

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Наумова Наталья Александровна
Должность: Ректор
Дата подписания: 24.10.2024 14:21:41
Уникальный программный ключ:
6b5279da4e034bfff679172803da5b7b559fc69e2

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ
Государственное образовательное учреждение высшего образования Московской области
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ОБЛАСТНОЙ УНИВЕРСИТЕТ
(МГОУ)

Факультет физико-математический
Кафедра теоретической физики

УТВЕРЖДЕН на заседании кафедры
Протокол «10» июня 2021 г. № 11
Зав. кафедрой /Беляев В.В./

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине
Термодинамика

Направление подготовки:
03.03.02 Физика

Мытищи
2021

Автор-составитель:

Кузнецов Михаил Михайлович, доктор физико-математических наук,
профессор кафедры теоретической физики,

Чаусов Денис Николаевич, доктор физико-математических наук,
профессор кафедры теоретической физики

Фонд оценочных средств дисциплины «Термодинамика» составлен в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению 03.03.02 Физика, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 07.08.2020 г. № 891.

Дисциплина входит в обязательную часть Блока 1. «Дисциплины (модули)» и является обязательной для изучения.

Год начала подготовки 2021

1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Изучение дисциплины «Термодинамика» модуля «Теоретическая физика» позволяет сформировать у бакалавров следующие компетенции, необходимые для педагогической, культурно-просветительской и научно-исследовательской деятельности:

Код и наименование компетенции	Этапы формирования
ОПК-1 – способность применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности;	1. Работа на учебных занятиях. 2. Самостоятельная работа.

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Оцениваемые компетенции	Уровень сформированности	Этапы формирования	Описание показателей	Критерии оценивания	Шкала оценивания
ОПК-1	Пороговый	1. Работа на учебных занятиях. 2. Самостоятельная работа.	знать основные модели задач в рамках дисциплины с учетом их границ применимости; уметь грамотно использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей	Посещение, доклад, решение задач, домашнее задание, экзамен	41-60
	Продвинутый	1. Работа на учебных занятиях. 2. Самостоятельная работа.	знать основные модели задач в рамках дисциплины с учетом их границ применимости; уметь грамотно использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей владеть методами использования в профессиональной деятельности базовых знаний фундаментальных разделов математики для создания ма-	Посещение, доклад, решение задач, домашнее задание, экзамен	61-100

			тематических моделей типовых профессиональных задач и интерпретации полученных результатов с учетом границ применимости моделей		
--	--	--	---	--	--

3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Примеры домашних заданий

1. Определить теплоёмкость C_p , изотермическую сжимаемость и коэффициент теплового расширения через потенциал Гиббса.
2. Определить термоупругий эффект $(\partial T / \partial p)_S$ системы при адиабатическом процессе. Вычислить его для идеального газа, занимающего объём V и имеющего теплоёмкость C_p .
3. Однотипные идеальные газы с одинаковыми температурой T_0 и числом атомов N находятся в сосудах разного объёма V_1 и V_2 . Определить максимальную полезную работу при их смешивании (соединении). Указание: воспользоваться формулой энтропии: $S = kN[\ln(V/N) + 1.5\ln T] + NS_0(m)$.
4. Вычислить дополнительную энергию и теплоёмкость, приобретаемую газом из N молекул с жёсткими диполями d_0 в слабом ($\epsilon d_0 \ll kT$) электрическом поле с напряжённостью ϵ .
5. Вычислить энтропию газа Ферми при низкой температуре.
6. Получить формулу Планка для теплового излучения в среде, у которой показатель преломления $n(\nu)$ зависит от частоты.
7. Получить уравнение состояния электронного газа при абсолютном нуле температуры.
8. Оценить скорость звука в алмазе, зная, что его дебаевская температура $\theta_D = 1860$ К, а постоянная решётки $d = 1.54$ Å.
9. Определить число столкновений за единицу времени электронов со стенкой сосуда, в котором находится электронный газ при абсолютном нуле температуры.
10. Вычислить полное число фотонов N в объёме V и найти уравнение адиабаты фотонного газа.

Примеры вариантов решения задач

Вариант 1

1. 1 кг двухатомного газа находится под давлением $p = 8 \cdot 10^4$ Па и имеет плотность $\rho = 4$ кг/м³. Найти энергию теплового движения молекул газа при этих условиях.
2. Определить среднюю длину свободного пробега молекул и число соударений за 1 с, происходящих между всеми молекулами кислорода, находящегося в сосуде ёмкостью 2 л при температуре 27 °С и давлении 100 кПа.
3. Какова удельная теплоёмкость при постоянном объёме смеси двух газов, если массы первого газа m_1 , масса второго газа m_2 , величины удельных теплоёмкостей каждого газа равны: c_{v1} и c_{v2} ?
4. До какой температуры нагреется газ, содержащийся в баллоне объёмом V при давлении p_1 и температуре T_1 , если ему сообщить количество теплоты Q ?
5. В жилой комнате было холодно. После того как затопили батареи, температура воздуха повысилась на $\Delta t = 20$ °С. Объём комнаты $V = 150$ м³. Как изменилась внутренняя энергия воздуха, находящегося в комнате?

Вариант 2

1. Чему равна наиболее вероятная скорость движения молекул кислорода при температуре $T = 273 \text{ K}$.
2. Горячая вода некоторой массы отдаёт теплоту холодной воде такой же массы и температуры их становятся одинаковыми. Показать, что энтропия при этом увеличивается.
3. Определить количество теплоты, которое сообщено 2 кг гелия при постоянном объёме, если его температура повысилась на 100 K. На сколько изменилась внутренняя энергия газа и какая работа была совершена им?
4. С какой скоростью должны лететь две мухи навстречу друг другу, чтобы после столкновения от них ничего не осталось?
5. 64 маленькие капельки ртути сливаются в одну каплю. На сколько градусов повысится температура большой капли по сравнению с температурой маленьких капелек? Радиус каждой маленькой капельки – 1 мм.

Темы для доклада

1. Нулевое начало термодинамики. Температура. Газовая температура.
2. Внутренняя энергия. Работа и теплота. Первое начало термодинамики.
3. Первое начало термодинамики в дифференциальной форме записи.
4. Уравнение состояния. Уравнение состояния идеального газа.
5. Опыт Джоуля. Внутренняя энергия идеального газа. Работа при изотермическом изменении объёма идеального газа.
6. Теплоёмкость термодинамической системы. Теплоёмкость при постоянном объёме и постоянном давлении.
7. Равновесный квазистатический процесс. Работа при изменении объёма системы. Адиабатический и изотермический процессы.
8. Адиабатические процессы в газах. Уравнение адиабаты идеального газа.
9. Второе начало термодинамики. Формулировки Кельвина и Клаузиуса.
10. Цикл Карно.
11. Первая теорема о циклах.
12. Абсолютная термодинамическая температура.
13. Коэффициент полезного действия цикла Карно.
14. Эквивалентность абсолютной термодинамической и газовой температур.
15. Вторая теорема о циклах.
16. Энтропия как функция состояния системы. Принцип возрастания энтропии.
17. Неравенство Клаузиуса для энтропии изолированной системы.
18. Дифференциал энтропии и связанные с ним термодинамические соотношения.
19. Энтропия идеального газа в различных переменных.
20. Аддитивность энтропии. Пример необратимого процесса в теплоизолированной системе.
21. Статистическое определение энтропии (энтропия по Больцману).
22. Изотермы реального вещества. Понятие о фазах. Метастабильные состояния.
23. Давление в системе при фазовом равновесии. Вывод формулы Клайперона-Клаузиуса.
24. Уравнение Ван-дер-Ваальса.
25. Критические параметры вещества. Закон соответственных состояний.
26. Термодинамика газа Ван-дер-Ваальса (вычисление $C_p - C_v$).
27. Элементы статистической физики. Фазовая точка. Фазовый объём. Число состояний.
28. Статистический вывод энтропии идеального газа.
29. Распределение Максвелла молекул по импульсам.
30. Различные виды распределений Максвелла (за основу взять распределение Максвелла молекул по импульсам).

Вопросы для экзамена

1. Обратимые и необратимые процессы. Работа и теплота при обратимых и необратимых процессах, их соотношение.
2. Второе начало термодинамики. Формулировка Томсона и формулировка Клаузиуса. Идеальная тепловая машина. Цикл Карно. КПД цикла Карно.
3. Доказательство эквивалентности формулировок второго начала термодинамики по Томсону и Клаузиусу. Равенство Клаузиуса для обратимого цикла. Энтропия. Вторая теорема Карно. Неравенство Клаузиуса.
4. Основное тождество термодинамики. Цикл Карно в S, T - координатах. Энтропия идеального газа. Холодильная машина Карно и её КПД.
5. Первая теорема Карно. Сравнение КПД цикла Карно с КПД других обратимых циклов, использующих тот же нагреватель и холодильник.
6. Интегрирующий множитель и уравнение для его нахождения. Рациональная шкала температур. Термодинамический цикл Стирлинга.
7. Необратимое расширение идеального газа в пустоту, изменение энтропии в этом процессе.
8. Изменение энтропии при смешивании разных газов. Изменение энтропии при выравнивании температур идеальных газов.
9. Третье начало термодинамики. Теорема Нернста. Недостижимость нуля абсолютной температуры.
10. Энтропия и термодинамическая вероятность. Вывод формулы Больцмана для энтропии.
11. Микро- и макросостояния термодинамической системы. Статистический вес макросостояния. Вывод формулы для энтропии идеального газа на основе формулы Больцмана.
12. Статистика Больцмана. Вывод формулы распределения частиц по энергиям для статистики Больцмана.
13. Флуктуации. Среднеквадратическая флуктуация, вывод формулы для неё. Расчёт среднеквадратической флуктуации физической величины, являющейся суммой независимых идентичных флуктуирующих величин.
14. Статистика Бозе-Эйнштейна и статистика Ферми-Дирака: подсчёт статистических весов для них. Распределение Ферми-Дирака и Бозе-Эйнштейна (без вывода).
15. Флуктуации. Среднеквадратичное отклонение. Флуктуация физической величины, являющейся суммой независимых идентичных флуктуирующих величин.
16. Флуктуация плотности молекул в газе, содержащем N молекул и заполняющем объём V .
17. Полное описание термодинамической системы – три основных вида уравнений термодинамики. Уравнение Гиббса для внутренней энергии. Преобразование Лежандра. Термодинамические функции и термодинамические потенциалы: энергия Гельмгольца, энтальпия, энергия Гиббса.
18. Вид полного дифференциала для внутренней энергии, энергии Гельмгольца, энтальпии, энергии Гиббса. Определение термодинамических параметров через частные производные от термодинамических потенциалов.
19. Приращения термодинамических потенциалов при квазистационарных процессах и их физический смысл. Поведение термодинамических потенциалов при необратимых процессах.
20. Применение термодинамического метода – связь различных частных производных, связанных уравнением состояния. Термический коэффициент давления, коэффициент термического расширения, изотермический модуль всестороннего сжатия и связь между ними.
21. Основные формулы математического аппарата функций нескольких переменных, часто применяемые в термодинамике.
22. Соотношения Максвелла.

23. Калорические коэффициенты. Формулы для C_v , C_p , теплоты изотермического возрастания объёма и теплоты изотермического возрастания давления при сжатии h .
24. Калорические коэффициенты. Формулы для них, полученные из рассмотрения полного дифференциала энтропии.
25. Формулы для дифференциала энтропии в общем виде, формула для $C_p - C_v$ в общем виде.
26. Химический потенциал.
27. Подход к вычислению характеристических функций на примере потенциала Гиббса.
28. Реальные газы. Межмолекулярные взаимодействия и их классификация. Потенциал Леннарда-Джонса.
29. Газ Ван-дер-Ваальса. Учёт сил отталкивания. Учёт сил притяжения с использованием явного вида потенциала Леннарда-Джонса. Уравнение состояния газа ВДВ.
30. Подход к учёту сил притяжения в газе Ван-дер-Ваальса на основе введения в рассмотрение сферы молекулярного взаимодействия и потенциальной энергии молекул пристеночного слоя. Независимость внутримолекулярного давления от потенциала взаимодействия молекул газа со стенкой. Уравнение состояния газа ВДВ для произвольной массы газа.

4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Оценивание степени освоения обучающимися дисциплины осуществляется на основе положения «Положение о балльно-рейтинговой системе оценки успеваемости студентов МГОУ», утверждённого решением Учёного совета МГОУ от 20 февраля 2012 г. протокол № 4.

Сопоставимость рейтинговых показателей студента по разным дисциплинам и Балльно-рейтинговой системы оценки успеваемости студентов обеспечивается принятием единого механизма оценки знаний студентов, выраженного в баллах, согласно которому 100 баллов – это полное усвоение знаний по учебной дисциплине, соответствующее требованиям учебной программы.

Максимальный результат, который может быть достигнут студентом по каждому из Блоков рейтинговой оценки – 100 баллов.

Шкала соответствия рейтинговых оценок пятибалльным оценкам:
100 – 81 баллов – «отлично» (5); 80 – 61 баллов – «хорошо» (4); 60 – 41 баллов – «удовлетворительно» (3); до 40 баллов – «неудовлетворительно».

Ответ обучающегося на экзамене оценивается в баллах с учётом шкалы соответствия рейтинговых оценок пятибалльным оценкам.

Оценка по 5-балльной системе		Оценка по 100-балльной системе
5	Отлично	81 – 100
4	Хорошо	61 – 80
3	Удовлетворительно	41 – 60
2	Неудовлетворительно	40 – 21
1	Не аттестован	20-0

В зачётно-экзаменационную ведомость и зачётную книжку выставляются оценки по пятибалльной шкале и рейтинговые оценки в баллах.

При получении студентом на экзамене неудовлетворительной оценки в ведомость выставляется рейтинговая оценка в баллах (<40 баллов), соответствующая фактическим знаниям (ответу) студента.

Критерии оценки знаний студентов в рамках каждой учебной дисциплины или групп дисциплин вырабатываются преподавателями согласованно на кафедрах Университета исходя из требований образовательных стандартов.

Процедура оценивания знаний и умений состоит из следующих составных элементов:

- 1) учёт посещаемости лекционных и практических занятий осуществляется по ведомости, представленной ниже в форме таблицы;
- 2) текущий контроль.

Московский государственный областной университет
Ведомость учёта посещения
Физико-математический факультет

Направление: Физика

Дисциплина: Термодинамика

Группа № _____

Преподаватель: _____

№ п/п	Фамилия И.О. студента	Посещение занятий							Итого %
		1	2	3	4				18
1.		+	–	+	–				61
2.		–	+	+	+				66

Московский государственный областной университет
Ведомость учёта текущей успеваемости
Физико-математический факультет

Направление: Физика

Дисциплина: Термодинамика

Группа № _____

Преподаватель: _____

№ п/п	Фамилия И.О.	Сумма баллов, набранных в семестре				Подпись преподав.	Сумма баллов за зач.	Общая сумма баллов	Итоговая оценка		Подпись преподавателя
		Посещение/конспект до 20 баллов	Решение задач до 10 баллов	Дом. задания до 10 баллов	Доклад до 10 баллов				Ци ф.	Про п.	
1	2	3	4	5	6	7	9	10	11	12	13
1.											
2.											
3.											

Шкала и критерии оценивания посещаемости

Уровни оценивания	Критерии оценивания	Баллы
Высокий (отлично)	Если студент посетил 81-100% от всех занятий.	16-20

<i>Оптимальный(хорошо)</i>	Если студент посетил 61-80% от всех занятий.	11-15
<i>Удовлетворительный</i>	Если студент посетил 41-60% от всех занятий	6-10
<i>Неудовлетворительный</i>	Если студент посетил 0-40% от всех занятий	0-5

Шкала и критерии оценивания написания доклада

Уровни оценивания	Критерии оценивания	Баллы
<i>Высокий(отлично)</i>	Если студент отобразил в докладе 71-90% выбранной темы.	8-10
<i>Оптимальный(хорошо)</i>	Если студент отобразил в докладе 51-70% выбранной темы	5-7
<i>Удовлетворительный</i>	Если студент отобразил в докладе 31-50% выбранной темы	2-4
<i>Неудовлетворительный</i>	Если студент отобразил в докладе 0-30% выбранной темы	0-1

Шкала и критерии оценивания решения задач

Уровни оценивания	Критерии оценивания	Баллы
<i>Высокий(отлично)</i>	Если студент решил 71-90% от всех задач	8-10
<i>Оптимальный(хорошо)</i>	Если студент решил 51-70% от всех задач	5-7
<i>Удовлетворительный</i>	Если студент решил 31-50% от всех задач	2-4
<i>Неудовлетворительный</i>	Если студент решил 0-30% от всех задач	0-1

Шкала и критерии оценивания домашних работ

Уровни оценивания	Критерии оценивания	Баллы
<i>Высокий(отлично)</i>	Если студент решил 71-90% от всех домашних работ	8-10
<i>Оптимальный(хорошо)</i>	Если студент решил 51-70% от всех домашних работ	5-7
<i>Удовлетворительный</i>	Если студент решил 31-50% от всех домашних работ	2-4
<i>Неудовлетворительный</i>	Если студент решил 0-30% от всех домашних работ	0-1

Структура оценивания экзаменационного ответа

Уровни оценивания	Критерии оценивания	Баллы
<i>Высокий</i>	Полные и точные ответы на два 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.	37-50
<i>Оптимальный</i>	Полные и точные ответы на два вопроса экзаменационного билета. Знание основных терминов и понятий курса; последовательное изложение материала курса; умение формулировать некоторые обобщения по теме	23-36

	вопросов; достаточно полные ответы на вопросы при сдаче экзамена.	
<i>Удовлетворительный</i>	Полный и точный ответ на один 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.	9-22
<i>Неудовлетворительный</i>	Полный и точный ответ на один вопрос экзаменационного билета и менее.	0-8