

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ,
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ, ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ И ИННОВАЦИЙ
КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ**

МОО ВО Кыргызско-Российский Славянский университет
имени первого Президента Российской Федерации Б.Н. Ельцина



Молекулярная физика

рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой **Физики и микроэлектроники**

Учебный план b03030230_21_0физ.plx
Направление 03.03.02 - РФ, 510400 -КР Физика

Квалификация **бакалавр**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **5 ЗЕТ**

Часов по учебному плану	180	Виды контроля в семестрах: экзамен 2
в том числе:		
аудиторные занятия	108	
самостоятельная работа	36	
	35,7	

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	2 (1.2)		Итого	
Неделя	16			
Вид занятий	уп	рп	уп	рп
Лекции	54	54	54	54
Практические	54	54	54	54
Контактная работа в период экзаменационной сессии	0,3	0,3	0,3	0,3
В том числе инт.	30	30	30	30
Итого ауд.	108	108	108	108
Контактная работа	108,3	108,3	108,3	108,3
Сам. работа	36	36	36	36
Часы на контроль	35,7	35,7	35,7	35,7
Итого	180	180	180	180

Программу составил(и):

доктор физико-математических наук, профессор, Лелевкин В.М.

Рецензент(ы):

кандидат физико-математических наук, доцент, Айтимбетова А.Н.

Рабочая программа дисциплины

разработана в соответствии с ФГОС 3++:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 03.03.02 Физика (приказ Минобрнауки России от 07.08.2020 г. № 891)

составлена на основании учебного плана:

Направление 03.03.02 - РФ, 510400 -КР Физика

утвержденного учёным советом вуза от 26.12.2023 протокол № 6

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Протокол от 29.10.2024 г. № 2

Срок действия программы: 2024-2028 уч.г.

Зав. кафедрой Ахметова З.А.

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель УМС

__ 2024 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2024-2025 учебном году на заседании кафедры

Протокол от __ 2024 г. № __
Зав. кафедрой Ахметова З.А.

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель УМС

__ 2025 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2025-2026 учебном году на заседании кафедры

Протокол от __ 2025 г. № __
Зав. кафедрой Ахметова З.А.

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель УМС

__ 2026 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2026-2027 учебном году на заседании кафедры

Протокол от __ 2026 г. № __
Зав. кафедрой Ахметова З.А.

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель УМС

__ 2027 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2027-2028 учебном году на заседании кафедры

Протокол от __ 2027 г. № __
Зав. кафедрой Ахметова З.А.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1	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.
-----	--

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Цикл (раздел) ООП:		Б1.О
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Механика	
2.1.2	Химия	
2.1.3	Высшая математика	
2.1.4	Общий физический практикум по молекулярной физике	
2.1.5	Общий физический практикум по механике	
2.2	Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Оптика	
2.2.2	Электричество и магнетизм	
2.2.3	Термодинамика. Статистическая физика	
2.2.4	Высшая математика	

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	- теоретические основы, понятия, законы и методы исследований молекулярной физики; границы применимости физических моделей и теорий, используемых для описания свойств веществ на молекулярном уровне
3.1.2	- актуальные проблемы молекулярной физики, физику возникновения случайных процессов и их математические модели
3.2	Уметь:
3.2.1	- применять законы физики для решения естественнонаучных и технических задач.
3.2.2	- применять физические модели и теории, используемые для описания свойств веществ на молекулярном уровне
3.3	Владеть:
3.3.1	- навыками и методами решения задач по основным разделам молекулярной физики
3.3.2	- методами решения естественнонаучных и технических задач со случайными и усредненными физическими величинами

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Инте ракт.	Пр. подг.	Примечание
	Раздел 1. Лекционные занятия							

1.1	Идеальный газ Молекулярно-кинетическая теория. Моль. Молярная масса. Число Авогадро. Изопроцессы. Уравнение Менделеева-Клапейрона. Закон Дальтона. Молярная масса смеси Основное уравнение молекулярно-кинетической теории идеального газа. Барометрическая формула. Распределение Больцмана. Распределение молекул газа по скоростям (распределение Максвелла). /Лек/	2	12	ОПК-1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Л3.3			
1.2	Явления переноса в газах Эффективный диаметр и сечение молекулы. Средняя длина свободного пробега и число столкновений. Вакуум. Диффузия в газах. Закон Фика. Внутреннее трение. Формула Ньютона Теплопроводность. Закон Фурье. /Лек/	2	14	ОПК-1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Л3.3			
1.3	Термодинамика Работа газа. Первый закон термодинамики и его применение к изопроцессам. Теплоемкость идеального газа. Уравнение Майера. Адиабатический процесс. Политропический процесс Энтропия. Второй закон термодинамики. Третий закон термодинамики. Расчет изменения энтропии в процессах идеального газа, при нагревании и плавлении Тепловая машина. Цикл Карно. Теоремы Карно. Холодильная машина. /Лек/	2	14	ОПК-1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Л3.3			

1.4	Реальные газы, жидкости и твердые тела Реальные газы. Критическое состояние. Уравнение Ван-Дер-Ваальса. Эффект Джоуля – Томсона. Энтальпия. Жидкости. Свободная энергия. Поверхностное натяжение. Условия равновесия на границе двух жидкостей и на границе жидкость – твердое тело. Смачивание, несмачивание. Давление под искривленной поверхностью жидкости. Формула Лапласа. Капиллярные явления. Кристаллические твердые тела и их теплоемкость. Фазовые переходы первого и второго рода. Уравнение Клапейрона – Клаузиуса. Диаграмма состояний. /Лек/	2	14	ОПК-1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Л3.3			
	Раздел 2. Практические занятия							
2.1	Идеальный газ Молекулярно-кинетическая теория. Моль. Молярная масса. Число Авогадро. Изопроцессы. Уравнение Менделеева-Клапейрона. Закон Дальтона. Молярная масса смеси. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории идеального газа. Внутренняя энергия идеального газа. Средняя квадратичная скорость. Барометрическая формула. Распределение Больцмана. Распределение молекул газа по скоростям (распределение Максвелла). /Пр/	2	12	ОПК-1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Л3.3	10		
2.2	Явления переноса в газах Эффективный диаметр и сечение молекулы. Средняя длина свободного пробега и число столкновений. Вакуум. Диффузия в газах. Закон Фика. Внутреннее трение. Формула Ньютона. Теплопроводность. Закон Фурье /Пр/	2	14	ОПК-1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Л3.3	10		

2.3	Термодинамика Работа газа. Первый закон термодинамики и его применение к изопроцессам. Теплємкость идеального газа. Уравнение Майера. Адиабатический процесс. Политропический процесс. Энтропия. Второй закон термодинамики. Третий закон термодинамики. Расчет изменения энтропии в процессах идеального газа (при постоянных P, V, T, Q), при нагревании и плавлении. Цикл Карно. Теоремы Карно. Холодильная машина. Расчеты КПД различных циклов. /Пр/	2	14	ОПК-1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Л3.3	10		
2.4	Реальные газы, жидкости и твердые тела Реальные газы. Критическое состояние. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Жидкости. Поверхностное натяжение. Поверхностно-активные вещества. Условия равновесия на границе двух жидкостей и на границе жидкость – твердое тело. Давление под искривленной поверхностью жидкости. Формула Лапласа. Капилляры. Твердые тела. Дефекты в кристаллах. Теплємкость твердых тел. Решение задач Агрегатные состояния вещества. Фазовые переходы первого и второго рода. Уравнение Клапейрона – Клаузиуса. Диаграмма состояний. /Пр/	2	14	ОПК-1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Л3.3			
2.5	/КрЭж/	2	0,3	ОПК-1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Л3.3			
2.6	/Экзамен/	2	35,7	ОПК-1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Л3.3			
	Раздел 3. Самостоятельная работа							

3.1	Идеальный газ Молекулярно-кинетическая теория. Моль. Молярная масса. Число Авогадро. Изопроцессы. Уравнение Менделеева-Клапейрона. Закон Дальтона. Молярная масса смеси. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории идеального газа. Внутренняя энергия идеального газа. Средняя квадратичная скорость. Барометрическая формула. Распределение Больцмана. Распределение молекул газа по скоростям (распределение Максвелла). /Ср/	2	9	ОПК-1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Л3.3			
3.2	Явления переноса в газах Эффективные диаметр и сечение молекулы. Средняя длина свободного пробега и число столкновений. Вакуум. Диффузия в газах. Закон Фика. Внутреннее трение. Формула Ньютона. Теплопроводность. Закон Фурье /Ср/	2	9	ОПК-1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Л3.3			
3.3	Термодинамика Работа газа. Первый закон термодинамики и его применение к изопроцессам. Теплоемкость идеального газа. Уравнение Майера. Адиабатический процесс. Политропический процесс. Энтропия. Второй закон термодинамики. Третий закон термодинамики. Расчет изменения энтропии в процессах идеального газа (при постоянных P, V, T, Q), при нагревании и плавлении. Цикл Карно. Теоремы Карно. Холодильная машина. Расчеты КПД различных циклов. /Ср/	2	9	ОПК-1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Л3.3			

3.4	Реальные газы, жидкости и твердые тела Реальные газы. Критическое состояние. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Жидкости. Поверхностное натяжение. Поверхностно-активные вещества. Условия равновесия на границе двух жидкостей и на границе жидкость – твердое тело. Давление под искривленной поверхностью жидкости. Формула Лапласа. Капилляры. Твердые тела. Дефекты в кристаллах. Теплоемкость твердых тел. Агрегатные состояния вещества. Фазовые переходы первого и второго рода. Уравнение Клапейрона – Клаузиуса. Диаграмма состояний. /Ср/	2	9	ОПК-1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Л3.3			
-----	--	---	---	-------	--	--	--	--

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

5.1. Контрольные вопросы и задания

Примерный перечень вопросов и заданий

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) теплоёмкости 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 большая работа: при изотермическом или адиабатическом расширении газа от объема 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 объема; б) при увеличении его объема; 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 °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?

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 $\langle r \rangle$ между молекулами.

3. В сосуде объемом 1 м³ при температуре 27 °С находится смесь двух идеальных газов: 1024 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 $\langle E \rangle$ 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 находиться в 1 см³ 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 $V = \text{const}$.

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 проволоочной 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 ненасыщенный?

4. Во сколько раз n ($n = V_2/V_1$) следует увеличить изотермически объем v 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.

5.2. Темы курсовых работ (проектов)

не предусмотрено

5.3. Фонд оценочных средств

Зачетно-экзаменационные материалы для промежуточной аттестации

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 теплоемкости идеального газа. Молярная и удельная теплоемкости и связь между ними. Теплоемкости 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.

5.4. Перечень видов оценочных средств

Контрольные вопросы и задания

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1		Термодинамика и молекулярная физика	2005
Л1.2		Механика. Молекулярная физика	1977

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.3	Г.А. Зисман, О.М. Годес	Курс общей физики. Т. I. Механика, молекулярная физика, колебания и волны: Учебное пособие	Москва.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит. 1974
6.1.2. Дополнительная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Д. В. Сивухин	Общий курс физики. В 5 т. т. 2. Термодинамика и молекулярная физика: Учебное пособие	Москва.: ФИЗМАТЛИТ 2003
Л2.2	А.Д. Гладун, Д.А. Александров, Ф.Ф. Игошин и др.	Лабораторный практикум по общей физике. В трех томах. Т. I. Термодинамика и молекулярная физика: Учебное пособие	Москва.: МФТИ 2003
Л2.3	Б.Б. Чен; Под ред. В.М. Лелевкина	Курс общей физики. Механика. Молекулярная физика: Конспект лекций	Бишкек.: Изд-во КРСУ 2008
6.1.3. Методические разработки			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л3.1	Сивухин Д.В.	Сборник задач по общему курсу физики. Термодинамика и молекулярная физика: учебное пособие для вузов	М.: Наука 1976
Л3.2	Гладун А.Д.	Лабораторный практикум по общей физике. В 3-х т. Т. 1. Термодинамика и молекулярная физика: учебное пособие	М.: МФТИ 2003
Л3.3	Чен Б.Б., Лелевкин В.М.	Методическое пособие по выполнению курсовой работы. Курс общей физики. Молекулярная физика. Для студентов 1 курса (специальности 010400-Физика, 014100-Микроэлектроника)	Бишкек 2008
6.3. Перечень информационных и образовательных технологий			
6.3.1 Компетентностно-ориентированные образовательные технологии			
6.3.1.1	В ходе освоения дисциплины, при проведении аудиторных занятий, используются технологии традиционных и нетрадиционных учебных занятий. Технология традиционного обучения предусматривает такие методы и формы изучения материала как практические занятия: Практические занятия направлены на формирование у студентов умений и навыков решения задач, в том числе с практическим содержанием и исследовательских задач. В ходе проведения практических занятий используются задания учебно-тренировочного характера и задания творческого характера.		
6.3.2 Перечень информационных справочных систем и программного обеспечения			
6.3.2.1	Электронно-библиотечные системы (ЭБС):		
6.3.2.2	1. ЭБС «ЮРАЙТ» https://urait.ru/		
6.3.2.3	2. ЭБС «УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН» www.biblioclub.ru		
6.3.2.4	3. ЭБС «BOOK.ru» https://www.book.ru		
6.3.2.5	4. ЭБС «ZNANIUM.COM» www.znanium.com		
6.3.2.6	5. ЭБС «ЛАНЬ» https://e.lanbook.com		
6.3.2.7	Профессиональные базы данных:		
6.3.2.8	1. Web of Science (WoS) http://webofscience.com/		
6.3.2.9	2. Scopus http://www.scopus.com/		
6.3.2.10	3. ScienceDirect www.sciencedirect.com		
6.3.2.11	4. Журналы издательства Wiley https://onlinelibrary.wiley.com/		
6.3.2.12	5. Научная электронная библиотека (НЭБ) http://www.elibrary.ru/		
6.3.2.13	6. Полнотекстовые архивы ведущих западных научных журналов на Российской платформе научных журналов НЭИКОН http://archive.neicon.ru		
6.3.2.14	7. Национальная электронная библиотека (доступ к Электронной библиотеке диссертаций Российской государственной библиотеки (РГБ) https://rusneb.ru/		
6.3.2.15	8. Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина https://www.prilib.ru/		
6.3.2.16	9. Электронная коллекция Оксфордского Российского Фонда		

6.3.2.1 9	https://ebookcentral.proquest.com/lib/kubanstate/home.action
6.3.2.2 0	10. Springer Journals https://link.springer.com/
6.3.2.2 1	11. Nature Journals https://www.nature.com/siteindex/index.html
6.3.2.2 2	12. Springer Nature Protocols and Methods
6.3.2.2 3	https://experiments.springernature.com/sources/springer-protocols
6.3.2.2 4	13. Springer Materials http://materials.springer.com/
6.3.2.2 5	14. zbMath https://zbmath.org/
6.3.2.2 6	15. Nano Database https://nano.nature.com/
6.3.2.2 7	16. Springer eBooks: https://link.springer.com/
6.3.2.2 8	17. "Лекториум ТВ" http://www.lektorium.tv/
6.3.2.2 9	18. Университетская информационная система РОССИЯ http://uisrussia.msu.ru
6.3.2.3 0	Информационные справочные системы:
6.3.2.3 1	1. Консультант Плюс - справочная правовая система (доступ по локальной сети с
6.3.2.3 2	компьютеров библиотеки)
6.3.2.3 3	Ресурсы свободного доступа:
6.3.2.3 4	1. Американская патентная база данных http://www.uspto.gov/patft/
6.3.2.3 5	2. Полные тексты канадских диссертаций http://www.nlc-bnc.ca/thesescanada/
6.3.2.3 6	3. КиберЛенинка (http://cyberleninka.ru/);
6.3.2.3 7	4. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
6.3.2.3 8	https://www.minobrnauki.gov.ru/ ;
6.3.2.3 9	5. Федеральный портал "Российское образование" http://www.edu.ru/ ;
6.3.2.4 0	6. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"
6.3.2.4 1	http://window.edu.ru/ ;
6.3.2.4 2	7. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов http://schoolcollection.edu.ru/ .
6.3.2.4 3	8. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов
6.3.2.4 4	(http://fcior.edu.ru/);
6.3.2.4 5	9. Проект Государственного института русского языка имени А.С. Пушкина
6.3.2.4 6	"Образование на русском" https://pushkininstitute.ru/ ;
6.3.2.4 7	10. Справочно-информационный портал "Русский язык" http://gramota.ru/ ;

6.3.2.4 8	11. Служба тематических толковых словарей http://www.glossary.ru/ ;
6.3.2.4 9	12. Словари и энциклопедии http://dic.academic.ru/ ;
6.3.2.5 0	13. Образовательный портал "Учеба" http://www.ucheba.com/ ;
6.3.2.5 1	14. Законопроект "Об образовании в Российской Федерации". Вопросы и ответы
6.3.2.5 2	http://xn--273--84d1f.xn--plai/voprosy_i_otvety

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

7.1	По всем видам учебной деятельности в рамках дисциплины используются
7.2	аудитории, кабинеты и лаборатории, оснащенные необходимым специализированным и
7.3	лабораторным оборудованием.
7.4	При заполнении таблицы учитывать все виды занятий, предусмотренные учебным
7.5	планом по данной дисциплине: лекции, занятия семинарского типа (практические занятия,
7.6	лабораторные работы), а также курсовое проектирование, консультации, текущий контроль
7.7	и промежуточную аттестацию.

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Лекция является одной из форм изучения теоретического материала по дисциплине.

В ходе лекционного курса проводится изложение современных научных подходов и теорий.

В тетради для конспектирования лекций необходимо иметь поля, где по ходу конспектирования делаются необходимые пометки. Записи должны быть избирательными.

В конспекте применяют сокращение слов, что ускоряет запись.

Вопросы, возникающие в ходе лекции, если не заданы сразу, рекомендуется записывать на полях и после окончания лекции обратиться за разъяснением к преподавателю. Необходимо активно работать с конспектом лекции: после окончания лекции рекомендуется перечитать свои записи, внести поправки и дополнения.

Одним из основных видов деятельности студента является самостоятельная работа, которая включает в себя изучение лекционного материала, учебников и учебных пособий, подготовки к выполнению лабораторных работ и оформлению технических отчетов по ним, а так же подготовки к практическим занятиям изучением краткой теории в задачниках и решении домашних заданий. Методика самостоятельной работы предварительно разъясняется преподавателем и в последующем может уточняться с учетом индивидуальных особенностей студентов. Время и место самостоятельной работы выбираются студентами по своему усмотрению планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение настоящей дисциплины, студентам лучше всего осуществлять равномерно на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала.

Самостоятельную работу над дисциплиной следует начинать с изучения программы, которая содержит основные требования к знаниям, умениям и навыкам обучаемых. Обязательно следует вспомнить рекомендации преподавателя, данные в ходе установочных занятий. Затем следует приступить к изучению отдельных разделов и тем в порядке, предусмотренном программой. Получив представление об основном содержании раздела, темы, необходимо изучить материал по теме, изложенный в учебнике. Целесообразно составить краткий конспект или схему, отображающую смысл и связи основных понятий данного раздела и включенных в него тем (или более продуктивно – дополнить конспект лекции).

Обязательно следует записывать возникшие вопросы, на которые не удалось ответить самостоятельно. Необходимо изучить список рекомендованной литературы и убедиться в её наличии в личном пользовании или в подразделениях библиотеки в бумажном или электронном виде. Всю основную учебную литературу желательно изучать с составлением конспекта. Чтение литературы, не сопровождаемое конспектированием, мало результативно. Цель написания конспекта по дисциплине – сформировать навыки по поиску, отбору, анализу и формулированию учебного материала. Эти навыки обязательны для любого специалиста с высшим образованием независимо от выбранного направления. Написание конспекта должно быть творческим – нужно не переписывать текст из источников, но пытаться кратко излагать своими словами содержание ответа, при этом максимально его структурируя и используя символы и условные обозначения (в этом Вам помогут вопросы выносимые на зачетное тестирование и экзамен). Копирование и заучивание неосмысленного текста трудоемко и по большому счету не имеет

познавательной и практической ценности. При работе над конспектом обязательно выявляются и отмечаются трудные для самостоятельного изучения вопросы, с которыми уместно обратиться к преподавателю при посещении занятий и консультаций, либо в индивидуальном порядке.

При чтении учебной и научной литературы необходимо всегда следить за точным и полным пониманием значения терминов и содержания понятий, используемых в тексте.

Всегда следует уточнять значения по словарям или энциклопедиям, при необходимости записывать.

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.