

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Физико-технический факультет

УТВЕРЖДАЮ:  
Проректор по учебной работе,  
качеству образования – первый  
проректор

подпись

Хагуров Т.А.

«25»

2022 г.



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### Б1.О.14.02 ОСНОВЫ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ФИЗИКИ

Направление подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника

Направленность (профиль) Интегральная электроника, фотоника  
и наноэлектроника

Форма обучения очная

Квалификация бакалавр

Краснодар 2022

Рабочая программа дисциплины «Основы молекулярной физики» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника» профиль «Интегральная электроника, фотоника и наноэлектроника».

Программу составил:

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



подпись

Рабочая программа дисциплины «Основы молекулярной физики» 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 «Основы молекулярной физики» 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;
- овладение навыками решения задач по основным разделам молекулярной физики;
- приобретение умения использовать законы физики для решения задач инженерной деятельности.

### 1.3 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Основы молекулярной физики» 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 «Основ механики». Освоение дисциплины необходимо для изучения других разделов физики.

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

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
<b>ОПК-1 Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности</b>	
ОПК-1.2. Умеет применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера.	Знает основные понятия, явления, эффекты, законы, модели и теории молекулярной физики.
	Умеет применять законы физики для решения задач инженерной деятельности.
	Владеет навыками решения задач по основным разделам молекулярной физики.
<b>ОПК-2 Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных</b>	
ОПК-2.5. Знает основные методы и средства проведения экспериментальных исследований, системы стандартизации и сертификации.	Знает основные методы исследований в молекулярной физики.
	Умеет проводить обработку результатов измерений.
	Владеет приемами представления полученных данных.

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 трудоёмкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы (144 часа), их распределение по видам работ представлено в таблице.

Виды работ	Всего часов	Форма обучения
		очная
<b>Контактная работа, в том числе:</b>	<b>42,3</b>	<b>42,3</b>
<b>Аудиторные занятия (всего):</b>		
занятия лекционного типа	28	28
лабораторные занятия	-	-
практические (семинарские) занятия	14	14
<b>Иная контактная работа:</b>		
Контроль самостоятельной работы (КСР)	6	6
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,3	0,3
<b>Самостоятельная работа, в том числе:</b>	<b>60</b>	<b>60</b>
Проработка учебного (теоретического) материала	20	20
Выполнение творческих, конструкторских и исследовательских заданий, углубляющих и расширяющих лекционный материал	10	10
Решение задач по молекулярной физике	20	20
Подготовка к текущему контролю	10	10
<b>Контроль:</b>		
Подготовка к экзамену	35,7	35,7
<b>Общая трудоёмкость</b>	<b>час.</b>	<b>144</b>
	<b>в том числе контактная работа</b>	<b>42,3</b>
	<b>зач. ед.</b>	<b>4</b>

### 2.2 Содержание дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоёмкости 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	
1	Идеальный газ	22	8	4	-	10
2	Явления переноса в газах	16	4	2	-	10
3	Термодинамика	27	8	4	-	15
4	Реальные газы, жидкости и твердые тела	27	8	4	-	15
	<i>ИТОГО по разделам дисциплины</i>	92	28	14	-	50
	Контроль	35,7				
	Контроль самостоятельной работы (КСР)	6				
	Промежуточная аттестация (ИКР)	0,3				
	Подготовка к текущему контролю	10				10
	Общая трудоёмкость по дисциплине	144				60

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

## 2.3. Содержание разделов (тем) дисциплины

### 2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1	Идеальный газ	Физика – наука экспериментальная. Теоретические и экспериментальные методы научного исследования. Молекулярно-кинетическая теория. Моль. Молярная масса. Число Авогадро. Изопрцессы. Уравнение Менделеева-Клапейрона. Закон Дальтона. Молярная масса смеси.	Устный опрос, тестирование, проверка домашнего задания
2	Идеальный газ	Основное уравнение молекулярно-кинетической теории идеального газа.	
3	Идеальный газ	Барометрическая формула. Распределение Больцмана.	
4	Идеальный газ	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	Явления переноса в газах	Диффузия в газах. Закон Фика. Внутреннее трение. Формула Ньютона. Теплопроводность. Закон Фурье.	
7	Термодинамика	Работа газа. Первый закон термодинамики и его применение к изопрцессам. Теплоемкость идеального газа. Уравнение Майера.	Устный опрос, тестирование, проверка домашнего задания
8	Термодинамика	Адиабатический процесс. Политропический процесс.	
9	Термодинамика	Энтропия. Второй закон термодинамики. Третий закон термодинамики. Расчет изменения энтропии в процессах идеального газа, при нагревании и плавлении.	
10	Термодинамика	Тепловая машина. Цикл Карно. Теоремы Карно. Холодильная машина.	
11	Реальные газы, жидкости и твердые тела	Реальные газы. Критическое состояние. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Эффект Джоуля – Томсона. Энтальпия.	Устный опрос, проверка домашнего задания
12	Реальные газы, жидкости и твердые тела	Жидкости. Свободная энергия. Поверхностное натяжение. Условия равновесия на границе двух жидкостей и на границе жидкость – твердое тело. Смачивание, несмачивание.	
13	Реальные газы, жидкости и твердые тела	Давление под искривленной поверхностью жидкости. Формула Лапласа. Капиллярные явления.	Устный опрос, проверка домашнего задания
14	Реальные газы, жидкости и твердые тела	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	Основные приемы обработки и представления экспериментальных данных. Уравнение Менделеева-Клапейрона. Закон Дальтона. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории идеального газа.	Устный опрос. Проверка домашнего задания. Тестирование.
2	Идеальный газ	Барометрическая формула. Распределение Больцмана. Распределение молекул газа по скоростям (распределение Максвелла).	
3	Явления переноса в газах	Средняя длина свободного пробега и число столкновений. Диффузия в газах. Закон Фика. Внутреннее трение. Формула Ньютона. Теплопроводность. Закон Фурье.	Устный опрос. Проверка домашнего задания. Тестирование.

4	Термодинамика	Первый закон термодинамики. Теплоемкость идеального газа. Уравнение Майера. Адиабатический процесс.	Устный опрос. Проверка домашнего задания. Тестирование.
5	Термодинамика	Энтропия. Расчет изменения энтропии в процессах идеального газа. Цикл Карно. Расчеты КПД различных циклов.	
6	Реальные газы, жидкости и твердые тела	Реальные газы. Критическое состояние. Уравнение Ван-дер-Ваальса.	Устный опрос. Проверка домашнего задания. Тестирование.
7	Реальные газы, жидкости и твердые тела	Жидкости. Поверхностное натяжение. Давление под искривленной поверхностью жидкости. Формула Лапласа. Капилляры.	

### 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 <a href="http://moodle.kubsu.ru">http://moodle.kubsu.ru</a> 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 <a href="http://moodle.kubsu.ru">http://moodle.kubsu.ru</a> : 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, позволяющие применить знания по физике для решения задач инженерной деятельности. 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 рекомендациями по их оформлению и защите, тесты, задания к семинарским занятиям, перечни учебной литературы и экзаменационных вопросов, информация о рациональных приемах 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 «Основы молекулярной физики».

Оценочные средства включают контрольные материалы для проведения **текущего контроля** в форме контрольных вопросов для устного опроса, тестовых заданий, 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-1.2. Умеет применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера.	Знает основные понятия, явления, эффекты, законы, модели и теории молекулярной физики.	Вопросы 1-65 для устного опроса.	Вопросы 1-22 на экзамене.
2	ОПК-1.2. Умеет применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера.	Умеет применять законы физики для решения задач инженерной деятельности.	Творческие задания 1-17 для самостоятельной работы.	-
3	ОПК-1.2. Умеет применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера.	Владет навыками решения задач по основным разделам молекулярной физики.	Тесты 1-4. Домашние задания.	-

4	ОПК-2.5. Знает основные методы и средства проведения экспериментальных исследований, системы стандартизации и сертификации.	Знает основные методы исследований в молекулярной физики.	Вопросы 66-78 для устного опроса.	-
5	ОПК-2.5. Знает основные методы и средства проведения экспериментальных исследований, системы стандартизации и сертификации.	Умеет проводить обработку результатов измерений.	Вопросы 79-81 для устного опроса	-
6	ОПК-2.5. Знает основные методы и средства проведения экспериментальных исследований, системы стандартизации и сертификации.	Владеет приемами представления полученных данных.	Вопрос 82 для устного опроса	-

**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 объёма  $V_2$ ?
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  $\Delta T$ ?
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 твёрдые 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  $150\text{ }^\circ\text{C}$ , 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?

***Вопросы по экспериментальным исследованиям.***

66. Какие Вы знаете методы экспериментального исследования?
67. Дайте определение следующим терминам: физическая величина, единица физической величины, активная и пассивная величина, метод измерений, средство измерений.
68. Какие Вы знаете температурные шкалы и единицы измерения температуры?
69. Какие Вы знаете методы измерения температуры?
70. Какие физические эффекты используются в датчиках (измерительных преобразователях), предназначенных для измерения температуры?
71. Перечислите различные виды термометров.
72. Какие существуют погрешности при измерениях температуры?
73. Как можно измерить давление в газе? Какие приборы для этого существуют?
74. Как можно измерить давление в жидкости?
75. Как можно измерять уровень жидкости в непрозрачном сосуде (резервуаре)?
76. Какими приборами измеряется расход жидкости или газа и скорость потока?
77. Какими приборами измеряется влажность воздуха? Опишите принцип работы таких приборов.
78. Какими методами измеряется концентрация вещества?
79. Какие Вы знаете методы обработки экспериментальных данных? Охарактеризуйте их.
80. Какие Вы знаете погрешности измерений?
81. Каковы методы уменьшения погрешности измерений?
82. Каковы приемы представления экспериментальных данных?

## 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.

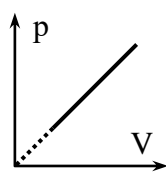


Рис. 1

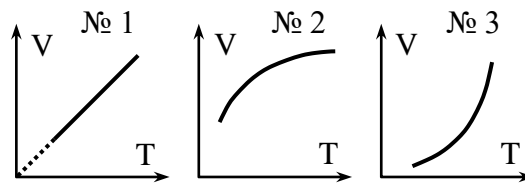


Рис. 2

(№ 1. № 2. № 3. Ни один из графиков.)

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

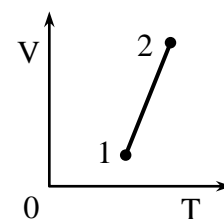
3. Чему равна энергия вращательного движения молекул, содержащихся в 1 кг азота при температуре 7 °С? (8,31 Дж. 27 Дж. 103 Дж. 83,1 кДж. 10 МДж)

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  $\Delta T$  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  $\lambda$  и число столкновений  $\nu$  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.  $\lambda = \text{const}$ ,  $\nu \sim \sqrt{T}$ . Г.  $\lambda \sim 1/T$ ,  $\nu = \text{const}$ .

4. Средняя скорость молекул воздуха при нормальных условиях составляет  $\langle v \rangle = 450$  м/с. Принимая диаметр «молекулы воздуха» равным  $d = 0,3$  нм, оценить время свободного пробега молекул  $\tau$ . (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  $2 \text{ м} \times 1,5 \text{ м}$  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:  $<$ ,  $\leq$ ,  $>$ ,  $\geq$ ,  $=$ ) работы идеального газа при изотермическом ( $A_1$ ) и адиабатическом ( $A_2$ ) его расширении. Начальные состояния и конечные объемы одинаковы.

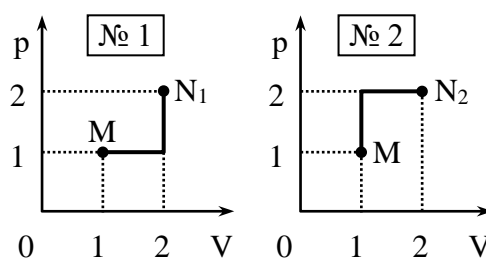
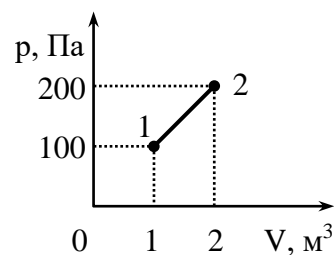
**( $A_1 < A_2$ .  $A_1 = A_2$ .  $A_1 > A_2$ .)**

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  $\Delta Q_1$  и  $\Delta Q_2$ , необходимых для перевода газа в состояния, отмеченные на диаграммах точками  $N_1$  и  $N_2$ ?

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

5. Тело с независимой от температуры теплоемкостью  $C = 20$  Дж/К нагревается от  $20^\circ\text{C}$  до  $100^\circ\text{C}$ . 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).)**

### 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, вакуумметр, 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 сверху трубы, которая нижним концом вертикально опущена в море. Волны, как поршень, перемещают воздух вверх и вниз по трубе, вращая лопасти турбины на оси электрогенератора. Если лопасти 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 лопасти 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 решетке.**

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

## **14. «Пузырьковые» технологии.**

Используя поисковые системы в сети Интернет, рассмотрите различные технологии использования пузырьков в технике и быту: флотация, 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) эмболией. 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 раз-

ным 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. Эффективный 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  $\nu$  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](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](http://www.biblioclub.ru)

3. ЭБС «BOOK.ru» <https://www.book.ru>

4. ЭБС «ZNANIUM.COM» [www.znanium.com](http://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](http://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--plai/voprosy\\_i\\_otvety](http://xn--273--84d1f.xn--plai/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 «Основы молекулярной физики» 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».