
  - умения использовать математический аппарат термодинамики и статистической физики;-
- навыков термодинамического и статистического анализа простейших систем.

## 10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Термодинамика входит в цикл профессиональных дисциплин в обязательной части блока Б1. Для успешного освоения необходимо предварительное изучение следующих дисциплин: математический анализ, дифференциальные уравнения, уравнения математической физики.

## 11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки),соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников):

Код и название компетенции	Код и название индикатора компетенции	Знания, умения, навыки
ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности;	ОПК-1.1 Знает основы математики, физики, вычислительной техники и программирования	Знать: основные законы и положения термодинамики и статистической физики; классические и квантовые распределения.
ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности;	ОПК-1.2 Умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования	Уметь: использовать математический аппарат термодинамики и статистической физики.
ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности;	ОПК-1.3 Имеет навыки теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности	Владеть: навыками термодинамического и статистического анализа простейших систем.

ОПК-8 Способен применять математические модели, методы и средства проектирования информационных и автоматизированных систем.	ОПК-8.2 Умеет применять на практике математические модели, методы и средства проектирования и автоматизации систем	Уметь: использовать математический аппарат термодинамики и статистической физики.
--	--	---

## 12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час:

4/144

## Форма промежуточной аттестации:

Экзамен

## 13. Виды учебной работы

Вид учебной работы	Семестр 7	Всего
Аудиторные занятия	50	50
Лекционные занятия	34	34
Вид учебной работы	Семестр 7	Всего
Практические занятия	16	16
Лабораторные занятия		0
Самостоятельная работа	58	58
Курсовая работа		0
Промежуточная аттестация	36	36
Часы на контроль	36	36
Всего	144	144

### 13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК
1	Введение	Термодинамика и статистическая физика как теория макроскопических систем. Макроскопическое и микроскопическое описание физических систем. Термодинамические системы. Состояние термодинамического равновесия. Равновесные и неравновесные процессы. Абсолютная температура. Уравнение состояния.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=7392">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=7392</a>

2	Основные понятия и законы термодинамики	Работа, количество теплоты, внутренняя энергия. Первое начало термодинамики. Второе начало термодинамики. Энтропия. Границы применимости второго начала. Третье начало термодинамики.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=7392">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=7392</a>
3	Методы и приложения термодинамики	Метод циклов. Термодинамические потенциалы.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=7392">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=7392</a>

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК
4	Основные представления статистической физики	Механическое и статистическое описание системы. Статистические ансамбли и функции распределения. Фазовое пространство. Теорема Лиувилля.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=7392">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=7392</a>

5	Общие методы статистической механики	<p>Микроканоническое распределение.          Статистический вес и энтропия. Вывод и истолкование основного уравнения термодинамики.          Каноническое распределение Гиббса. Интеграл состояний и свободная энергия.          Распределение по энергии.          Связь канонического распределения с микроканоническим.          Идеальный газ, парадокс Гиббса. Теорема о равномерном распределении кинетической энергии по степеням свободы и теорема о вириале. Квантовое каноническое распределение.          Квантовый осциллятор.          Постулат Нернста.          Недостижимость абсолютного нуля температуры. Системы с переменным числом частиц.          Химический потенциал.          Большое каноническое распределение. Большая статистическая сумма и термодинамический потенциал.</p>	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=7392">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=7392</a>
п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК
6	Статистическая теория идеальных систем	<p>Идеальный одноатомный газ.          Распределение Максвелла и Максвелла-Больцмана.</p>	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=7392">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=7392</a>

7	Теория флуктуаций	Флуктуации основных термодинамических величин. Распределение Гаусса. Использование метода корреляций функции.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=7392">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=7392</a>
---	-------------------	---	---

### 13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Лекционные занятия	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа	Всего
1	Введение	2	0		2	4
2	Основные понятия и законы термодинамики	6	2		6	14
3	Методы и приложения термодинамики	4	2		8	14
4	Основные представления статистической физики	6	4		10	20
5	Общие методы статистической механики	8	6		18	32
6	Статистическая теория идеальных систем	6	2		10	18
7	Теория флуктуаций	2	0		4	6
		34	16	0	58	108

### 14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение дисциплины складывается из аудиторной работы (учебной деятельности, выполняемой под руководством преподавателя) и внеаудиторной работы (учебной деятельности, реализуемой обучающимся самостоятельно).

Аудиторная работа состоит из выполнения практических и лабораторных заданий в объёме, предусмотренном учебным планом.

Самостоятельная работа предполагает углублённое изучение отдельных разделов дисциплины с использованием литературы, рекомендованной преподавателем, а также конспектов практических (лабораторных) занятий. В качестве плана для самостоятельной работы может быть использован раздел 13.1

настоящей рабочей программы, в котором зафиксированы разделы дисциплины и их содержание. В разделе 13.2 рабочей программы определяется количество часов, отводимое на самостоятельную работу по каждому разделу дисциплины. Больше количество часов на

Самостоятельную работу отводится на наиболее трудные разделы дисциплины. Для самостоятельного изучения отдельных разделов дисциплины используется перечень литературы и других ресурсов, перечисленных в пунктах 15 и 16 настоящей рабочей программы.

Успешность освоения дисциплины определяется систематичностью и глубиной аудиторной и внеаудиторной работы обучающегося.

При использовании дистанционных образовательных технологий и электронного обучения выполнять все указания преподавателей, вовремя подключаться к online занятиям, ответственно подходить к заданиям для самостоятельной работы.

#### **15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины**

№ п/п	Источник
1	Аксенова, Е. Н. Общая физика. Термодинамика и молекулярная физика (главы курса) [Электронный ресурс] / Аксенова Е. Н. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2018.— 72 с.— <URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/103058">https://e.lanbook.com/book/103058</a> >
2	Пиралишвили, Ш. А. Молекулярная физика. Термодинамика. Конденсированные состояния [Электронный ресурс] / Пиралишвили Ш. А., Шалагина Е. В., Каляева Н. А., Попкова Е. А. — 2-е изд., доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2017.— 200 с. — <URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/91292">https://e.lanbook.com/book/91292</a> >

#### **б) дополнительная литература:**

№ п/п	Источник
1	Ансельм, А. И. Основы статистической физики и термодинамики : учеб. пособие / А. И. Ансельм .— Москва : Лань, 2007 .— 423 с.—<URL: <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&amp;pl1_id=692">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&amp;pl1_id=692</a> >
2	Базаров, И. П. Термодинамика/ И. П. Базаров. — М. : Высш. шк., 1991. — 376 с.
3	Квасников, И. А. Термодинамика и статистическая физика. Т. 1 : Теория равновесных систем. Термодинамика/ И. А. Квасников. — М. : Едиториал УРСС, 2002. — 240 с.
№ п/п	Источник
4	Квасников, И. А. Термодинамика и статистическая физика. Т. 2 : Теория равновесных систем. Статистическая физика / И. А. Квасников. — М.: Едиториал УРСС, 2002. — 432 с.
5	Квасников, И. А. Термодинамика и статистическая физика. Т. 3 : Теория неравновесных систем / И. А. Квасников. — М.: Едиториал УРСС, 2003. — 448 с.
6	Кубо, Р. Статистическая механика / Р. Кубо. — М.: Мир, 1967. — 452 с.

7	Ландау, Л. Д. Статистическая физика. Ч.1/ Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц. – М.: Наука, 2002. – 616 с.
8	Леонтович, М. А. Введение в термодинамику. Статистическая физика / М. А. Леонтович .— Москва : Лань, 2008 .— 419 с.— <URL: <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&amp;pl1_id=226">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&amp;pl1_id=226</a> >
9	Румер, Ю. Б. Термодинамика, статистическая физика и кинетика/ Ю. Б. Румер, М. Ш. Рывкин. – Новосибирск: Изд-во Новосибирск. ун-та, 2001. – 608 с.
10	Сборник задач по теоретической физике/ Л. Г. Гречко [и др]. – М. : Высш. шк., 1984. – 319 с.
11	Серова, Ф .Г. Сборник задач по теоретической физике / Серова Ф. Г., А. А. Янкина. – М. : Наука, 1979. – 192 с.
12	Терлецкий, Я. П. Статистическая физика/ Я. П. Терлецкий. – М.: Высш. шк., 1994. – 350 с.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы:

№ п/п	Источник
1	Электронная библиотека ВГУ <a href="https://lib.vsu.ru">https://lib.vsu.ru</a>
2	Электронный университет ВГУ <a href="https://edu.vsu.ru">https://edu.vsu.ru</a>
3	ЭБС «Лань» <a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
4	«Университетская библиотека online» <a href="https://biblioclub.ru/">https://biblioclub.ru/</a>
5	«Консультант студента» <a href="http://www.studmedlib.ru/">http://www.studmedlib.ru/</a>
6	«РУКОНТ» (ИТС Контекстум) <a href="https://lib.rucont.ru/">https://lib.rucont.ru/</a>

#### 16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

№ п/п	Источник
1	Аксенова, Е. Н. Общая физика. Термодинамика и молекулярная физика (главы курса) [Электронный ресурс] / Аксенова Е. Н. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2018.— 72 с.— <URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/103058">https://e.lanbook.com/book/103058</a> >
2	Ансельм, А. И. Основы статистической физики и термодинамики : учеб. пособие / А. И. Ансельм .— Москва : Лань, 2007 .— 423 с.—<URL: <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&amp;pl1_id=692">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&amp;pl1_id=692</a> >
3	Леонтович, М. А. Введение в термодинамику. Статистическая физика / М. А. Леонтович .— Москва : Лань, 2008 .— 419 с.— <URL: <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&amp;pl1_id=226">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&amp;pl1_id=226</a> >



4	Пиралишвили, Ш. А. Молекулярная физика. Термодинамика. Конденсированные состояния [Электронный ресурс] / Пиралишвили Ш. А., Шалагина Е. В., Каляева Н. А., Попкова Е. А. — 2-е изд., доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2017.— 200 с. — <URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/91292">https://e.lanbook.com/book/91292</a> >
---	---

**17. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы (при необходимости):**

При реализации дисциплины могут использоваться технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии на базе портала edu.vsu.ru, а также другие доступные ресурсы сети Интернет.

**18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:**

Лекционная аудитория, оснащенная мультимедийным проектором; специализированная мебель: доска меловая или маркерная 1 шт., столы, стулья в необходимом количестве. ОС Windows v.7, 8, 10, набор утилит (архиваторы, файл-менеджеры), LibreOffice v.5-7, Foxit PDF Reader.

**19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций**

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Разделы дисциплины (модули)	Код компетенции	Код индикатора	Оценочные средства для текущей аттестации
1	Разделы 1-7	ОПК-1	ОПК-1.1	Контрольная работа
2	Разделы 1-7	ОПК-1	ОПК-1.2	Контрольная работа
3	Разделы 1-7	ОПК-1	ОПК-1.3	Контрольная работа
4	Разделы 2-7	ОПК-8	ОПК-8.2	Контрольная работа

Промежуточная аттестация

Форма контроля - Экзамен

Оценочные средства для промежуточной аттестации

Комплект КИМ

**20 Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания**

**20.1 Текущий контроль успеваемости**

Текущий контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств: контрольная работа.

**Примеры вариантов контрольных работ:**

**Контрольная работа № 1**

**Вариант 1**

**Часть А**

1. Как изменяется внутренняя энергия идеального газа при адиабатном расширении?
2. При изотермическом сжатии идеального газа внешними силами совершена работа  $A$  над газом. Чему равно количество теплоты  $Q$ , полученное газом в этом процессе, и изменение внутренней энергии газа?
3. Получает или отдает теплоту газ, если при уменьшении его внутренней энергии на 100 Дж надним совершили работу 300 Дж? Чему равно это количество теплоты?
4. Дайте геометрическое толкование количества теплоты, подтвердив его законами термодинамики.

5. За один цикл идеальный газ получил от нагревателя количество теплоты  $Q_1$ , отдал холодильнику количество теплоты  $Q_2$ , совершил работу  $A$  и возвратился в исходное состояние. Чему равно изменение внутренней энергии газа в результате этих процессов?
6. В каком процессе объем газа линейно увеличивается с ростом температуры?
7. Напишите квантовое распределение Гиббса и условие нормировки для него.
8. Как найти энтропию изотермической системы с постоянным числом частиц?
9. Какое из фазовых распределений описывает изотермическую систему с переменным числом частиц? Поясните смысл обозначений.
10. Напишите выражение для функции Гамильтона находящегося во внешнем поле идеального одноатомного газа, состоящего из  $N$  частиц.
11. Объясните смысл множителя  $1/(2\pi\hbar)^{Nf}$  в выражении для фазового объема.
12. Дайте определение относительной флуктуации.
13. Сформулируйте теорему Лиувилля.
14. Напишите условие нормировки большого канонического распределения.
15. Что является основной расчетной характеристикой адиабатически изолированной системы и почему?

#### Часть В

1. Метод термодинамических потенциалов: термодинамический потенциал Гиббса.
2. Механическое описание системы. Фазовое пространство.

#### Часть С

1. Найти связь между теплоемкостями  $C_p$  и  $C_v$  для идеального газа.
2. Для изотермической системы  $N$  невзаимодействующих линейных гармонических осцилляторов, помещенной в однородное электрическое поле напряженности  $E$ , рассчитать свободную энергию (частоты и заряды осцилляторов одинаковы и равны  $w$  и  $e$  соответственно).

### Вариант 2

#### Часть А

1. Как изменяется внутренняя энергия идеального газа при адиабатном расширении?
2. При изотермическом сжатии идеального газа внешними силами совершена работа  $A$  над газом. Чему равно количество теплоты  $Q$ , полученное газом в этом процессе, и изменение внутренней энергии газа?
3. Получает или отдает теплоту газ, если при уменьшении его внутренней энергии на 100 Дж над ним совершили работу 300 Дж? Чему равно это количество теплоты?
4. Дайте геометрическое толкование количества теплоты, подтвердив его законами термодинамики.
5. За один цикл идеальный газ получил от нагревателя количество теплоты  $Q_1$ , отдал холодильнику количество теплоты  $Q_2$ , совершил работу  $A$  и возвратился в исходное состояние. Чему равно изменение внутренней энергии газа в результате этих процессов?
6. В каком процессе объем газа линейно увеличивается с ростом температуры?
7. Напишите квантовое распределение Гиббса и условие нормировки для него.
8. Как найти энтропию изотермической системы с постоянным числом частиц?
9. Какое из фазовых распределений описывает изотермическую систему с переменным числом частиц? Поясните смысл обозначений.

10. Напишите выражение для функции Гамильтона находящегося во внешнем поле идеального одноатомного газа, состоящего из  $N$  частиц.
11. Объясните смысл множителя  $1/(2\pi\hbar)^{Nf}$  в выражении для фазового объема.
12. Дайте определение относительной флуктуации.
13. Сформулируйте теорему Лиувилля.
14. Напишите условие нормировки большого канонического распределения.
15. Что является основной расчетной характеристикой адиабатически изолированной системы и почему?

#### Часть В

1. Метод термодинамических потенциалов: энтальпия.
2. Статистическое описание системы. Фазовое распределение, его свойства.

#### Часть С

1. Найти работу идеального газа при изотермическом расширении от  $V_1$  до  $V_2$ .
2. Найти внутреннюю энергию столба идеального газа высотой  $h$  и площадью  $S$ , находящегося в поле тяжести при температуре  $T$ .

### Вариант 3

#### Часть А

1. Как изменяется внутренняя энергия идеального газа при адиабатном расширении?
2. При изотермическом сжатии идеального газа внешними силами совершена работа  $A$  над газом. Чему равно количество теплоты  $Q$ , полученное газом в этом процессе, и изменение внутренней энергии газа?
3. Получает или отдает теплоту газ, если при уменьшении его внутренней энергии на 100 Дж над ним совершили работу 300 Дж? Чему равно это количество теплоты?
4. Дайте геометрическое толкование количества теплоты, подтвердив его законами термодинамики.
5. За один цикл идеальный газ получил от нагревателя количество теплоты  $Q_1$ , отдал холодильнику количество теплоты  $Q_2$ , совершил работу  $A$  и возвратился в исходное состояние. Чему равно изменение внутренней энергии газа в результате этих процессов?
6. В каком процессе объем газа линейно увеличивается с ростом температуры?
7. Напишите квантовое распределение Гиббса и условие нормировки для него.
8. Как найти энтропию изотермической системы с постоянным числом частиц?
9. Какое из фазовых распределений описывает изотермическую систему с переменным числом частиц? Поясните смысл обозначений.
10. Напишите выражение для функции Гамильтона находящегося во внешнем поле идеального одноатомного газа, состоящего из  $N$  частиц.
11. Объясните смысл множителя  $1/(2\pi\hbar)^{Nf}$  в выражении для фазового объема.
12. Дайте определение относительной флуктуации.
13. Сформулируйте теорему Лиувилля.
14. Напишите условие нормировки большого канонического распределения.
15. Что является основной расчетной характеристикой адиабатически изолированной системы и почему?

## Часть В

1. Общие условия термодинамического равновесия и устойчивости однородной системы на примере изолированной системы.
2. Теорема Лиувилля. Следствия.

## Часть С

1. Считая известным уравнение Ван-дер-Ваальса 
$$\left(p + \frac{a}{V^2}\right)(V - b) = RT$$
 , где  $a$  и  $b$  — постоянные, найти внутреннюю энергию  $E$ .
2. Найти энтропию изолированного одноатомного идеального газа из  $N$  молекул, заключенного в объеме  $V$ .

Описание технологии проведения: контрольная работа проводится в письменной форме.

Обучающемуся случайным образом дается один из вариантов. На выполнение предоставляется 2 академических часа.

Требования к выполнению заданий (или шкалы и критерии оценивания): за успешное выполнение заданий из части А дается 2 балла, из частей В и С – 5 баллов. Максимальная оценка за решение заданий из частей В и С ставится, если работа содержит полное, логически обоснованное и аккуратно оформленное решение (изложение теоретического материала), сопровождающееся всеми необходимыми расчетами. При наличии ошибок и недочетов оценка снижается. Если учащийся допускает грубые ошибки, демонстрируя тем самым непонимание сути проблемы и незнание базового материала, то ставится оценка 0 баллов.

### 20.2 Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств: комплект КИМ.

### Перечень вопросов:

#### 1. Введение

Термодинамика и статистическая физика как теория макроскопических систем.

Термодинамические системы. Состояние термодинамического равновесия. Равновесные и неравновесные процессы.

Абсолютная температура. Уравнение состояния.

#### 02. Основные понятия и законы термодинамики

Работа, количество теплоты, внутренняя энергия. Первое начало термодинамики. Второе начало термодинамики. Энтропия. Границы применимости второго начала.

Третье начало термодинамики.

#### 03. Методы и приложения термодинамики

Метод циклов.

#### 04. Основные представления статистической физики

Механическое и статистическое описание системы.

Статистические ансамбли и функции распределения.

Фазовое пространство. Теорема Лиувилля.

## **05. Общие методы статистической механики** Микроканоническое

распределение.

Статистический вес и энтропия. Вывод и истолкование основного уравнения термодинамики.

Каноническое распределение Гиббса.

Интеграл состояний и свободная энергия. Распределение по энергии. Связь канонического распределения с микроканоническим.

Идеальный газ, парадокс Гиббса.

Теорема о равномерном распределении кинетической энергии по степеням свободы.

Теорема о вириале.

Квантовое каноническое распределение.

Квантовый осциллятор.

Постулат Нернста. Недостижимость абсолютного нуля температуры.

Системы с переменным числом частиц. Химический потенциал. Большое каноническое распределение.

Большая статистическая сумма и термодинамический потенциал.

## **06. Статистическая теория идеальных систем**

Идеальный одноатомный газ. Распределение Максвелла и Максвелла-Больцмана.

## **07. Теория флуктуаций**

Флуктуации основных термодинамических величин.

Распределение Гаусса. Использование метода корреляций функции.

### **Примеры типовых контрольно-измерительных материалов:**

#### **Контрольно-измерительный материал № 1**

1. Абсолютная температура. Уравнение состояния.
2. Распределение Гаусса. Использование метода корреляций функции.

#### **Контрольно-измерительный материал № 2**

1. Фазовое пространство. Теорема Лиувилля.
2. Теорема о вириале.

Описание технологии проведения :обучающемуся случайным образом дается один из экзаменационных билетов. Затем на подготовку предоставляется 2 академических часа. За отведенное время обучающийся должен письменно выполнить задания билета. После этого проводится собеседование, в ходе которого могут быть заданы уточняющие и дополнительные вопросы. При успешном ответе на дополнительные вопросы обучающийся может получить от 0 до 10 дополнительных баллов.

Требования к выполнению заданий, шкалы и критерии оценивания. Максимальная оценка за каждый вопрос - 25 баллов. Для оценивания результатов обучения на экзамене используются следующие показатели:

- 1) знание формулировок физических законов и выражающих их математические уравнения;
- 2) знание базовых методов термодинамики и статистической физики;
- 3) умение понимать суть физических законов;
- 4) умение применять физические законы при рассмотрении явлений природы;

5) владение навыками на основе имеющихся знаний качественно и количественно описывать изученные физические явления и процессы.

Приведённые ниже задания рекомендуется использовать при проведении диагностических работ для оценки остаточных знаний по дисциплине

## ФОС\_09.03.02 Информационные системы и технологии

top/По умолчанию для ФОС\_09.03.02 Информационные системы и технологии

top/По умолчанию для ФОС\_09.03.02 Информационные системы и технологии /ОПК-1/Термодинамика

В изобарном процессе расширения при давлении  $p$  объем газа увеличился на  $dV$  .

...

В изобарном процессе расширения при давлении $p$ объем газа увеличился на $dV$ . Чему равно в этом случае произведение $p dV $ ?			MC
Балл по умолчанию:			1
Случайный порядок ответов			Да
Нумеровать варианты ответов?			а
Штраф за каждую неправильную попытку:			33.3
ID-номер:			
#	Ответы	Отзыв	Оценка
A.	Количеству теплоты, полученному газом.		0
B.	Количеству теплоты, отданному газом.		0
C.	Работе газа над внешними телами.		100
D.	Изменению внутренней энергии газа.		0
E.	Сумме работы и изменения внутренней энергии.		0
Общий отзыв к вопросу:			
Для любого правильного ответа:			
Для любого неправильного ответа:			
Подсказка 1:			
Показать количество правильных ответов (Подсказка 1):		Нет	
Удалить некорректные ответы (Подсказка 1):		Нет	
Теги:			
Позволяет выбрать один или несколько правильных ответов из заданного списка. (MC/MA)			

**В каком процессе газ может совершать работу только за счет передачи ему теплоты?**

В каком процессе газ может совершать работу только за счет передачи ему теплоты?			МС
Балл по умолчанию:			1
Случайный порядок ответов:			Да
Нумеровать варианты ответов?			а
Штраф за каждую неправильную попытку:			33.3
ID-номер:			
#	Ответы	Отзыв	Оценка
A.	Изотермическое расширение.		100
B.	Изобарное сжатие.		0
C.	Адиабатное сжатие.		0
D.	Адиабатное расширение.		0
E.	Изобарное расширение.		0
Общий отзыв к вопросу:			
Для любого правильного ответа:			
Для любого неправильного ответа:			
Подсказка 1:			
Показать количество правильных ответов (Подсказка 1):		Нет	
Удалить некорректные ответы (Подсказка 1):		Нет	
Теги:			
Позволяет выбирать один или несколько правильных ответов из заданного списка. (МС/МА)			



## В каком процессе давление линейно увеличивается с ростом температуры?

В каком процессе давление линейно увеличивается с ростом температуры?			MC
Балл по умолчанию:			1
Случайный порядок ответов			Да
Нумеровать варианты ответов?			а
Штраф за каждую неправильную попытку:			33.3
ID-номер:			
#	Ответы	Отзыв	Оценка
A.	Изобарном.		0
B.	Изохорном.		100
C.	Изотермическом.		0
D.	Адиабатном.		0
E.	В любом изопроцессе.		0
	<b>Общий отзыв к вопросу:</b>		
	<b>Для любого правильного ответа:</b>		
	<b>Для любого неправильного ответа:</b>		
	<b>Подсказка 1:</b>		
	<b>Показать количество правильных ответов (Подсказка 1):</b>	Нет	
	<b>Удалить некорректные ответы (Подсказка 1):</b>	Нет	
	<b>Теги:</b>		
<i>Позволяет выбирать один или несколько правильных ответов из заданного списка. (MC/MA)</i>			

**В сосуде объемом 8,3 м3 находится 0,04 кг гелия при температуре 127 \*С. ...**

В сосуде объемом 8,3 м3 находится 0,04 кг гелия при температуре 127 *С. Определить его давление.			МС
<b>Балл по умолчанию:</b>			1
<b>Случайный порядок ответов</b>			Да
<b>Нумеровать варианты ответов?</b>			а
<b>Штраф за каждую неправильную попытку:</b>			33.3
<b>ID-номер:</b>			
#	Ответы	Отзыв	Оценка
A.	4*103 Па.		100
B.	8*103 Па.		0
C.	1270 Па.		0
D.	2540 Па.		0
E.	8 Па.		0
	<b>Общий отзыв к вопросу:</b>		
	<b>Для любого правильного ответа:</b>		
	<b>Для любого неправильного ответа:</b>		
	<b>Подсказка 1:</b>		
	<b>Показать количество правильных ответов (Подсказка 1):</b>	Нет	
	<b>Удалить некорректные ответы (Подсказка 1):</b>	Нет	
	<b>Теги:</b>		
Позволяет выбирать один или несколько правильных ответов из заданного списка. (МС/МА)			

### В стеклянной трубке, запаянной с одного конца, находятся воздух и столбик ...

В стеклянной трубке, запаянной с одного конца, находятся воздух и столбик ртути, закрывающий воздух в трубке. Какие действия нужно произвести с этой трубкой для измерения давления атмосферного воздуха?			МС
<b>Балл по умолчанию:</b>			1
<b>Случайный порядок ответов</b>			Да
<b>Нумеровать варианты ответов?</b>			а
<b>Штраф за каждую неправильную попытку:</b>			33.3
<b>ID-номер:</b>			
#	Ответы	Отзыв	Оценка
A.	Опустить открытый конец стеклянной трубки в чашку с ртутью и измерить высоту ртутного столба в трубке при вертикальном положении.		0
B.	Измерить длину столба ртути и длину воздушного столба в вертикальном и горизонтальном положениях трубки.		100
C.	Измерить длину воздушного столба и длину столба ртути в горизонтальном положении трубки.		0
D.	Измерить длину воздушного столба и длину столба ртути в вертикальном положении трубки.		0
E.	С помощью весов найти массу трубки с ртутью.		0
<b>Общий отзыв к вопросу:</b>			
<b>Для любого правильного ответа:</b>			
<b>Для любого неправильного ответа:</b>			
<b>Подсказка 1:</b>			
<b>Показать количество правильных ответов (Подсказка 1):</b>		Нет	
<b>Удалить некорректные ответы (Подсказка 1):</b>		Нет	
<b>Теги:</b>			
Позволяет выбирать один или несколько правильных ответов из заданного списка. (МС/МА)			

## Вычислите работу, совершенную внешними силами над газом, если он получил ...

Вычислите работу, совершенную внешними силами над газом, если он получил количество теплоты 100 Дж, а внутренняя энергия его увеличилась на 300 Дж?			МС
Балл по умолчанию:			1
Случайный порядок ответов			Да
Нумеровать варианты ответов?			а
Штраф за каждую неправильную попытку:			33.3
ID-номер:			
#	Ответы	Отзыв	Оценка
A.	400 Дж.		0
B.	300 Дж.		0
C.	200 Дж.		100
D.	100 Дж.		0
E.	0.		0
Общий отзыв к вопросу:			
Для любого правильного ответа:			
Для любого неправильного ответа:			
Подсказка 1:			
Показать количество правильных ответов (Подсказка 1):		Нет	
Удалить некорректные ответы (Подсказка 1):		Нет	
Теги:			
Позволяет выбирать один или несколько правильных ответов из заданного списка. (МС/МА)			

## Единицей какой физической величины является моль?

Единицей какой физической величины является моль?			MC
Балл по умолчанию:			1
Случайный порядок ответов			Да
Нумеровать варианты ответов?			а
Штраф за каждую неправильную попытку:			33.3
ID-номер:			
#	Ответы	Отзыв	Оценка
A.	Единицей массы.		0
B.	Единицей количества вещества.		100
C.	Единицей количества энергии.		0
D.	Единицей количества молекул.		0
E.	Единицей количества частиц вещества.		0
	<b>Общий отзыв к вопросу:</b>		
	<b>Для любого правильного ответа:</b>		
	<b>Для любого неправильного ответа:</b>		
	<b>Подсказка 1:</b>		
	<b>Показать количество правильных ответов (Подсказка 1):</b>	Нет	
	<b>Удалить некорректные ответы (Подсказка 1):</b>	Нет	
	<b>Теги:</b>		
<i>Позволяет выбирать один или несколько правильных ответов из заданного списка. (MC/MA)</i>			

## Как изменится КПД идеальной тепловой машины, работающей по циклу Карно: ...

Как изменится КПД идеальной тепловой машины, работающей по циклу Карно: 1) при повышении температуры нагревателя на ; 2) при понижении температуры холодильника на ?			МС
<b>Балл по умолчанию:</b>			1
<b>Случайный порядок ответов</b>			Да
<b>Нумеровать варианты ответов?</b>			а
<b>Штраф за каждую неправильную попытку:</b>			33.3
<b>ID-номер:</b>			
#	Ответы	Отзыв	Оценка
A.	В первом случае повысится, во втором понизится.		0
B.	В обоих случаях понизится.		0
C.	Повысится одинаково в обоих случаях.		0
D.	Повысится в обоих случаях, но больше при повышении температуры нагревателя.		0
E.	Повысится в обоих случаях, но больше при понижении температуры холодильника.		100
<b>Общий отзыв к вопросу:</b>			
<b>Для любого правильного ответа:</b>			
<b>Для любого неправильного ответа:</b>			
<b>Подсказка 1:</b>			
<b>Показать количество правильных ответов (Подсказка 1):</b>		Нет	
<b>Удалить некорректные ответы (Подсказка 1):</b>		Нет	
<b>Теги:</b>			
<i>Позволяет выбирать один или несколько правильных ответов из заданного списка. (МС/МА)</i>			

### Как изменится средняя кинетическая энергия теплового движения молекул ...

Как изменится средняя кинетическая энергия теплового движения молекул идеального газа при уменьшении абсолютной температуры в 4 раза?			MC
Балл по умолчанию:			1
Случайный порядок ответов			Да
Нумеровать варианты ответов?			а
Штраф за каждую неправильную попытку:			33.3
ID-номер:			
#	Ответы	Отзыв	Оценка
A.	Уменьшится в 2 раза.		0
B.	Уменьшится в 4 раза.		100
C.	Увеличится в 2 раза.		0
D.	Уменьшится в 16 раз.		0
E.	Увеличится в 4 раза.		0
Общий отзыв к вопросу:			
Для любого правильного ответа:			
Для любого неправильного ответа:			
Подсказка 1:			
Показать количество правильных ответов (Подсказка 1):		Нет	
Удалить некорректные ответы (Подсказка 1):		Нет	
Теги:			
Позволяет выбирать один или несколько правильных ответов из заданного списка. (MC/MA)			

## Как изменяется внутренняя энергия идеального газа при изотермическом сжатии?

Как изменяется внутренняя энергия идеального газа при изотермическом сжатии?			MC
Балл по умолчанию:			1
Случайный порядок ответов			Да
Нумеровать варианты ответов?			а
Штраф за каждую неправильную попытку:			33.3
ID-номер:			
#	Ответы	Отзыв	Оценка
A.	Увеличивается.		0
B.	Уменьшается.		0
C.	Не изменяется.		100
D.	Это зависит от количества вещества.		0
E.	Это зависит от величины давления.		0
	<b>Общий отзыв к вопросу:</b>		
	<b>Для любого правильного ответа:</b>		
	<b>Для любого неправильного ответа:</b>		
	<b>Подсказка 1:</b>		
	<b>Показать количество правильных ответов (Подсказка 1):</b>	Нет	
	<b>Удалить некорректные ответы (Подсказка 1):</b>	Нет	
	<b>Теги:</b>		
<i>Позволяет выбирать один или несколько правильных ответов из заданного списка. (MC/MA)</i>			



## Как изменяется внутренняя энергия идеального газа при изохорном нагревании?

Как изменяется внутренняя энергия идеального газа при изохорном нагревании?			MC
Балл по умолчанию:			1
Случайный порядок ответов			Да
Нумеровать варианты ответов?			а
Штраф за каждую неправильную попытку:			33.3
ID-номер:			
#	Ответы	Отзыв	Оценка
A.	Увеличивается.		100
B.	Уменьшается.		0
C.	Не изменяется.		0
D.	Это зависит от количества вещества.		0
E.	Это зависит от величины давления.		0
	<b>Общий отзыв к вопросу:</b>		
	<b>Для любого правильного ответа:</b>		
	<b>Для любого неправильного ответа:</b>		
	<b>Подсказка 1:</b>		
	<b>Показать количество правильных ответов (Подсказка 1):</b>	Нет	
	<b>Удалить некорректные ответы (Подсказка 1):</b>	Нет	
	<b>Теги:</b>		
<i>Позволяет выбирать один или несколько правильных ответов из заданного списка. (MC/MA)</i>			

## Какие из перечисленных ниже видов энергии входят в состав внутренней энергии...

Какие из перечисленных ниже видов энергии входят в состав внутренней энергии тела? 1. Кинетическая энергия теплового движения атомов и молекул тела, 2. Потенциальная энергия взаимодействия атомов и молекул тела между собой, 3. Кинетическая энергия движения тела как целого относительно других тел, 4. Потенциальная энергия взаимодействия тела с другими телами.			МС
<b>Балл по умолчанию:</b>			1
<b>Случайный порядок ответов:</b>			Да
<b>Нумеровать варианты ответов?</b>			а
<b>Штраф за каждую неправильную попытку:</b>			33.3
<b>ID-номер:</b>			
#	Ответы	Отзыв	Оценка
A.	Только 1.		0
B.	1 и 2.		100
C.	Только 3.		0
D.	3 и 4.		0
E.	2, 3 и 4.		0
<b>Общий отзыв к вопросу:</b>			
<b>Для любого правильного ответа:</b>			
<b>Для любого неправильного ответа:</b>			
<b>Подсказка 1:</b>			
<b>Показать количество правильных ответов (Подсказка 1):</b>		Нет	
<b>Удалить некорректные ответы (Подсказка 1):</b>		Нет	
<b>Теги:</b>			
Позволяет выбрать один или несколько правильных ответов из заданного списка. (МС/МА)			

## Какое значение температуры по шкале Цельсия соответствует температуре 100 К ...

Какое значение температуры по шкале Цельсия соответствует температуре 100 К по абсолютной шкале?			MC
Балл по умолчанию:			1
Случайный порядок ответов:			Да
Нумеровать варианты ответов?			а
Штраф за каждую неправильную попытку:			33.3
ID-номер:			
#	Ответы	Отзыв	Оценка
A.	+373,15 0C		0
B.	-373,15 0C		0
C.	+273,15 0C		0
D.	-273,15 0C		0
E.	-173,15 0C		100
Общий отзыв к вопросу:			
Для любого правильного ответа:			
Для любого неправильного ответа:			
Подсказка 1:			
Показать количество правильных ответов (Подсказка 1):		Нет	
Удалить некорректные ответы (Подсказка 1):		Нет	
Теги:			
<i>Позволяет выбирать один или несколько правильных ответов из заданного списка. (MC/MA)</i>			

**Какое из фазовых распределений описывает адиабатически изолированную систему?**

Какое из фазовых распределений описывает адиабатически изолированную систему?			MC
Балл по умолчанию:			1
Случайный порядок ответов:			Да
Нумеровать варианты ответов?			а
Штраф за каждую неправильную попытку:			33.3
ID-номер:			
#	Ответы	Отзыв	Оценка
A.	Микроканоническое распределение.		100
B.	Каноническое распределение.		0
C.	Большое каноническое распределение.		0
D.	Распределение Максвелла-Больцмана.		0
E.	Квантовое каноническое распределение.		0
Общий отзыв к вопросу:			
Для любого правильного ответа:			
Для любого неправильного ответа:			
Подсказка 1:			
Показать количество правильных ответов (Подсказка 1):		Нет	
Удалить некорректные ответы (Подсказка 1):		Нет	
Теги:			
Позволяет выбирать один или несколько правильных ответов из заданного списка. (MC/MA)			

**Какое из фазовых распределений описывает изотермическую систему с переменным ...**

Какое из фазовых распределений описывает изотермическую систему с переменным числом частиц?			MC
<b>Балл по умолчанию:</b>			1
<b>Случайный порядок ответов</b>			Да
<b>Нумеровать варианты ответов?</b>			а
<b>Штраф за каждую неправильную попытку:</b>			33.3
<b>ID-номер:</b>			
#	Ответы	Отзыв	Оценка
A.	Микроканоническое распределение.		0
B.	Каноническое распределение.		0
C.	Большое каноническое распределение.		100
D.	Распределение Максвелла-Больцмана.		0
E.	Квантовое каноническое распределение.		0
	<b>Общий отзыв к вопросу:</b>		
	<b>Для любого правильного ответа:</b>		
	<b>Для любого неправильного ответа:</b>		
	<b>Подсказка 1:</b>		
	<b>Показать количество правильных ответов (Подсказка 1):</b>	Нет	
	<b>Удалить некорректные ответы (Подсказка 1):</b>	Нет	
	<b>Теги:</b>		
<i>Позволяет выбирать один или несколько правильных ответов из заданного списка. (MC/MA)</i>			

## Какое из фазовых распределений относится к одночастичным?

Какое из фазовых распределений относится к одночастичным?			MC
Балл по умолчанию:			1
Случайный порядок ответов:			Да
Нумеровать варианты ответов?			а
Штраф за каждую неправильную попытку:			33.3
ID-номер:			
#	Ответы	Отзыв	Оценка
A.	Микроканоническое распределение.		0
B.	Каноническое распределение.		0
C.	Большое каноническое распределение.		0
D.	Распределение Максвелла-Больцмана.		100
E.	Квантовое каноническое распределение.		0
Общий отзыв к вопросу:			
Для любого правильного ответа:			
Для любого неправильного ответа:			
Подсказка 1:			
Показать количество правильных ответов (Подсказка 1):		Нет	
Удалить некорректные ответы (Подсказка 1):		Нет	
Теги:			
<i>Позволяет выбирать один или несколько правильных ответов из заданного списка. (MC/MA)</i>			

### Какое количество теплоты получено газом, если при уменьшении внутренней ...

Какое количество теплоты получено газом, если при уменьшении внутренней энергии на 100 Дж он совершил работу 300 Дж?			MC
Балл по умолчанию:			1
Случайный порядок ответов			Да
Нумеровать варианты ответов?			а
Штраф за каждую неправильную попытку:			33.3
ID-номер:			
#	Ответы	Отзыв	Оценка
A.	0 Дж.		0
B.	200 Дж.		100
C.	100 Дж.		0
D.	400 Дж.		0
E.	300 Дж.		0
Общий отзыв к вопросу:			
Для любого правильного ответа:			
Для любого неправильного ответа:			
Подсказка 1:			
Показать количество правильных ответов (Подсказка 1):		Нет	
Удалить некорректные ответы (Подсказка 1):		Нет	
Теги:			
Позволяет выбирать один или несколько правильных ответов из заданного списка. (MC/MA)			

**Какой термодинамический потенциал можно определить следующим образом:  $F=U-TS$ ?**

Какой термодинамический потенциал можно определить следующим образом: $F=U-TS$ ?			MC
Балл по умолчанию:			1
Случайный порядок ответов:			Да
Нумеровать варианты ответов?			а
Штраф за каждую неправильную попытку:			33.3
ID-номер:			
#	Ответы	Отзыв	Оценка
A.	Внутреннюю энергию.		0
B.	Энтропию.		0
C.	Энтальпию.		0
D.	Свободную энергию.		100
E.	Термодинамический потенциал Гиббса.		0
	<b>Общий отзыв к вопросу:</b>		
	<b>Для любого правильного ответа:</b>		
	<b>Для любого неправильного ответа:</b>		
	<b>Подсказка 1:</b>		
	<b>Показать количество правильных ответов (Подсказка 1):</b>	Нет	
	<b>Удалить некорректные ответы (Подсказка 1):</b>	Нет	
	<b>Теги:</b>		
Позволяет выбирать один или несколько правильных ответов из заданного списка. (MC/MA)			



**Какой термодинамический потенциал можно определить следующим образом:  
 $I=U+pV$ ?**

Какой термодинамический потенциал можно определить следующим образом: $I=U+pV$ ?			МС
Балл по умолчанию:			1
Случайный порядок ответов			Да
Нумеровать варианты ответов?			а
Штраф за каждую неправильную попытку:			33.3
ID-номер:			
#	Ответы	Отзыв	Оценка
A.	Внутреннюю энергию.		0
B.	Энтропию.		0
C.	Энтальпию.		100
D.	Свободную энергию.		0
E.	Термодинамический потенциал Гиббса.		0
	<b>Общий отзыв к вопросу:</b>		
	<b>Для любого правильного ответа:</b>		
	<b>Для любого неправильного ответа:</b>		
	<b>Подсказка 1:</b>		
	<b>Показать количество правильных ответов (Подсказка 1):</b>	Нет	
	<b>Удалить некорректные ответы (Подсказка 1):</b>	Нет	
	<b>Теги:</b>		
<i>Позволяет выбирать один или несколько правильных ответов из заданного списка.          (МС/МА)</i>			

**Какой термодинамический потенциал можно определить следующим образом:  
 $\Phi = F + pV$ ?**

Какой термодинамический потенциал можно определить следующим образом: $\Phi = F + pV$ ?			МС
Балл по умолчанию:			1
Случайный порядок ответов			Да
Нумеровать варианты ответов?			а
Штраф за каждую неправильную попытку:			33.3
ID-номер:			
#	Ответы	Отзыв	Оценка
A.	Внутреннюю энергию.		0
B.	Энтропию.		0
C.	Энтальпию.		0
D.	Свободную энергию.		0
E.	Термодинамический потенциал Гиббса.		100
	Общий отзыв к вопросу:		
	Для любого правильного ответа:		
	Для любого неправильного ответа:		
	Подсказка 1:		
	Показать количество правильных ответов (Подсказка 1):	Нет	
	Удалить некорректные ответы (Подсказка 1):	Нет	
	Теги:		
<i>Позволяет выбирать один или несколько правильных ответов из заданного списка.          (МС/МА)</i>			

## Какую примерно работу совершают 2 моль идеального газа при изобарном ...

Какую примерно работу совершают 2 моль идеального газа при изобарном нагревании на 1 К?			MC
Балл по умолчанию:			1
Случайный порядок ответов:			Да
Нумеровать варианты ответов?			а
Штраф за каждую неправильную попытку:			33.3
ID-номер:			
#	Ответы	Отзыв	Оценка
A.	1 Дж.		0
B.	2 Дж.		0
C.	8,3 Дж.		0
D.	12,5 Дж.		0
E.	16,6 Дж.		100
Общий отзыв к вопросу:			
Для любого правильного ответа:			
Для любого неправильного ответа:			
Подсказка 1:			
Показать количество правильных ответов (Подсказка 1):		Нет	
Удалить некорректные ответы (Подсказка 1):		Нет	
Теги:			
Позволяет выбирать один или несколько правильных ответов из заданного списка. (MC/MA)			

## Назовите процесс, в котором газ совершает работу только за счет убыли ...

Назовите процесс, в котором газ совершает работу только за счет убыли внутренней энергии.			MC
<b>Балл по умолчанию:</b>			1
<b>Случайный порядок ответов:</b>			Да
<b>Нумеровать варианты ответов?</b>			а
<b>Штраф за каждую неправильную попытку:</b>			33.3
<b>ID-номер:</b>			
#	Ответы	Отзыв	Оценка
A.	Изотермическое расширение.		0
B.	Изобарное сжатие.		0
C.	Адиабатное сжатие.		0
D.	Адиабатное расширение.		100
E.	Изобарное расширение.		0
<b>Общий отзыв к вопросу:</b>			
<b>Для любого правильного ответа:</b>			
<b>Для любого неправильного ответа:</b>			
<b>Подсказка 1:</b>			
<b>Показать количество правильных ответов (Подсказка 1):</b>		Нет	
<b>Удалить некорректные ответы (Подсказка 1):</b>		Нет	
<b>Теги:</b>			
<i>Позволяет выбирать один или несколько правильных ответов из заданного списка. (MC/MA)</i>			

**Объем газа, находящегося под давлением  $10^{^5}$  Па, изобарно возрос от 3 м3 до 5...**

Объем газа, находящегося под давлением $10^{^5}$ Па, изобарно возрос от 3 м3 до 5 м3. Определите работу, совершенную газом при расширении.			МС
<b>Балл по умолчанию:</b>			1
<b>Случайный порядок ответов</b>			Да
<b>Нумеровать варианты ответов?</b>			а
<b>Штраф за каждую неправильную попытку:</b>			33.3
<b>ID-номер:</b>			
#	Ответы	Отзыв	Оценка
A.	3*105 Дж.		0
B.	5*105 Дж.		0
C.	2*105 Дж.		100
D.	4*105 Дж.		0
E.	0 Дж.		0
	<b>Общий отзыв к вопросу:</b>		
	<b>Для любого правильного ответа:</b>		
	<b>Для любого неправильного ответа:</b>		
	<b>Подсказка 1:</b>		
	<b>Показать количество правильных ответов (Подсказка 1):</b>	Нет	
	<b>Удалить некорректные ответы (Подсказка 1):</b>	Нет	
	<b>Теги:</b>		
Позволяет выбирать один или несколько правильных ответов из заданного списка. (МС/МА)			

**Оцените максимальное значение КПД, которое может иметь тепловая машина, если ...**

Оцените максимальное значение КПД, которое может иметь тепловая машина, если температура её нагревателя 627 0С и температура холодильника 27 0С.			МС
<b>Балл по умолчанию:</b>			1
<b>Случайный порядок ответов</b>			Да
<b>Нумеровать варианты ответов?</b>			а
<b>Штраф за каждую неправильную попытку:</b>			33.3
<b>ID-номер:</b>			
#	Ответы	Отзыв	Оценка
A.	~ 96 %.		0
B.	~ 67 %.		100
C.	~ 50 %.		0
D.	~ 33 %.		0
E.	~ 4 %.		0
	<b>Общий отзыв к вопросу:</b>		
	<b>Для любого правильного ответа:</b>		
	<b>Для любого неправильного ответа:</b>		
	<b>Подсказка 1:</b>		
	<b>Показать количество правильных ответов (Подсказка 1):</b>	Нет	
	<b>Удалить некорректные ответы (Подсказка 1):</b>	Нет	
	<b>Теги:</b>		
<i>Позволяет выбирать один или несколько правильных ответов из заданного списка. (МС/МА)</i>			

### При осуществлении какого процесса увеличение абсолютной температуры ...

При осуществлении какого процесса увеличение абсолютной температуры идеального газа в 2 раза приводит к увеличению объема газа в 2 раза?			MC
Балл по умолчанию:			1
Случайный порядок ответов:			Да
Нумеровать варианты ответов?			а
Штраф за каждую неправильную попытку:			33.3
ID-номер:			
#	Ответы	Отзыв	Оценка
A.	Изобарного.		100
B.	Изохорного.		0
C.	Изотермического.		0
D.	Адиабатного.		0
E.	Это может быть получено при осуществлении любого изопроцесса.		0
	<b>Общий отзыв к вопросу:</b>		
	<b>Для любого правильного ответа:</b>		
	<b>Для любого неправильного ответа:</b>		
	<b>Подсказка 1:</b>		
	<b>Показать количество правильных ответов (Подсказка 1):</b>	Нет	
	<b>Удалить некорректные ответы (Подсказка 1):</b>	Нет	
	<b>Теги:</b>		
Позволяет выбирать один или несколько правильных ответов из заданного списка. (MC/MA)			

**Процесс изменения состояния идеального газа осуществляется таким образом, что...**

Процесс изменения состояния идеального газа осуществляется таким образом, что работа внешних сил над газом оказывается в любой момент времени равной изменению внутренней энергии газа . Какой это процесс?			MC
<b>Балл по умолчанию:</b>			1
<b>Случайный порядок ответов</b>			Да
<b>Нумеровать варианты ответов?</b>			а
<b>Штраф за каждую неправильную попытку:</b>			33.3
<b>ID-номер:</b>			
#	Ответы	Отзыв	Оценка
A.	Изотермический.		0
B.	Адиабатный.		100
C.	Изохорный.		0
D.	Изобарный.		0
E.	Это мог быть любой из названных в ответах a-d процесс.		0
<b>Общий отзыв к вопросу:</b>			
<b>Для любого правильного ответа:</b>			
<b>Для любого неправильного ответа:</b>			
<b>Подсказка 1:</b>			
<b>Показать количество правильных ответов (Подсказка 1):</b>		Нет	
<b>Удалить некорректные ответы (Подсказка 1):</b>		Нет	
<b>Теги:</b>			
<i>Позволяет выбирать один или несколько правильных ответов из заданного списка. (MC/MA)</i>			



## Тело участвует в двух процессах. В первом оно совершает работу над другими ...

Тело участвует в двух процессах. В первом оно совершает работу над другими телами. Во втором осуществляется теплопередача от него другим телам. Какой из этих процессов может привести к изменению внутренней энергии тела?			МС
Балл по умолчанию:			1
Случайный порядок ответов			Да
Нумеровать варианты ответов?			а
Штраф за каждую неправильную попытку:			33.3
ID-номер:			
#	Ответы	Отзыв	Оценка
A.	Только первый.		0
B.	Только второй.		0
C.	Первый и второй.		100
D.	Ни один из них.		0
Общий отзыв к вопросу:			
Для любого правильного ответа:			
Для любого неправильного ответа:			
Подсказка 1:			
Показать количество правильных ответов (Подсказка 1):		Нет	
Удалить некорректные ответы (Подсказка 1):		Нет	
Теги:			
Позволяет выбирать один или несколько правильных ответов из заданного списка. (МС/МА)			

**Тепловая машина за один цикл получает от нагревателя количество теплоты 100 Дж и отдает холодильнику 75 Дж. Чему равен КПД машины?**

Тепловая машина за один цикл получает от нагревателя количество теплоты 100 Дж и отдает холодильнику 75 Дж. Чему равен КПД машины?			МС
Балл по умолчанию:			1
Случайный порядок ответов:			Да
Нумеровать варианты ответов?			а
Штраф за каждую неправильную попытку:			33.3
ID-номер:			
#	Ответы	Отзыв	Оценка
A.	75 %.		0
B.	43 %.		0
C.	33 %.		0
D.	25 %.		100
E.	100 %.		0
	Общий отзыв к вопросу:		
	Для любого правильного ответа:		
	Для любого неправильного ответа:		
	Подсказка 1:		
	Показать количество правильных ответов (Подсказка 1):	Нет	
	Удалить некорректные ответы (Подсказка 1):	Нет	
	Теги:		
Позволяет выбирать один или несколько правильных ответов из заданного списка. (МС/МА)			

## Что является основной расчетной характеристикой адиабатически изолированной ...

Что является основной расчетной характеристикой адиабатически изолированной системы?			MC
Балл по умолчанию:			1
Случайный порядок ответов:			Да
Нумеровать варианты ответов?			а
Штраф за каждую неправильную попытку:			33.3
ID-номер:			
#	Ответы	Отзыв	Оценка
A.	Статистический вес.		0
B.	Фазовый объем.		100
C.	Интеграл состояний.		0
D.	Энтропия.		0
E.	Энергия системы.		0
	<b>Общий отзыв к вопросу:</b>		
	<b>Для любого правильного ответа:</b>		
	<b>Для любого неправильного ответа:</b>		
	<b>Подсказка 1:</b>		
	<b>Показать количество правильных ответов (Подсказка 1):</b>	Нет	
	<b>Удалить некорректные ответы (Подсказка 1):</b>	Нет	
	<b>Теги:</b>		
Позволяет выбирать один или несколько правильных ответов из заданного списка. (MC/MA)			

### Что является основной расчетной характеристикой изотермической системы с ...

Что является основной расчетной характеристикой изотермической системы с постоянным числом частиц?			MC
Балл по умолчанию:			1
Случайный порядок ответов			Да
Нумеровать варианты ответов?			а
Штраф за каждую неправильную попытку:			33.3
ID-номер:			
#	Ответы	Отзыв	Оценка
A.	Статистический вес.		0
B.	Фазовый объем.		0
C.	Интеграл состояний.		100
D.	Энтропия.		0
E.	Энергия системы.		0
Общий отзыв к вопросу:			
Для любого правильного ответа:			
Для любого неправильного ответа:			
Подсказка 1:			
Показать количество правильных ответов (Подсказка 1):		Нет	
Удалить некорректные ответы (Подсказка 1):		Нет	
Теги:			
Позволяет выбирать один или несколько правильных ответов из заданного списка. (MC/MA)			

Для оценивания результатов обучения на экзамене используется 4-балльная шкала:

«отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»

Критерии оценивания	Шкала оценок
Средний балл по результатам текущих аттестаций в сумме с оценкой за экзаменационную работу и дополнительными баллами лежит в диапазоне 90–100.	<i>Отлично</i>
Средний балл по результатам текущих аттестаций в сумме с оценкой за экзаменационную работу и дополнительными баллами лежит в диапазоне 70–89.	<i>Хорошо</i>
Средний балл по результатам текущих аттестаций в сумме с оценкой за экзаменационную работу и дополнительными баллами лежит в диапазоне 50–69.	<i>Удовлетворительно</i>
Средний балл по результатам текущих аттестаций в сумме с оценкой за экзаменационную работу и дополнительными баллами меньше 50.	<i>Неудовлетворительно</i>