МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Физико-технический факультет

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по учебной работе, качеству образования – первый проректор
_____ Хагуров Т.А.
подпись
« 28 » мая 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.15.02 МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА

Направление подготовки 03.03.02 Физика

Направленность (профиль) Фундаментальная физика

Форма обучения очная

Квалификация бакалавр

Краснодар 2021

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат:
4E23D21DF7CC6DF6D9D04D6AEAE74F342DA725D9
Владелец: Хагуров Темыр Айтечевич
Действителен: с 13.05.2021 до 13.08.2022

Рабочая программа дисциплины «Молекулярная физика» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 03.03.02 «Физика» профиль «Фундаментальная физика».

Программу составил:
М.А. Жужа, доцент кафедры радиофизики
и нанотехнологий ФТФ КубГУ, канд. физ.-мат. наук

подпись

Рабочая программа дисциплины «Молекулярная физика»
утверждена на заседании кафедры радиофизики и нанотехнологий
протокол № 7 «14» апреля 2021 г.
Заведующий кафедрой (разработчика) Копытов Г.Ф.

подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии
физико-технического факультета
протокол № 13 «16» апреля 2021 г.
Председатель УМК факультета Богатов Н.М.

подпись

Рецензенты:

Григорьян Р.Л., исполнительный директор научно-производственной фирмы «Мезон», канд. техн. наук

Исаев В.А., заведующий кафедрой теоретической физики и компьютерных технологий ФГБОУ ВО КубГУ, д-р физ.-мат. наук

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель освоения дисциплины

Учебная дисциплина «Молекулярная физика» ставит своей целью сформировать у студентов базовые теоретические знания об основных явлениях, понятиях, моделях, законах и методах молекулярной физики, а также дать навыки решения задач.

1.2 Задачи дисциплины

– изучение теоретических основ, понятий, законов и методов исследований молекулярной физики;

– ознакомление с границами применимости физических моделей и теорий, используемых для описания свойств веществ на молекулярном уровне;

– овладение навыками и методами решения задач по основным разделам молекулярной физики;

– приобретение умения использовать законы физики для решения естественно-научных и технических задач.

1.3 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Молекулярная физика» относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана. В соответствии с рабочим учебным планом дисциплина изучается на 1 курсе по очной форме обучения. Вид промежуточной аттестации: экзамен.

Для успешного изучения дисциплины необходимы знания школьного курса физики, «Математического анализа» и «Механики». Освоение дисциплины необходимо для изучения других разделов общей физики, а также дисциплин: «Основы биофизики и медицинской физики», «Термодинамика, статистическая физика», «Термодинамика конденсированного состояния».

1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующей компетенции:

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
ОПК-1 Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности	
ОПК-1.1. Понимает теоретические и методологические основания избранной области физико-математических и (или) естественных наук	Знает теоретические основы, понятия, законы и методы исследований молекулярной физики; границы применимости физических моделей и теорий, используемых для описания свойств веществ на молекулярном уровне.
	Умеет применять законы физики для решения естественно-научных и технических задач.
	Владеет навыками и методами решения задач по основным разделам молекулярной физики.

Результаты обучения по дисциплине достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утвержденным учебным планом.

Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих им результатов обучения.

2. Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц (180 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице.

Виды работ		Всего часов	Форма обучения очная 2 семестр (часы)
Контактная работа, в том числе:		**96,3**	**96,3**
Аудиторные занятия (всего):			
занятия лекционного типа		32	32
лабораторные занятия		-	-
практические (семинарские) занятия		64	64
Иная контактная работа:			
Контроль самостоятельной работы (КСР)		4	4
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,3	0,3
Самостоятельная работа, в том числе:		**44**	**44**
Проработка учебного (теоретического) материала		20	20
Выполнение творческих, конструкторских и исследовательских заданий, углубляющих и расширяющих лекционный материал		10	10
Решение задач по молекулярной физике		10	10
Подготовка к текущему контролю		4	4
Контроль:			
Подготовка к экзамену		35,7	35,7
Общая трудоемкость	**час.**	**180**	**180**
	в том числе контактная работа	**96,3**	**96,3**
	зач. ед.	**5**	**5**

2.2 Содержание дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые во 2-м семестре (1 курса) (очная форма обучения)

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР*	СРС
1	Идеальный газ	38	8	20	-	10
2	Явления переноса в газах	26	6	12	-	8
3	Термодинамика	38	10	18	-	10
4	Реальные газы, жидкости и твердые тела	34	8	14	-	12
	ИТОГО по разделам дисциплины	136	32	64	-	40
	Контроль	35,7				
	Контроль самостоятельной работы (КСР)	4				
	Промежуточная аттестация (ИКР)	0,3				
	Подготовка к текущему контролю	4				4
	Общая трудоемкость по дисциплине	180	32	64	-	44

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента.

(*) – Лабораторные работы включены в «Физический практикум», который проводится как отдельная учебная дисциплина.

2.3. Содержание разделов (тем) дисциплины
2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1	Идеальный газ	Молекулярно-кинетическая теория. Моль. Молярная масса. Число Авогадро. Изопроцессы. Уравнение Менделеева-Клапейрона. Закон Дальтона. Молярная масса смеси.	Устный опрос, тестирование, проверка домашнего задания
2		Основное уравнение молекулярно-кинетической теории идеального газа.	
3		Барометрическая формула. Распределение Больцмана.	
4		Распределение молекул газа по скоростям (распределение Максвелла).	
5	Явления переноса в газах	Эффективный диаметр и сечение молекулы. Средняя длина свободного пробега и число столкновений. Вакуум.	Устный опрос, тестирование, проверка домашнего задания
6		Диффузия в газах. Закон Фика. Внутреннее трение. Формула Ньютона.	
7		Теплопроводность. Закон Фурье.	
8	Термодинамика	Работа газа. Первый закон термодинамики и его применение к изопроцессам.	Устный опрос, тестирование, проверка домашнего задания
9		Теплоемкость идеального газа. Уравнение Майера.	
10		Адиабатический процесс. Политропический процесс.	
11		Энтропия. Второй закон термодинамики. Третий закон термодинамики. Расчет изменения энтропии в процессах идеального газа, при нагревании и плавлении.	
12		Тепловая машина. Цикл Карно. Теоремы Карно. Холодильная машина.	
13	Реальные газы, жидкости и твердые тела	Реальные газы. Критическое состояние. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Эффект Джоуля – Томсона. Энтальпия.	Устный опрос, проверка домашнего задания
14		Жидкости. Свободная энергия. Поверхностное натяжение. Условия равновесия на границе двух жидкостей и на границе жидкость – твердое тело. Смачивание, несмачивание.	
15		Давление под искривленной поверхностью жидкости. Формула Лапласа. Капиллярные явления.	
16		Кристаллические твёрдые тела и их теплоёмкость. Фазовые переходы первого и второго рода. Уравнение Клапейрона – Клаузиуса. Диаграмма состояний.	

2.3.2 Занятия семинарского типа (практические / семинарские занятия)

№	Наименование раздела (темы)	Тематика занятий	Форма текущего контроля
1.	Идеальный газ	Молекулярно-кинетическая теория. Моль. Молярная масса. Число Авогадро.	Устный опрос
2.		Изопроцессы.	Устный опрос. Тестирование. Проверка домашнего задания
3.		Уравнение Менделеева-Клапейрона.	
4.		Закон Дальтона. Молярная масса смеси.	
5.		Основное уравнение молекулярно-кинетической теории идеального газа.	
6.		Внутренняя энергия идеального газа. Средняя квадратичная скорость.	

7.	Идеальный газ	Барометрическая формула.	Устный опрос. Тестирование. Проверка домашнего задания
8.		Распределение Больцмана.	
9.		Распределение молекул газа по скоростям (распределение Максвелла).	
10.		Письменная контрольная работа.	
11.	Явления переноса в газах	Эффективные диаметр и сечение молекулы.	Устный опрос. Тестирование. Проверка домашнего задания
12.		Средняя длина свободного пробега и число столкновений. Вакуум.	
13.		Диффузия в газах. Закон Фика.	
14.		Внутреннее трение. Формула Ньютона.	
15.		Теплопроводность. Закон Фурье.	
16.		Письменная контрольная работа.	
17.	Термодинамика	Работа газа. Первый закон термодинамики и его применение к изопроцессам.	Устный опрос. Тестирование. Проверка домашнего задания
18.		Теплоемкость идеального газа. Уравнение Майера.	
19.		Адиабатический процесс.	
20.		Политропический процесс.	
21.		Энтропия. Второй закон термодинамики. Третий закон термодинамики.	
22.		Расчет изменения энтропии в процессах идеального газа (при постоянных P, V, T, Q), при нагревании и плавлении.	
23.		Цикл Карно. Теоремы Карно. Холодильная машина.	
24.		Расчеты КПД различных циклов.	
25.		Письменная контрольная работа.	
26.	Реальные газы, жидкости и твердые тела	Реальные газы. Критическое состояние. Уравнение Ван-дер-Ваальса.	Устный опрос. Тестирование. Проверка домашнего задания
27.		Жидкости. Поверхностное натяжение. Поверхностно-активные вещества. Условия равновесия на границе двух жидкостей и на границе жидкость – твердое тело.	
28.		Давление под искривленной поверхностью жидкости. Формула Лапласа.	
29.		Капилляры.	
30.		Твердые тела. Дефекты в кристаллах. Теплоемкость твердых тел.	
31.		Агрегатные состояния вещества. Фазовые переходы первого и второго рода. Уравнение Клапейрона – Клаузиуса. Диаграмма состояний.	
32.		Письменная контрольная работа.	

2.3.3 Лабораторные занятия

В данной учебной дисциплине лабораторные занятия не предусмотрены. Однако, одновременно с лекциями и семинарскими занятиями по молекулярной физике проводится «Физический практикум», который выделен как отдельная самостоятельная учебная дисциплина.

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы – не предусмотрены.

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1.	Проработка теоретического материала	Методические указания по изучению теоретического материала, утвержденные кафедрой радиофизики и нанотехнологий, протокол № 7 от 20.03.2017.
2.	Выполнение творческих, конструкторских и исследовательских заданий	1. Жужа М.А. Молекулярная физика: тексты лекций (с заданиями по ТРИЗ) / М.А. Жужа. – Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2011. 2. Материалы в электронном виде в среде модульного динамического обучения Moodle КубГУ на сайте http://moodle.kubsu.ru информация по теории решения изобретательских задач (ТРИЗ) для развития творческих способностей. 3. Методические указания к самостоятельной работе студента для выполнения творческих заданий по решению изобретательских задач, утвержденные кафедрой радиофизики и нанотехнологий, протокол № 7 от 20.03.2017.
3.	Решение задач по молекулярной физике	1. Методические указания для решения задач по физике, утвержденные кафедрой радиофизики и нанотехнологий, протокол № 7 от 20.03.2017. 2. Материалы в электронном виде в среде модульного динамического обучения Moodle КубГУ на сайте http://moodle.kubsu.ru примеры решения задач и краткие рекомендации по их решению.

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины

В ходе изучения дисциплины предусмотрено использование следующих образовательных технологий: лекции, практические (семинарские) занятия, проблемное обучение, самостоятельная работа студентов. Кроме того, в конце каждого лекционного занятия студентам предлагаются для выполнения творческие, конструкторские и исследовательские задания, углубляющие и расширяющие лекционный материал, развивающие инновационное мышление и фантазию. Задания основаны на современной технологии творчества – теории решения изобретательских задач (ТРИЗ), и результаты выполнения этих заданий обсуждаются на следующей лекции или семинарском занятии.

Компетентностный подход в рамках преподавания дисциплины реализуется в использовании интерактивных технологий и активных методов (разбор конкретных ситуаций, дискуссия, выполнение творческих заданий) в сочетании с внеаудиторной работой.

Информационные технологии, применяемые при изучении дисциплины: использование информационных ресурсов, доступных в информационно-телекоммуникационной сети Интернет. Информационно-коммуникационные технологии представлены также средой модульного динамического обучения Moodle. На сайте Moodle КубГУ создан электронный курс «Молекулярная физика для ФТФ» для обеспечения интернет-поддержки обучения. Студентам доступны следующие учебно-методические материалы в электронном виде: конспекты лекций, примеры решения задач, описания лабораторных работ с ре-

комендациями по их оформлению и защите, тесты, задания к семинарским занятиям, перечни учебной литературы и экзаменационных вопросов, информация о рациональных приёмах запоминания учебного материала и быстрому конспектированию, материалы для развития творческих способностей.

Адаптивные образовательные технологии, применяемые при изучении дисциплины – для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «Молекулярная физика».

Оценочные средства включают контрольные материалы для проведения **текущего контроля** в форме контрольных вопросов для устного опроса, тестовых заданий, контрольных работ, творческих заданий для самостоятельной работы и **промежуточной аттестации** в форме вопросов к экзамену.

Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации

№ п/п	Код и наименование индикатора (в соответствии с п. 1.4)	Результаты обучения (в соответствии с п. 1.4)	Наименование оценочного средства	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	ОПК-1.1. Понимает теоретические и методологические основания избранной области физико-математических и (или) естественных наук	Знает теоретические основы, понятия, законы и методы исследований молекулярной физики; границы применимости физических моделей и теорий, используемых для описания свойств веществ на молекулярном уровне.	Вопросы 1-65 для устного опроса.	Вопросы на экзамене 1-22.
2	ОПК-1.1. Понимает теоретические и методологические основания избранной области физико-математических и (или) естественных наук	Умеет применять законы физики для решения естественно-научных и технических задач.	Творческие задания 1-17 для самостоятельной работы.	-
3	ОПК-1.1. Понимает теоретические и методологические основания избранной области физико-математических и (или) естественных наук	Владеет навыками и методами решения задач по основным разделам молекулярной физики.	Тесты 1-4. Контрольные работы 1-4. Домашние задания.	-

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

Контрольные вопросы для устного опроса по разделам учебной программы

Раздел 1. Идеальный газ.

1. Какие физические модели использует молекулярная физика?
2. Охарактеризуйте методы описания физических систем в молекулярной физике.
3. Опишите простейшую модель вещества – идеальный газ.
4. Чем отличаются кристаллические тела от аморфных?
5. Каков физический смысл постоянной Авогадро?
6. В чём заключается молекулярно-кинетическое толкование давления газа?

7. Запишите все формулы для газовых законов.

8. Почему колебательная степень свободы обладает вдвое большей энергией, чем поступательная и вращательная?

9. Какие упрощения делались при выводе барометрической формулы?

10. Как можно приблизительно оценить высоту атмосферы?

11. Объясните физический смысл распределения Больцмана. Как связано это распределение и барометрическая формула?

12. Каков физический смысл функции распределения молекул по скоростям?

Раздел 2. Явления переноса в газах.

13. Что такое вакуум в техническом смысле?

14. Приведите примеры использования вакуума в технических устройствах.

15. В чём сущность явлений переноса? Каковы они и при каких условиях возникают?

16. Почему диффузия жидкостей происходит значительно медленнее, чем диффузия газов?

17. Что называют коэффициентом диффузии (вязкости, теплопроводности)? От каких параметров он зависит для газов?

18. Почему во всех формулах для явлений переноса стоит знак «минус»?

19. Как вязкость газов зависит от температуры?

Раздел 3. Термодинамика.

20. Разъясните понятие стационарного состояния. Что называют закрытой и открытой системами?

21. Что такое внутренняя энергия идеального газа, и при каких условиях она может измениться?

22. Дайте определение теплоёмкости тела и удельной (молярной) теплоемкости вещества.

23. Почему теплоёмкость C_p больше теплоёмкости C_v?

24. Что происходит с температурой газа, если он расширяется при постоянном давлении?

25. Что происходит с температурой газа, если он расширяется адиабатически?

26. В дизельном двигателе воздух подвергается очень сильному и быстрому сжатию. Для чего это делается?

27. Когда совершается бóльшая работа: при изотермическом или адиабатическом расширении газа от объёма V_1 до объема V_2?

28. Почему все реальные процессы необратимы?

29. Что такое энтропия? Какая связь энтропии со вторым и третьим законами термодинамики? Укажите связь энтропии с термодинамической вероятностью.

30. Может ли энтропия убывать: а) в замкнутой системе; б) в незамкнутой системе?

31. Объясните работу тепловой машины, используя диаграмму циклического процесса. Зачем тепловой машине нужен «холодильник»?

32. Почему двигатели внутреннего сгорания имеют более высокий КПД, чем паровые машины?

33. Как изменится КПД цикла Карно, если температуры нагревателя и холодильника одновременно увеличить (уменьшить) на одинаковую величину ΔT?

34. На графике цикла Карно покажите участки, на котором газ сам совершает работу, и участки, где над газом совершается работа.

35. Какие конструкции «вечных двигателей» «созданы» по законам молекулярной физики?

Раздел 4. Реальные газы, жидкости и твердые тела.

36. Объясните с точки зрения МКТ: а) возможность сжатия тела под давлением; б) невозможность бесконечного сжатия тел; в) расширение тела при нагревании; г) растворение соли в воде; д) текучесть жидкости и сохранение формы твёрдыми телами.

37. Чем отличаются реальные газы от идеальных?

38. Из каких предпосылок выводится уравнение Ван-дер-Ваальса?

39. Объясните различие экспериментальных изотерм и изотерм, соответствующих уравнению Ван-дер-Ваальса.

40. Что происходит с насыщенным паром: а) при уменьшении его объёма; б) при увеличении его объёма; в) при понижении температуры; г) при повышении температуры?

41. В каких технических устройствах используются метастабильные состояния?

42. Можно ли, сжимая водяной пар при температуре 150 °С, превратить его в воду? Дайте пояснения.

43. Какова сущность эффекта Джоуля – Томсона? Когда он положителен? Отрицателен?

44. Как можно использовать эффект Джоуля – Томсона для сжижения газов?

45. Как опытным путём определить коэффициент поверхностного натяжения жидкости?

46. Какую жидкость можно налить в стакан выше его краёв?

47. Что произошло бы с жидкостью, налитой в сосуд, находящейся на искусственном спутнике Земли?

48. Почему у всех веществ поверхностное натяжение уменьшается с увеличением температуры?

49. Жидкие лекарства часто отмеряют каплями. Является ли это достаточно точной мерой?

50. Что представляют собой поверхностно-активные вещества и где они используются?

51. От чего зависит высота поднятия смачивающей жидкости в капилляре?

52. Укажите примеры капиллярных явлений.

53. Чем отличаются кристаллические тела от аморфных?

54. В чём заключается анизотропия кристаллов?

55. Все металлы имеют кристаллическую структуру, однако свойство анизотропии в механических, тепловых и электрических явлениях у металлов на практике проявляется очень редко. Почему?

56. Как можно классифицировать кристаллы?

57. Какая зависимость существует между коэффициентами линейного и объёмного расширения? Как её доказать?

58. Что такое «биметалл» и где он применяется?

59. Как получить закон Дюлонга и Пти, используя классическую теорию теплоёмкости?

60. Вещество в одном сосуде находится в жидком и твёрдом состоянии. Почему при нагревании этой смеси её температура не поднимается?

61. Чем отличается фазовый переход первого рода от фазового перехода второго рода?

62. Приведите примеры фазовых переходов первого и второго рода.

63. Почему за самолётом, летящим на большой высоте, возникает облачный след?

64. Почему во время снегопада температура воздуха обычно повышается?

65. О каких физических характеристиках вещества можно узнать из фазовой диаграммы состояния?

Тесты по разделам учебной дисциплины

Тест 1. Идеальный газ.

1. На рис. 1 представлен график зависимости давления 1 моля идеального газа от его объема для некоторого процесса. Какой из графиков на рис. 2 может соответствовать зависимости объема газа от температуры для такого процесса.

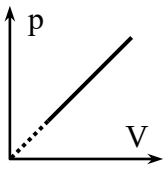


Рис. 1

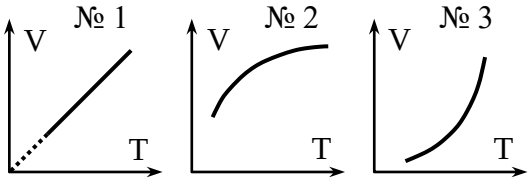


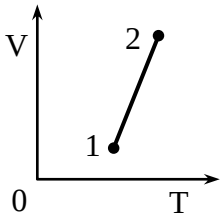
Рис. 2

(№ 1. № 2. № 3. Ни один из графиков.)

2. Оцените объем, который занял бы воздух в квартире общей площадью 35 м^2 (высота потолков 3 м), если бы его сжать до такой степени, чтобы молекулы касались друг друга. **(1 см^3. 10 см^3. 100 см^3. 1 дм^3. 10 дм^3. 100 дм^3. 1 м^3.)**

3. Чему равна энергия вращательного движения молекул, содержащихся в 1 кг азота при температуре 7 °С? **(8,31 Дж. 27 Дж. 103 Дж. 83,1 кДж. 10 МДж)**

4. Как изменится давление идеального газа при его переходе из состояния 1 в состояние 2 (см. рис.)?



(**Увеличится. Не изменится. Уменьшится. Процесс невозможен**.)

5. В двух сосудах находятся идеальные газы. Масса молекул газа в первом сосуде в 2 раза больше массы молекул газа во втором сосуде. Чему равно отношение давления газа в первом сосуде к давлению газа во втором сосуде при одинаковых значениях концентраций молекул и температуры?

(**1/4. 1/2. 1. 2. 4**.)

Тест 2. Явления переноса в газах.

1. Через цилиндрический металлический стержень радиусом r_1 и длиной L_1 при разности температур у его концов ΔT за 1 с осуществляется передача количества теплоты 4 Дж. Какое количество теплоты будет передано через стержень из такого же материала и при такой же разности температур, но вдвое большей длины и вдвое большего радиуса?

(1 Дж. 2 Дж. 4 Дж. 8 Дж. 16 Дж. 32 Дж.)

2. Идеальный газ совершил изотермический процесс, в результате которого его давление возросло в n раз. Как и во сколько раз изменилась средняя длина свободного пробега?

(Увеличилась в n раз. Увеличилась в $\sqrt{n}$ раз. Не изменилась. Уменьшилась в $\sqrt{n}$ раз. Уменьшилась в n раз.)

3. Как зависят средняя длина свободного пробега λ и число столкновений ν каждой молекулы в единицу времени от абсолютной температуры идеального газа, если газ совершает изохорический процесс?

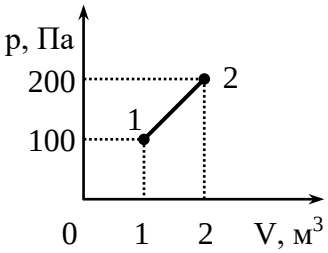
А. $\lambda \sim T$, $\nu \sim 1/\sqrt{T}$. **Б.** $\lambda \sim \sqrt{T}$, $\nu \sim 1/T$. **В.** $\lambda = const$, $\nu \sim \sqrt{T}$. **Г.** $\lambda \sim 1/T$, $\nu = const$.

4. Средняя скорость молекул воздуха при нормальных условиях составляет $\langle \upsilon \rangle = 450$ м/с. Принимая диаметр «молекулы воздуха» равным d = 0,3 нм, оценить время свободного пробега молекул τ. **(0,21 нс. 1,3 нс. 36 мкс. 52 мс. 278 мс)**

5. Основным источником тепловых потерь в доме являются окна. Вычислите тепловой поток в единицу времени через стеклянное окно площадью 2 м × 1,5 м толщиной 3 мм, если температуры внутренней и внешней поверхности стекла равны соответственно 15 °С и 14 °С. Коэффициент теплопроводности стекла равен 0,84 Вт/(м·К).

(15 Вт. 34 Вт. 105 Вт. 840 Вт. 27 кВт)

Тест 3. Термодинамика.



1. На диаграмме (p,V) представлен график зависимости давления газа от его объема. Чему равна работа газа при переходе из состояния 1 в состояние 2?

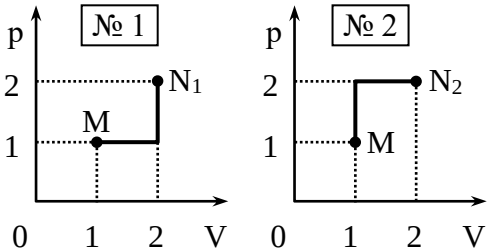
(100 Дж. 150 Дж. 200 Дж. 250 Дж. 300 Дж.)

2. Каким выражением определяется внутренняя энергия 8 г водорода при температуре T?

(**3/2 kT. 3/2 RT. 5/2 RT. 4 RT. 8 RT. 10 RT**.)

3. Сравнить (указать: <, ≤, >, ≥, =) работы идеального газа при изотермическом (A_1) и адиабатическом (A_2) его расширении. Начальные состояния и конечные объемы одинаковы.

($A_1 < A_2$. $A_1 = A_2$. $A_1 > A_2$.)



4. На диаграммах № 1 и № 2 представлены два процесса изменения состояния идеального газа. В первом и во втором случае внутренняя энергия газа в исходном состоянии M одинакова. Каково соотношение между значениями количества теплоты ΔQ_1 и ΔQ_2, необходимых для перевода газа в состояния, отмеченные на диаграммах точками N1 и N2?

($\Delta Q_1 = \Delta Q_2$, $\Delta Q_1 > \Delta Q_2$, $\Delta Q_1 < \Delta Q_2$)

5. Тело с независящей от температуры теплоемкостью C = 20 Дж/К нагревается от 20 °C до 100 °C. Определить количество теплоты Q, полученное телом.

(**200 Дж. 800 Дж. 1000 Дж. 1600 Дж. 2000 Дж**.)

Тест 4. Реальные газы, жидкости и твердые тела.

1. Оцените, во сколько раз увеличивается среднее расстояние между молекулами воды при переходе воды из твердого в газообразное состояние при нормальном давлении?

(В 10 раз. В 100 раз. В 1000 раз. В 10 000 раз.)

2. Как изменится давление насыщенного пара при изотермическом уменьшении его объема? **(Увеличится. Уменьшится. Не изменится.)**

3. При погружении в жидкость капиллярной стеклянной трубки уровень жидкости в ней поднялся на 4 мм над уровнем жидкости в сосуде. Какова высота подъема уровня той же жидкости в стеклянной трубке с отверстием в 2 раза большего диаметра?

(0,5 мм. 1 мм. 2 мм. 4 мм. 8 мм.)

4. 7 г азота изотермически расширяются от объема 2 л до объема 5,44 л. Найти прирост энтропии при этом процессе

(1 Дж/К. 2 Дж/К. 5 Дж/К. 11 Дж/К. 83 Дж/К.)

5. Пользуясь законом Дюлонга и Пти, найти удельную теплоемкость железа (молярная масса железа равна M = 0,056 кг/моль).

(130 Дж/(кг·К). 328 Дж/(кг·К). 445 Дж/(кг·К). 470 Дж/(кг·К). 520 Дж/(кг·К).)

Контрольные работы по разделам учебной дисциплины

Контрольная работа 1. Идеальный газ.

1. Оцените, сколько молекул вы вдыхаете, если при одном вдохе получаете 1 л воздуха.

2. Молекулы газа распределены по объему в среднем равномерно. Известна концентрация молекул n. Оценить среднее расстояние < r > между молекулами.

3. В сосуде объемом 1 м^3 при температуре 27 °C находится смесь двух идеальных газов: 10^{24} молекул кислорода и 2 моля водорода. Найти давление смеси газов.

4. Полагая температуру воздуха, молярную массу и ускорение свободного падения не зависящими от высоты, определить, на какой высоте над уровнем моря плотность воздуха меньше своего значения на уровне моря в 2 раза. Температуру воздуха принять равной 0 °С.

5. Какая средняя энергия $\langle\varepsilon\rangle$ приходится в состоянии термодинамического равновесия при температуре T, – в соответствии с классическим законом равнораспределения, – на одну: а) поступательную степень свободы; б) вращательную степень свободы; в) колебательную степень свободы?

Контрольная работа 2. Явления переноса в газах.

1. Найти коэффициент диффузии водорода при нормальных условиях, если средняя длина свободного пробега молекул при этих условиях равна 0,16 мкм.

2. Определить среднюю длину свободного пробега молекул азота при температуре 27 °С и давлении 300 Па. Диаметр молекулы азота принять равным 0,3 нм.

3. Какое предельное число молекул газа должно находится в 1 см^3 сферического сосуда, диаметр которого равен 50 см, чтобы молекулы не сталкивались друг с другом? Диаметр молекулы газа принять равным 0,3 нм.

4. Через цилиндрический металлический стержень при разности температур у его концов ΔT за 1 с осуществляется передача количества теплоты 8 Дж. Какое количество теплоты будет передано за 1 с через стержень из такого же материала и длины, но при разности температур $2\cdot\Delta T$ и вдвое большем радиусе стержня?

5. Идеальный газ совершил изохорический процесс, в результате которого его давление возросло в n раз. Как и во сколько раз изменилось среднее число столкновений каждой молекулы в единицу времени?

Контрольная работа 3. Термодинамика.

1. Температура 1 моля идеального газа с известным показателем адиабаты γ повышается на ΔT при изобарическом, изохорическом и адиабатическом процессах. Определить приращение внутренней энергии ΔU газа для всех трех случаев.

2. Написать уравнение состояния для 1 моля идеального газа в переменных p,V и T, если известны его молярные теплоемкости C_P и C_V.

3. Найти удельную теплоемкость кислорода при V = const.

4. Сравнить количества теплоты, полученные газом при изохорическом (Q_V) и изобарическом (Q_P) повышении его температуры на одну и ту же величину. Ответ обосновать.

5. Выразить молярную изобарическую теплоемкость C_P через известный показатель адиабаты γ.

Контрольная работа 4. Реальные газы, жидкости и твердые тела.

1. Оцените, какую примерно толщину имел бы слой жидкого воздуха на земной поверхности при охлаждении Земли и конденсации всего воздуха?

2. При подъеме из воды проволочной рамки образуется пленка шириной 5 см. Определите минимальное значение силы, приложенной к рамке, при которой может произойти разрыв водяной пленки. Коэффициент поверхностного натяжения воды равен 0,07 Н/м.

3. Как можно перевести насыщенный пар в ненесыщенный?

4. Во сколько раз n ($n = V_2/V_1$) следует увеличить изотермически объем ν молей идеального газа, чтобы его энтропия испытала приращение ΔS?

5. Слой льда толщиной 4,2 см имеет температуру 0 °С. Найти минимальную толщину слоя воды, которую нужно налить на лед, чтобы весь лед растаял. Начальная температура воды 33 °С. Потерями теплоты пренебречь.

Задачи для домашней самостоятельной работы

Преподаватель, ведущий семинарские занятия, для работы в аудитории и для домашних заданий может выбрать по своему усмотрению любые задачи по молекулярной физике из задачников для вузов, которые имеются в библиотеке КубГУ или доступны в электронных библиотечных системах (см. п. 5.1 «Учебная литература»).

Творческие задания на основе ТРИЗ (конструкторской и технической направленности) для самостоятельной работы

Для выполнения ТРИЗ-заданий студентам необходимо иметь начальные знания о ТРИЗ. Для этого рекомендуется самостоятельно: 1) изучить электронную книгу «Введение в ТРИЗ. Основные понятия и подходы» (http://www.altshuller.ru/e-books/); 2) изучить материалы Википедии (http://ru.wikipedia.org/wiki/), начиная со слова «ТРИЗ»; 3) прочесть книги по ТРИЗ из библиотеки КубГУ; 4) посетить соответствующие ТРИЗ-сайты.

1. Газ-работник.

Обычно рабочий орган технических систем выполнен из твёрдого тела, например, у экскаватора – ковш, у трамвая – колесо. (Рабочий орган – это элемент, выполняющий главную полезную функцию технической системы и к которому в данной системе подводится энергия.) Приведите примеры устройств, в которых рабочим органом является газ. Каким законам развития техники соответствует рабочий орган из газа?

2. Высота здания.

Как измерить высоту здания с помощью барометра? Используя известный в ТРИЗ метод Робинзона Крузо, выявите скрытые (неочевидные, новые) свойства барометра и предложите 10 разных способов определения высоты здания. По ключевым словам «Как измерить высоту здания с помощью барометра?» найдите решения этой задачи в Интернете и сравните их со своими решениями.

3. Приборы для измерения давления.

В «сильных» изобретениях всегда применяются физические эффекты. Что такое «физический эффект»? В ТРИЗ существует специализированный указатель физических эффектов и явлений для изобретателей. По материалам сети Интернет изучите различные конструкции приборов для измерения давления: манометр, дифференциальный манометр, вакуумме́тр, барометр, датчики давления. Составьте список физических эффектов, на основе которых работают эти приборы.

4. Вакуум в науке, технике и быту.

Использование пустоты (вакуума) вместо вещества – это один из законов развития технических систем и один из изобретательских приёмов. Наберите в любой поисковой системе в Интернете слова «вакуумный», «вакуумная», «вакуумное» и составьте список технических устройств и технологий с использованием вакуума.

5. Неньютоновская жидкость.

В Интернете посмотрите видео экспериментов с неньютоновской жидкостью. Сформулируйте «физическое противоречие» для неньютоновской жидкости. Каким способом разрешается это противоречие?

6. Тепловая трубка (труба).

Для охлаждения процессоров в компьютерах всё чаще используют кулеры на тепловых трубках. Какие изобретательские приёмы можно увидеть в конструкции и принципе работы тепловой трубки? Где ещё применяются тепловые трубки?

7. Тепловой диод.

Возможно ли создание «теплового диода» – устройства с односторонней передачей тепла? Где его можно использовать?

8. Самодельный калориметр.

Используя вещественно-полевые ресурсы (а именно надсистемные, «копеечные» ресурсы вещества), сконструируйте и изготовьте самодельный калориметр из пластиковой бутылки 1,5 л и алюминиевой банки из-под газированной воды объёмом 0,33 л.

9. Эволюция топлива.

Из истории известно, что вначале в двигателях использовалось твёрдое топливо (дрова, уголь), затем – жидкое (бензин), а сегодня уже используется газ и электричество. Какой закон развития технических систем подтверждает эта тенденция?

10. Альтернативные источники энергии.

В настоящее время большое внимание уделяется экологически чистым альтернативным источникам энергии (вместо сжигания нефтепродуктов). Так, например, для получения электричества можно использовать энергию морских волн. В одной из таких конструкций электрогенератор с воздушной турбиной закреплён вверху трубы, которая нижним концом вертикально опущена в море. Волны, как поршень, перемещают воздух вверх и вниз по трубе, вращая лопатки турбины на оси электрогенератора. Если лопатки турбины имеют обычную конструкцию, то такая установка имеет недостаток – низкий КПД, так как ось генератора вращается с остановками то в одну, то в другую сторону. Как сделать так, чтобы ось электрогенератора вращалась только в одну сторону независимо от направления движения воздуха в трубе? В ТРИЗ существуют различные информационные фонды, в частности, фонд геометрических эффектов. Разработайте такую геометрическую форму лопатки турбины, которая бы обеспечивала вращение ротора турбины только в одном направлении при изменении направления «ветра» на противоположное. Изготовьте макет такой турбины из бумаги и проверьте своё техническое решение.

11. Состояния вещества.

Используя известный в ТРИЗ «Метод числовой оси», разместите на оси известные агрегатные состояния вещества. По какому параметру они располагаются на оси? Возможно, у Вас будет несколько вариантов осей. Каким состояниям вещества соответствует «ноль», область отрицательных и максимально положительных значений?

12. Микроскоп из капли воды.

В обычном микроскопе линзы изготовлены из стекла. Придумайте, как изготовить микроскоп из капли воды? Позволяет ли увеличение такого микроскопа увидеть броуновское движение, например, частиц акварельной краски (туши) в воде? Какие недостатки имеет этот микроскоп и как их устранить? В ТРИЗ существует раздел о законах развития технических систем. Каким законам соответствует такой микроскоп?

13. Вода в решете.

Используя знания по молекулярной физике и изобретательские приёмы, известные из ТРИЗ, предложите 10–20 разных способов транспортировки воды в решете.

14. «Пузырьковые» технологии.

Используя поисковые системы в сети Интернет, рассмотрите различные технологии использования пузырьков в технике и быту: флота́ция, барботаж, эрлифт, везикулярный процесс, пузырьковая технология струйной печати. Какие достоинства и недостатки имеют пеноматериалы: пенобетон, пенометалл, пеностекло, пенопласт, поролон? Как делают газированную воду, кукурузные палочки, пористый шоколад, пузырьковую плёнку? Что такое пузырьковая панель? Как работает воздушно-пузырьковая стиральная машина? Какой закон в ТРИЗ рекомендует использовать «смесь» вещества с пустотой?

15. Пузырёк газа в капилляре.

Если пузырёк воздуха попадает в капилляр с текущей жидкостью, то движение жидкости прекращается. Например, U-образный водяной манометр не будет работать, если внутри трубки будут находиться пузырьки воздуха с размерами больше диаметра трубки. У человека кровеносный сосуд также может перекрыться воздушной пробкой – это называется воздушной (газовой) эмболúей. Объясните причину этого явления. Решите задачу приёмом обращения исследовательской задачи.

16. Фазовые переходы.

В процессе фазового перехода первого рода поглощается или выделяется скрытая теплота перехода, а температура остаётся постоянной. Где можно использовать эти явления?

17. Кавитация.

Кавитация (от лат. cavitas – пустота) – образование в жидкости полостей (кавитационных пузырьков, или каверн), заполненных паром. При кавитации жидкость локально вскипает в результате местного понижения давления, которое может происходить по разным причинам. Чаще всего кавитация вредна, например, она разрушает гребные винты судов, насосы и гидротурбины. В ТРИЗ существует изобретательский приём «обратить вред в пользу». Поэтому составьте 2 списка: вредного воздействия кавитации и полезного её использования.

Зачетно-экзаменационные материалы для промежуточной аттестации (экзамен)

Перечень вопросов, выносимых на **экзамен**:

1. Законы идеального газа. Вывод уравнения Менделеева-Клапейрона. Закон Авогадро. Изопроцессы (формулы и графики). Вывод закона Дальтона. Молярная масса смеси.
2. Давление газа. Вывод основного уравнения молекулярно-кинетической теории идеального газа. Формулы внутренней энергии идеального газа и средней квадратичной скорости. Распределение энергии по степеням свободы.
3. Вывод барометрической формулы. Вывод распределения Больцмана. Опыт Перрена по определению числа Авогадро.
4. Распределение молекул газа по скоростям (распределение Максвелла). Физический смысл функции распределения. Условие нормировки. Наиболее вероятная скорость и значение функции распределения при этой скорости. Функция распределения для относительной скорости. Условия существования атмосферы планет.
5. Эффективные диаметр и сечение молекулы. Вывод формул для средней длины свободного пробега и числа столкновений и оценка порядка этих величин. Вакуум.
6. Явления переноса. Диффузия в газах. Закон Фика. Расчет коэффициента самодиффузии.
7. Внутреннее трение. Формула Ньютона. Кинематическая и динамическая вязкости. Теплопроводность. Закон Фурье. Связь между коэффициентами переноса.
8. Внутренняя энергия как функция состояния. Первый закон термодинамики и его различные формулировки. Вывод формулы для работы газа. Применение первого закона термодинамики к изопроцессам.
9. Классическая теория теплоёмкости идеального газа. Молярная и удельная теплоёмкости и связь между ними. Теплоёмкости при постоянном давлении и объеме. Вывод уравнения Майера и показателя адиабаты. Физический смысл газовой постоянной R.
10. Адиабатический процесс. Вывод трех формул для адиабаты. Сравнение адиабатического и изотермического процессов. Вывод формул для работы газа при адиабатическом процессе.
11. Политропический процесс. Частные случаи. Вывод формулы политропы. Вывод частных формул из уравнения политропы.
12. Обратимые и необратимые процессы. Понятие энтропии термодинамической системы. Свойства энтропии. Второй закон термодинамики. Формула Больцмана. Порядок и беспорядок в природе. Третий закон термодинамики. Расчет количества теплоты через энтропию.
13. Расчет изменения энтропии в процессах идеального газа (при постоянных P, V, T, Q), при нагревании и плавлении.

14. Циклические процессы. Тепловая машина. Цикл Карно в координатах (P, V) и (T, S). Вывод формулы КПД. Теоремы Карно. Различные формулировки второго закона термодинамики. Холодильная машина.

15. Реальные газы. Изотермы реального газа. Насыщенный пар. Критическое состояние. Критические параметры.

16. Уравнение Ван-дер-Ваальса для 1 моля и ν молей. Физический смысл постоянных Ван-дер-Ваальса. Изотермы Ван-дер-Ваальса. Метастабильные состояния. Внутренняя энергия газа Ван-дер-Ваальса.

17. Эффект Джоуля – Томсона. Физическая сущность. Дифференциальный коэффициент Джоуля – Томсона. Дифференциальный и интегральный эффект. Энтальпия. Температура инверсии.

18. Свободная энергия как функция состояния. Три формулировки для коэффициента поверхностного натяжения. Опыт Плато. Зависимость коэффициента поверхностного натяжения от ряда факторов. Поверхностно-активные вещества.

19. Условия равновесия на границе двух жидкостей и на границе жидкость – твердое тело. Краевой угол. Примеры смачивания и несмачивания.

20. Давление под искривленной поверхностью жидкости. Вывод формулы Лапласа. Частные случаи. Капилляры. Вывод формулы поднятия жидкости в капилляре.

21. Симметрия кристаллов. 4 типа кристаллов. Дефекты в кристаллах. Классическая теория теплоемкости твердых тел: законы Дюлонга и Пти и Джоуля – Коппа.

22. Фаза. Фазовое равновесие. Фазовые переходы первого и второго рода. Полиморфизм. Условия кипения, плавления, сублимации. Уравнение Клапейрона – Клаузиуса. Тройная точка. Диаграмма состояний.

Критерии оценивания результатов обучения

Оценка	Критерии оценивания по экзамену
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

- при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

- при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических

средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

- при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

5. Перечень учебной литературы, информационных ресурсов и технологий

5.1 Учебная литература

1. Жужа, М.А. Молекулярная физика : тексты лекций / М. А. Жужа ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Кубанский гос. ун-т. - Краснодар : [Кубанский государственный университет], 2011. - 111 с. : ил.
2. Савельев, И.В. Курс общей физики : учебное пособие : в 3 т. Т. 1 : Механика. Молекулярная физика / Савельев И.В. - СПб. : Лань, 2018. - 436 с. - https://e.lanbook.com/book/98245#authors .
3. Алешкевич, В.А. Курс общей физики. Молекулярная физика : учебник / Алешкевич В.А. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2016. - 312 с. - https://e.lanbook.com/book/91145 .
4. Кикоин, А.К. Молекулярная физика : учебное пособие / А.К. Кикоин, И.К. Кикоин. - Санкт-Петербург : Лань, 2008. - 480 с. - https://e.lanbook.com/book/185#book_name .
5. Трофимова Т.И. Курс физики : учеб. пособие для инженерно-технических специальностей вузов / Т.И. Трофимова. – М. : Академия, 2014.
6. Иродов, И.Е. Задачи по общей физике : учебное пособие / И.Е. Иродов. - Санкт-Петербург : Лань, 2018. - 420 с. - https://e.lanbook.com/book/99230 .
7. Савельев, И.В. Сборник вопросов и задач по общей физике : учебное пособие / И.В. Савельев. - 7-е изд., стер. - СПб. : Лань, 2016. - 292 с. - https://e.lanbook.com/book/71766 .

5.2 Периодическая литература

В библиотеке КубГУ имеются следующие периодические издания по профилю дисциплины:

Биофизика.

В мире науки.

Вестник МГУ. Серия: Физика. Астрономия.

Журнал прикладной механики и технической физики.

Журнал технической физики.

Известия ВУЗов. Серия: Физика.

Инженерная физика.

Медицинская физика.

Приборы и техника эксперимента.
Успехи физических наук.
Физика. Реферативный журнал. ВИНИТИ.

5.3. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Электронно-библиотечные системы (ЭБС):

1. ЭБС «ЮРАЙТ» https://urait.ru/
2. ЭБС «УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН» www.biblioclub.ru
3. ЭБС «BOOK.ru» https://www.book.ru
4. ЭБС «ZNANIUM.COM» www.znanium.com
5. ЭБС «ЛАНЬ» https://e.lanbook.com

Профессиональные базы данных:

1. Web of Science (WoS) http://webofscience.com/
2. Scopus http://www.scopus.com/
3. ScienceDirect www.sciencedirect.com
4. Журналы издательства Wiley https://onlinelibrary.wiley.com/
5. Научная электронная библиотека (НЭБ) http://www.elibrary.ru/
6. Полнотекстовые архивы ведущих западных научных журналов на Российской платформе научных журналов НЭИКОН http://archive.neicon.ru
7. Национальная электронная библиотека (доступ к Электронной библиотеке диссертаций Российской государственной библиотеки (РГБ) https://rusneb.ru/
8. Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина https://www.prlib.ru/
9. Электронная коллекция Оксфордского Российского Фонда https://ebookcentral.proquest.com/lib/kubanstate/home.action
10. Springer Journals https://link.springer.com/
11. Nature Journals https://www.nature.com/siteindex/index.html
12. Springer Nature Protocols and Methods https://experiments.springernature.com/sources/springer-protocols
13. Springer Materials http://materials.springer.com/
14. zbMath https://zbmath.org/
15. Nano Database https://nano.nature.com/
16. Springer eBooks: https://link.springer.com/
17. «Лекториум ТВ» http://www.lektorium.tv/
18. Университетская информационная система РОССИЯ http://uisrussia.msu.ru

Информационные справочные системы:

1. Консультант Плюс - справочная правовая система (доступ по локальной сети с компьютеров библиотеки)

Ресурсы свободного доступа:

1. Американская патентная база данных http://www.uspto.gov/patft/
2. Полные тексты канадских диссертаций http://www.nlc-bnc.ca/thesescanada/
3. КиберЛенинка (http://cyberleninka.ru/);
4. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации https://www.minobrnauki.gov.ru/;
5. Федеральный портал «Российское образование» http://www.edu.ru/;
6. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» http://window.edu.ru/;
7. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов http://school-collection.edu.ru/ .

8. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (http://fcior.edu.ru/);
9. Проект Государственного института русского языка имени А.С. Пушкина «Образование на русском» https://pushkininstitute.ru/;
10. Справочно-информационный портал «Русский язык» http://gramota.ru/;
11. Служба тематических толковых словарей http://www.glossary.ru/;
12. Словари и энциклопедии http://dic.academic.ru/;
13. Образовательный портал «Учеба» http://www.ucheba.com/;
14. Законопроект «Об образовании в Российской Федерации». Вопросы и ответы http://xn--273--84d1f.xn--p1ai/voprosy_i_otvety

Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы КубГУ:

1. Среда модульного динамического обучения http://moodle.kubsu.ru
2. База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций http://mschool.kubsu.ru/
3. Библиотека информационных ресурсов кафедры информационных образовательных технологий http://mschool.kubsu.ru;
4. Электронный архив документов КубГУ http://docspace.kubsu.ru/
5. Электронные образовательные ресурсы кафедры информационных систем и технологий в образовании КубГУ и научно-методического журнала «ШКОЛЬНЫЕ ГОДЫ» http://icdau.kubsu.ru/

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

В учебной дисциплине предусмотрены лекционные и семинарские аудиторные занятия. Для достижения высоких результатов обучения студенту необходимо знать приёмы быстрого конспектирования учебного материала и его эффективного запоминания. Информация об этих приёмах имеется в сети Интернет и на сайте Moodle КубГУ (в методических материалах к учебной дисциплине «Молекулярная физика для ФТФ»).

Для успешного освоения дисциплины «Молекулярная физика» при *самостоятельной работе* студент должен иметь:

1) конспект лекций в бумажном или электронном виде;

2) учебник (учебное пособие) и сборник задач в соответствии со списком литературы;

3) тетрадь для семинарских занятий.

Студенту необходимо систематически работать в течение семестра по изучению теоретического материала, освоению типовых приемов решения задач по физике.

Самостоятельная работа содержит следующие виды учебной деятельности студентов:

– теоретическую самоподготовку к учебным занятиям по конспектам и учебной литературе;

– выполнение домашних заданий (решение типовых задач по молекулярной физике и выполнение творческих заданий технической направленности).

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

7. Материально-техническое обеспечение по дисциплине

Наименование специальных помещений	Оснащенность специальных помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Мебель: учебная мебель. Магнитно-маркерная доска. Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер.	Windows 10 64 Russian. Office Professional Plus 2016 SP1 W32 Russian. Антивирусная защита от «Лаборатории Касперского».
Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Мебель: учебная мебель. Магнитно-маркерная доска. Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер.	Windows 10 64 Russian. Office Professional Plus 2016 SP1 W32 Russian. Антивирусная защита от «Лаборатории Касперского».
Учебные аудитории для проведения лабораторных работ.	- (Учебным планом лабораторные занятия не предусмотрены.)	-
Учебные аудитории для курсового проектирования (выполнения курсовых работ)	- (Учебным планом курсовые работы не предусмотрены.)	-

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся	Перечень лицензионного программного обеспечения
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	Windows 10 64 Russian. Office Professional Plus 2016 SP1 W32 Russian. Антивирусная защита от «Лаборатории Касперского».
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (ауд. 311с)	Мебель: учебная мебель. Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	Windows 10 64 Russian. Office Professional Plus 2016 SP1 W32 Russian. Антивирусная защита от «Лаборатории Касперского».