

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

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

МиКМ

проф. А.В. Ковалев

22.03.2024г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.34 Общая физика

1. Шифр и наименование направления подготовки/специальности:

01.03.03 Механика и математическое моделирование.

2. Профиль подготовки/специализации: Компьютерный инжиниринг в механике сплошных сред

3. Квалификация (степень) выпускника: Бакалавр

4. Форма обучения: Очная

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: Механики и компьютерного моделирования

6. Составители программы:

Гоцев Дмитрий Викторович, доктор физ-мат. наук, профессор, факультет ПММ, кафедра МиКМ, rbgotsev@mail.ru

7. Рекомендована: НМС факультета ПММ протокол №5 от 22.03.2024

8. Учебный год: 2027 - 2028

Семестр(-ы): 7

9. Цели и задачи учебной дисциплины:

Целями освоения дисциплины являются:

изучение фундаментальных понятий физики и ее приложение к современным задачам.

Задачи учебной дисциплины:

Задачей изучения дисциплины является ознакомление студентов с современными и классическими подходами, используемыми в физике, при решении прикладных задач.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП: Дисциплина относится к обязательной части блока Б1. Для освоения дисциплины необходимы знания дисциплин: математический анализ, линейная алгебра, аналитическая геометрия, дифференциальные уравнения. Освоение дисциплины позволит в дальнейшем изучать дисциплины: математическое моделирование, физико-механический практикум и вычислительный эксперимент, а также специальные курсы по профилю подготовки.

11. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ОПК-1	Способен использовать фундаментальные знания, полученные в области математических и естественных наук, в профессиональной деятельности	ОПК-1.1	Решает типовые задачи с учетом основных понятий и общих закономерностей, сформулированных в рамках базовых дисциплин математики, информатики и естественных наук.	Знать: основные положения, законы и методы молекулярной физики, термодинамики, роль и место молекулярной физики и термодинамики в современной научной картине мира границы применимости законов молекулярной физики и термодинамики Уметь: понимать, излагать и критически анализировать базовую информацию в области молекулярной физики и термодинамики, пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами, моделями и методами молекулярной физики и термодинамики самостоятельно осваивать материал,

			<p>выходящий за рамки изученной дисциплины</p> <p>Владеть:</p> <p>навыками поиска информации различными (в том числе и электронными) методами основными понятиями, законами, моделями и методами молекулярной физики и термодинамики, навыками обработки и анализа теоретической и экспериментальной информации в области молекулярной физики и термодинамики</p>
		ОПК-1.2	<p>Применяет системный подход и математические методы в формализации решения прикладных задач.</p> <p>Знать:</p> <p>современные методы анализа и исследований, необходимые для верификации молекулярной физики и термодинамики, принципы использования на практике основных положений, законов и методов молекулярной физики и термодинамики</p> <p>Уметь:</p> <p>выбирать методы анализа и исследований для подтверждения теоретических положений молекулярной физики, и термодинамики, представлять и интерпретировать результаты теоретических исследований</p> <p>Владеть:</p> <p>навыками применения теоретических методов исследования</p>

				<p>в области молекулярной физики и термодинамики, навыками представления и интерпретации результатов теоретических исследований навыками решения проблем, возникающих в ходе исследований, с привлечением необходимого физико-математического аппарата</p>
--	--	--	--	--

12. Структура и содержание учебной дисциплины:

Объем дисциплины в зачетных единицах/часах в соответствии с учебным планом — 4/144.

Форма промежуточной аттестации(зачет/экзамен) экзамен

13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость		
	Всего	По семестрам	
		№ 7	
Контактная работа	80		
В том числе:	лекции	32	32
	практические	48	48
	лабораторные		
Самостоятельная работа	28	28	
Промежуточная аттестация (для экзамена)	36	36	
Итого:	144	144	

13.1 Содержание разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК
1. Лекции			
1	Молекулярная физика. Идеальный газ. Уравнение состояния.	Молекулярно-кинетические представления о веществе. Основные величины характеризующие атомы и молекулы. Агрегатные состояния вещества. Статистический и термодинамический методы.	Курс «Общая физика» https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=15944
2	Молекулярная физика. Идеальный газ. Уравнение состояния.	Идеальный газ. Давление и абсолютная температура. Постоянная Больцмана. Основное уравнение элементарной кинетической теории газов. Уравнение Менделеева - Клапейрона.	Курс «Общая физика» https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=15944
3	Первое начало термодинамик и. Процессы. Теплоемкость	Внутренняя энергия. Работа, теплота. Первый закон термодинамики.	Курс «Общая физика» https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=15944
4	Первое начало термодинамик и. Процессы. Теплоемкость	Обратимые и необратимые процессы. Циклы. Функции состояния. Теплоемкость. Энтальпия. Соотношение между теплоемкостями.	Курс «Общая физика» https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=15944

5	Первое начало термодинамик и. Процессы. Теплоемкость	Процессы в идеальном газе. Принцип работы тепловой машины ее КПД.	Курс «Общая физика» https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=15944
6	Энтропия. Второе начало термодинамик и.	Цикл Карно. Теоремы Карно. Принцип Кельвина. Энтропия. Термодинамическое тождество. Неравенство Клаузиуса. Второй закон термодинамики.	Курс «Общая физика» https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=15944
7	Термодинамические потенциалы	Термодинамические потенциалы, соотношения Максвелла. Взаимодействие молекул в реальном газе. Эффективный диаметр молекул. Потенциал Леннарда-Джонса. Понятие критической температуры.	Курс «Общая физика» https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=15944
8	Фазовые переходы. Газ Ван-дер-Ваальса.	Фазовые переходы 1 рода. Уравнение Клайперона-Клаузиуса. Фазовая диаграмма. Уравнение Ван-дер-Ваальса.	Курс «Общая физика» https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=15944
9	Фазовые переходы. Газ Ван-дер-Ваальса.	Изотермы уравнения Ван-дер-Ваальса. Метастабильные состояния. Критические параметры вещества. Эффект Джоуля-Томсона. 3 закон термодинамики.	Курс «Общая физика» https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=15944
2. Практические занятия			
1	Молекулярная физика. Идеальный газ. Уравнение состояния.	Идеальный газ. Давление и абсолютная температура. Постоянная Больцмана. Основное уравнение элементарной кинетической теории газов. Уравнение Менделеева - Клайперона.	
2	Первое начало термодинамик и. Процессы. Теплоемкость	Внутренняя энергия. Работа, теплота. Первый закон термодинамики. Циклы. Функции состояния. Теплоемкость. Энтальпия. Соотношение между теплоемкостями.	
5	Первое начало термодинамик и. Процессы. Теплоемкость	Процессы в идеальном газе. Принцип работы тепловой машины ее КПД.	
6	Энтропия. Второе начало термодинамик и.	Цикл Карно. Теоремы Карно. Принцип Кельвина. Энтропия. Термодинамическое тождество. Неравенство Клаузиуса. Второй закон термодинамики.	
7	Фазовые переходы. Газ Ван-дер-Ваальса.	Уравнение Ван-дер-Ваальса.	

13.2 Разделы дисциплины и виды занятий:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Виды занятий (часов)			
		Лекции	Практические занятия	СРС	Всего
1.	Молекулярная физика. Идеальный газ. Уравнение состояния.	4	8	2	14
2.	Первое начало термодинамики. Процессы. Теплоемкость	6	14	4	24
3.	Энтропия. Второе начало термодинамики.	8	20	6	34
4.	Термодинамические потенциалы	8		8	16
5.	Фазовые переходы. Газ Ван-дер-Ваальса.	6	6	8	20

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

(рекомендации обучающимся по освоению дисциплины: указание наиболее сложных разделов, работа с конспектами лекций, презентационным материалом, рекомендации по выполнению курсовой работы, по организации самостоятельной работы по дисциплине и др)

На лекционных занятиях студенты знакомятся с основными понятиями курса, их логической взаимосвязью. Изучение тем начинается с лекций, которые составляют основу теоретической подготовки студентов. Лекции читаются с использованием технических средств обучения. На самостоятельной работе студенты развивают и углубляют полученные знания. Знакомство с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, конспект основных положений, терминов, сведений, требующих запоминания и являющихся основополагающими в этой теме, выполнение индивидуальных заданий. Практические занятия позволяют развивать у студентов творческое теоретическое мышление, умение самостоятельно изучать литературу, анализировать практику; учат четко формулировать мысль, вести дискуссию, то есть имеют исключительно важное значение в развитии самостоятельного мышления. При подготовке к практическим занятиям необходимо повторить основные положения и понятия по теме занятия. При использовании дистанционных образовательных технологий и электронного обучения выполнять все указания преподавателей по работе на LMS-платформе, своевременно подключаться к online-занятиям, соблюдать рекомендации по организации самостоятельной работы.

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

(список оформляется в соответствии с требованиями ГОС и ФГОС, используется общая сквозная нумерация для всех видов источников)

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Матвеев А. Н. Молекулярная физика. Высшая школа 2006. [Электронный ресурс] <URL: https://www.studmed.ru/matveev-an-molekulyarnaya-fizika_535eedb06c2.html
2	Иродов И.Е. Задачи по общей физике. М.- Наука. 2010 [Электронный ресурс]

	<URL: https://studizba.com/files/show/pdf/37041-1-i-e-irodov--zadachi-po-obschey-fizike.html
--	---

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
1.	Базаров И.П. Термодинамика. М.- Высшая школа 1983. [Электронный ресурс] <URL: https://studizba.com/files/show/djvu/3385-1-bazarov-i-p-termodinamika.html
2.	Савельев И.В. Курс общей физики в 3 томах. М.- Наука. 1970 [Электронный ресурс] <URL: http://www.orenport.ru/images/doc/833/Saveliev1.pdf

в) информационные электронно-образовательные ресурсы:

№ п/п	Источник
1	Электронная библиотека ВГУ www.lib.vsu.ru
2	Научно-образовательный центр при МИАН http://www.mi.ras.ru/
3	Электронная библиотека механико-математического факультета МГУ http://lib.mexmat.ru/
4	Термодинамика / Д.В. Гоцев. — Образовательный портал «Электронный университет ВГУ». — Режим доступа: https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=15944

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы:

(учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных) работ и др.)

Самостоятельная работа обучающегося должна включать подготовку к практическим занятиям и подготовку к промежуточной аттестации.

Для обеспечения самостоятельной работы студентов в электронном курсе дисциплины на образовательном портале «Электронный университет ВГУ» сформирован учебно-методический комплекс, который включает в себя: программу курса, учебные пособия и справочные материалы, методические указания по выполнению заданий. Студенты получают доступ к данным материалам на первом занятии по дисциплине.

Указанные в учебно-методическом комплексе учебные пособия и справочные материалы, приведены в таблице ниже:

№ п/п	Источник
1	Матвеев А. Н. Молекулярная физика. Высшая школа 2006. [Электронный ресурс] <URL: https://www.studmed.ru/matveev-an-molekulyarnaya-fizika_535eedb06c2.html
2	Иродов И.Е. Задачи по общей физике. М.- Наука. 2010 [Электронный ресурс] <URL: https://studizba.com/files/show/pdf/37041-1-i-e-irodov--zadachi-po-obschey-fizike.html
1.	Базаров И.П. Термодинамика. М.- Высшая школа 1983.

	[Электронный ресурс] <URL: https://studizba.com/files/show/djvu/3385-1-bazarov-i-p-termodinamika.html
2.	Савельев И.В. Курс общей физики в 3 томах. М.- Наука. 1970 [Электронный ресурс] <URL: http://www.orenport.ru/images/doc/833/Saveliev1.pdf
1	Электронная библиотека ВГУ www.lib.vsu.ru
2	Научно-образовательный центр при МИАН http://www.mi.ras.ru/
3	Электронная библиотека механико-математического факультета МГУ http://lib.mexmat.ru/
4	Термодинамика / Д.В. Гоцев. — Образовательный портал «Электронный университет ВГУ». — Режим доступа: https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=15944

17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ), электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):

При реализации дисциплины могут проводиться различные типы лекций (вводная, обзорная и т.д.), применяться дистанционные образовательные технологии в части освоения лекционного материала, самостоятельной работы по дисциплине или отдельным ее разделам.

При реализации дисциплины используются следующие образовательные технологии: логическое построение дисциплины, обозначение теоретического и практического компонентов в учебном материале. Применяются разные типы лекций (вводная, обзорная, информационная, проблемная).

Информационные технологии для реализации учебной дисциплины:

- технологии синхронного и асинхронного взаимодействия студентов и преподавателя посредством служб (сервисов) по пересылке и получению электронных сообщений, в том числе, по сети Интернет а также другие Интернет-ресурсы, приведенные в п.15в.;

- сервис электронной почты для оперативной связи преподавателя и студентов.

Дисциплина реализуется с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, для организации самостоятельной работы обучающихся используется онлайн-курс, размещенный на платформе Электронного университета ВГУ (LMS moodle), а также другие Интернет-ресурсы, приведенные в п.15в.

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины: Лекционная аудитория должна быть оборудована учебной мебелью, компьютером, мультимедийным оборудованием (проектор, экран, средства звуковоспроизведения), допускается переносное оборудование. Практические занятия должны проводиться в специализированной аудитории, оснащенной учебной мебелью и персональными компьютерами с доступом в сеть Интернет (компьютерные классы, студии), мультимедийным оборудованием (мультимедийный проектор, экран, средства звуковоспроизведения), Число рабочих мест в аудитории должно быть таким, чтобы обеспечивалась индивидуальная работа студента на отдельном персональном компьютере.

Для самостоятельной работы необходимы компьютерные классы, помещения, оснащенные компьютерами с доступом к сети Интернет.

Программное обеспечение: Adobe Reader (свободное и/или бесплатное ПО) Microsoft Visual Studio Community Edition (свободное и/или бесплатное ПО), Notepad ++ (свободное и/или бесплатное ПО) Справочно-правовая система Гарант (на сервере) (договор о сотрудничестве №19/08 от 10.12.2006), Mozilla Firefox (свободное и/или бесплатное ПО)

19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

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

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1.	Молекулярная физика. Идеальный газ. Уравнение состояния.	ОПК-1	ОПК-1.1	Собеседование. Практикоориентированные задания/домашние задания
2.	Первое начало термодинамики. Процессы. Теплоемкость	ОПК-1	ОПК-1.1	Собеседование. Практикоориентированные задания/домашние задания
3	Энтропия. Второе начало термодинамики.	ОПК-1	ОПК-1.2	Собеседование. Практикоориентированные задания/домашние задания
4	Термодинамические потенциалы	ОПК-1	ОПК-1.2	Собеседование. Практикоориентированные задания/домашние задания
5	Фазовые переходы. Газ Ван-дер-Ваальса.	ОПК-1	ОПК-5.1	Собеседование. Практикоориентированные задания/домашние задания
Промежуточная аттестация форма контроля - экзамен				Перечень вопросов

20 Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

20.1 Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств: Практикоориентированные задания/домашние задания, Собеседование

(наименование оценочного средства текущего контроля успеваемости)

Перечень заданий из задачников и пособий из п. 16

Описание технологии проведения Решение практикоориентированных заданий происходит в течение 1 часа 30 минут в учебной аудитории, для выполнения домашних заданий предусмотрены часы из СРС Проверка правильности выполнения проводится путем проверки выполненных упражнений

Оценка	Критерии оценок
Отлично	Обосновано получено правильное решение задачи.
Хорошо	Обосновано получено правильное решение задачи, но есть (не более одной) ошибка вычислительного характера.
Удовлетворительно	Верно выбран метод решения. Получено решение задачи но есть более одной ошибки вычислительного характера
Неудовлетворительно	Неправильное решение задачи, причем неверно выбран метод решения.

20.2 Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Собеседование по экзаменационным билетам

(наименование оценочного средства промежуточной аттестации)

Описание технологии проведения. Средство контроля, организованное как решение задач и специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на вы-яснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.

Вопросы к экзамену

1. Молекулярно кинетические представления о веществе (молекула, атомный и молекулярный вес, количество вещества, постоянная Авогадро)
2. Статистический и термодинамический методы
3. Идеальный газ. Давление и абсолютная температура
4. Уравнение состояния Менделеева-Клапейрона
5. Внутренняя энергия и работа идеального газа
6. Теплота. Первый закон термодинамики
7. Обратимые и необратимые процессы
8. Параметры состояния. Равновесное состояние. Квазистатический процесс
9. Обратимый процесс и необратимые процессы. Свойство обратимого процесса
10. Цикл. Функция состояния.
11. Теплоемкость. Энтальпия. Соотношение между теплоемкостями. Формула Майера
12. Изобарический процесс. Нахождение температуры и работы
13. Изохорический процесс. Нахождение Давления и работы
14. Изотермический процесс. Определение давления и работы
15. Адиабатический процесс. Уравнение адиабаты в переменных T, V и в переменных P, V . Определение работы
16. Сравнение работы при адиабатическом и изотермическом процессах
17. Политропический процесс. Уравнение политропы в переменных T, V и в переменных P, V .
18. Принцип работы тепловой машины. КПД тепловой машины.
19. Цикл Карно. КПД цикла Карно.

20. Первая теорема Карно и ее физическое объяснение. Вторая теорема Карно
21. Принцип Кельвина.
22. Энтропия
23. Второй закон термодинамики для обратимых процессов (термодинамическое тождество)
24. Неравенство Клаузиуса. Второй закон термодинамики для необратимых процессов
25. Термодинамические потенциалы. Свободная энергия и энергия Гиббса. Соотношения Максвелла (свойства смешанных производных)
26. Межмолекулярные взаимодействия
27. Термодинамические потенциалы сложных систем и систем с переменным числом частиц
28. Общие условия термодинамического равновесия и устойчивости для случая изолированной системы ($U=const, V=const, N=const$)
29. Общие условия термодинамического равновесия и устойчивости для случая системы в термостате при постоянном объеме ($T=const, V=const, N=const$)
30. Общие условия термодинамического равновесия и устойчивости для случая системы в термостате под постоянным внешним давлением ($T=const, P=const, N=const$)
31. Условия равновесия двухфазной однокомпонентной системы
32. Принцип Ле-Шателье-Брауна
33. Фазовые переходы первого рода
34. Газ Ван-дер-Ваальса. Уравнение состояния Ван-дер-Ваальсовского газа
35. Изотермы уравнения Ван-дер-Ваальса
36. Сжимаемость газа
37. Поверхностное натяжение и давление
38. Роль поверхностного натяжения при образовании новой фазы
39. Охлаждение газа при необратимом адиабатном расширении. Эффект Джоуля-Томсона
40. Охлаждение газа при обратимом адиабатном расширении
41. Третий закон термодинамики

Экзамен проводится на основе КИМ, составленных на основе вопросов для подготовки к экзамену.

Оценка	Критерии оценок
Отлично	Полные и точные ответы на 2 вопроса экзаменационного билета; свободное владение основными терминами и понятиями курса; последовательное и логичное изложение материала курса; законченные выводы и обобщения по теме вопросов; исчерпывающие ответы на вопросы при сдаче экзамена
Хорошо	Полные и точные ответы на 2 вопроса экзаменационного билета; знание основных терминов и понятий курса; последовательное изложение материала курса; умение формулировать некоторые обобщения по теме вопросов; достаточно полные ответы на вопросы при сдаче экзамена
Удовлетворительно	Полный и точный ответ на 1 вопрос экзаменационного билета; удовлетворительное знание основных терминов и понятий курса; удовлетворительное знание и владение методами и средствами решения задач; недостаточно последовательное изложение материала курса; умение

	формулировать отдельные выводы и обобщения по теме вопросов
Неудовлетворитель но	Ответ не более чем на 1 вопрос экзаменационного билета

20.3 Фонд оценочных средств сформированности компетенций студентов, рекомендуемый для проведения диагностических работ:

1) закрытые задания (тестовые, средний уровень сложности):

1. Из предложенных ответов выберите уравнение состояния идеального газа.

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

$$pV = \frac{m}{M} \cdot RT$$

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$$

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{V_2}{V_1}$$

2. Углекислый газ массой 88 кг при давлении $3 \cdot 10^5$ Па и температуре 27°C занимает объем ...

16,62 м³

8,31 м³

1,67 м³

0,0831 м³

3. При изотермическом расширении газа его давление уменьшается, так как уменьшается ...

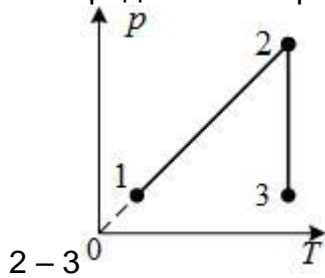
концентрация молекул

средняя кинетическая энергия

масса газа

объем газа

4. Определите по графику изменение объема идеального газа при переходах 1 – 2 и 2 – 3

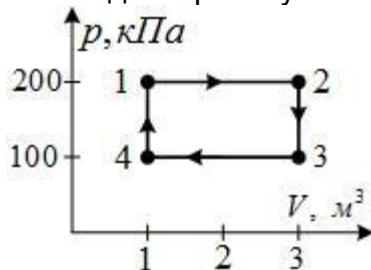


- 1 - 2 не изменится, 2 - 3 уменьшится
- 1 - 2 уменьшится, 2 - 3 уменьшится
- 1 - 2 не изменится, 2 - 3 увеличится
- 1 - 2 увеличится, 2 - 3 увеличится

5. При уменьшении давления в 1,5 раза и уменьшения массы в 6 раз установилась температура 600 К. Определите, на сколько градусов изменилась температура?

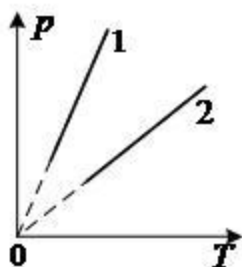
- 450 К
- 400 К
- 150 К
- 100 К

6. Найдите работу газа за термодинамический цикл, представленный на графике



- 200 Дж
- 300 Дж
- 400 Дж
- 600 Дж

7. В двух одинаковых сосудах нагревают один и тот же газ разной массы. Зависимость давления газа от температуры в этих сосудах представлена на рисунке. Сравните массы газов в сосудах.



- $m_1 > m_2$
- $m_1 < m_2$
- $m_1 = m_2$
- надо знать объем сосудов

2) открытые задания (тестовые, повышенный уровень сложности):

1. Сформулируйте первый закон термодинамики
2. Дайте определение обратимых и необратимых процессов
3. Дайте определение понятию функция состояния.
4. Запишите формулу Майера
5. Запишите уравнения адиабаты и политропы
6. Сформулируйте понятие энтропии газовой системы
7. Сформулируйте второй закон термодинамики для обратимых и необратимых

Задания раздела 20.3 рекомендуются к использованию при проведении диагностических работ с целью оценки остаточных знаний по результатам освоения данной дисциплины.