

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Ульяновский государственный педагогический университет
имени И.Н. Ульянова»
(ФГБОУ ВО «УлГПУ им. И.Н. Ульянова»)

Факультет физико-математического и технологического образования
Кафедра физики и технических дисциплин

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебно-методической
работе

И.О. Петрищев

«30» августа 2017 г.

ИЗБРАННЫЕ ВОПРОСЫ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ФИЗИКИ

Программа учебной дисциплины вариативной части

для направления подготовки

44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)

(шифр и наименование)

направленность (профиль) образовательной программы

Физика. Информатика

(очная форма обучения)

Составитель: Старов Э.Н., к.ф.-м.н,
доцент; Истомина А.А., ассистент

Рассмотрено и утверждено на заседании ученого совета факультета физико-математического и технологического образования, протокол от «04» июля 2017г. № 11

Ульяновск, 2017

1. Наименование дисциплины

Дисциплина «Избранные вопросы молекулярной физики» включена в вариативную часть Блока 1 Дисциплины (модули) основной профессиональной образовательной программы высшего образования – программы бакалавриата по направлению подготовки 44.03.05 «Педагогическое образование» (с двумя профилями подготовки), направленность (профиль) образовательной программы «Физика. Информатика», очной формы обучения.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины «Избранные вопросы молекулярной физики» является:

содействие становлению профессиональной компетентности будущего педагога через усвоение студентами научных знаний по дисциплине, овладение навыками в решении физических задач, теоретическими и экспериментальными методами исследований, формирование у студентов целостного представления об основных явлениях и законах молекулярной физики и термодинамики, о роли данного раздела физики в образовательном процессе.

Задачи:

- Изучение основных понятий, явлений и законов молекулярной физики и термодинамики;
- Ознакомление с основными методами решения конкретных физических задач;
- Формирование навыков практического использования уравнений молекулярной физики и термодинамики для решения различных физических ситуаций;
- Развитие исследовательских умений и навыков в области молекулярной физики;
- Формирование способности использования знаний по данной дисциплине в педагогической деятельности.

В результате освоения программы бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

| Этап формирования | теоретический | модельный | практический |
|---|--|---|--|
| | знает | умеет | владеет |
| Компетенции | | | |
| готовность реализовывать образовательные программы по учебному предмету в соответствии с требованиями образовательного стандарта (ПК-1) | ОР-1 нормативно-правовую и концептуальную базу содержания предпрофильного и профильного обучения; сущность и структуру образовательных программ по учебному предмету в соответствии с требованиями образовательных стандартов | ОР-2 определять структуру и содержание образовательных программ по учебному предмету в соответствии с требованиями образовательных стандартов. | ОР-3 методами планирования образовательных программ по учебному предмету в соответствии с требованиями образовательных стандартов - |

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Избранные вопросы молекулярной физики» является дисциплиной по выбору вариативной части Блока 1 Дисциплины (модули) основной профессиональной

образовательной программы высшего образования – программы бакалавриата по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки), направленность (профиль) образовательной программы «Физика. Информатика», очной формы обучения (Б1.В.ДВ.6.1 Избранные вопросы молекулярной физики).

Дисциплина опирается на результаты обучения, сформированные в рамках дисциплин: «Элементарная физика», «Общая и экспериментальная физика», «Математический анализ».

Результаты изучения дисциплины «Избранные вопросы молекулярной физики» являются теоретической и методологической основой для изучения дисциплин: «Статистическая физика и термодинамика», «Физика атомного ядра и элементарных частиц».

4. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Объем дисциплины и виды учебной работы

| Номер семестра | Учебные занятия | | | | | | Форма промежуточной аттестации |
|----------------|-----------------|------|-------------|---------------------------|---------------------------|------------------------|--------------------------------|
| | Всего | | Лекции, час | Практические занятия, час | Лабораторные занятия, час | Самостоят. работа, час | |
| | Трудоемк. | | | | | | |
| | Зач. ед. | Часы | | | | | |
| 4 | 2 | 72 | 12 | - | 20 | 40 | Зачет |
| Итого: | 2 | 72 | 12 | - | 20 | 40 | Зачет |

5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

5.1. Указание тем (разделов) и отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий, оформленных в виде таблицы:

Примерный тематический план дисциплины

| Наименование раздела и тем | Количество часов по формам организации обучения | | | |
|---|---|----------------------|----------------------|------------------------|
| | Лекционные занятия | Практические занятия | Лабораторные занятия | Самостоятельная работа |
| 4 семестр | | | | |
| Тема 1. Молекулярно-кинетический и термодинамический подходы к изучению молекулярных систем | 1 | - | 2 | 4 |

| | | | | |
|--|----|---|----|----|
| Тема 2. Молекулярно- кинетическое истолкование Р и Т | 1 | - | 2 | 4 |
| Тема 3. Распределение Максвелла | 1 | - | 1 | 4 |
| Тема 4. Термодинамический подход к изучению молекулярных систем. | 1 | - | 2 | 4 |
| Тема 5. Применения I начала к описанию изопроцессов в идеальном газе | 1 | - | 2 | 4 |
| Тема 6. Второе начало термодинамики | 1 | - | 2 | 4 |
| Тема 7. Энтропия. | 1 | - | 1 | 4 |
| Тема 8. Реальные газы | 1 | - | 2 | 4 |
| Тема 9. Критическое состояние | 1 | - | 2 | 2 |
| Тема 10. Жидкое состояние | 1 | - | 2 | 2 |
| Тема 11. Смачивание и капиллярные явления | 1 | - | 1 | 2 |
| Тема 12. Твердые тела | 1 | - | 1 | 2 |
| ИТОГО | 12 | - | 20 | 40 |

5.2. Краткое описание содержания тем дисциплины

Тема 1. Молекулярно-кинетический и термодинамический подходы к изучению молекулярных систем. Основные положения М.К.Т. и их экспериментальное обоснование. Основное представление М.К.Т. Модель идеального газа. Скорости молекул. Средние величины. Вывод основного уравнения М.К.Т.

Тема 2. Молекулярно-кинетическое истолкование Р и Т. Постоянная Больцмана. Абсолютная термодинамическая шкала. Теорема о равномерном распределении энергии по степеням свободы. Внутренняя энергия идеального газа. Расчет внутренней энергии многоатомных газов.

Тема 3. Распределение Максвелла. Элементарные сведения из теории вероятности. Распределение молекул по компонентам скорости теплового движения. Распределение молекул по модулю скорости. Физический смысл функции распределения. Свойства функции распределения. Экспериментальная проверка.

Тема 4. Термодинамический подход к изучению молекулярных систем. Основные понятия термодинамики. Функции состояния и функции процесса. Понятия работы, количества теплоты, внутренней энергии, теплоемкости системы. Молярная и удельная теплоемкости. Первое начало термодинамики. Различные формулировки I начала.

Тема 5. Применение I начала к описанию изопроцессов в идеальном газе. Классическая теория теплоемкости многоатомных газов. Уравнение Майера. Расхождение между классической теорией и экспериментом. Понятие о квантовой теории теплоемкости.

Тема 6. Второе начало термодинамики. Обратимые и необратимые процессы. Круговые циклы. Тепловые машины и их К.П.Д. Различные формулировки II начала термодинамики. Машина Карно и расчет цикла Карно. Первая и вторая теоремы Карно.

Тема 7. Энтропия. Количественная формулировка II начала. Неравенство Клаузиуса. Приведенное количество теплоты. Энтропия, ее изменение при круговых процессах и в изолированной системе. Свойства энтропии. Теорема Нернста. Статистический характер II начала. Термодинамическая вероятность и энтропия.

Тема 8. Реальные газы. Отступления в поведении реального газа от законов идеального газа. Природа сил межмолекулярного взаимодействия. Зависимость сил взаимодействия и потенциальной энергии молекул от расстояния. Потенциал Ленард-Джонса. Поправки на собственный объем молекул и силы притяжения. Уравнение Ван-дер-Ваальса и его анализ. Теоретические изотермы.

Тема 9. Критическое состояние. Сопоставление экспериментальных и теоретических изотерм для реального газа. Метастабильные состояния. Критическое состояние.

Критические параметры и связь между ними, сопоставление с экспериментом. Области двухфазных и однофазных состояний на P-V диаграмме. Равновесие жидкости и газа. Внутренняя энергия реального газа. Эффект Джоуля-Томсона. Сжижение газов.

Тема 10. Жидкое состояние. Строение жидкости. Свойства жидкого состояния. Характер теплового движения молекул в жидкостях. Термодинамика поверхности раздела двух фаз. Внутреннее давление. Вязкость жидкостей. Свободная энергия поверхностного слоя. Поверхностное натяжение. Формула Лапласа.

Тема 11. Смачивание и капиллярные явления. Капиллярные явления в природе. Жилкие растворы. Теплота растворения. Осмотическое давление и механизм его возникновения. Закон Вант-Гоффа.

Тема 12. Твердые тела. Строение твердых тел. Классификация кристаллов по типу межмолекулярных сил. Энергия связи. Тепловые свойства твердых тел. Характер теплового движения атомов в кристалле. Линейное и объемное расширение. Теплопроводность. Теплоемкость твердого тела. Закон Дюлонга и Пти. Зависимость теплоемкости от температуры. Понятие о квантовой теории теплоемкости твердых тел.

6. Перечень учебно – методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.

Аудиторная самостоятельная работа осуществляется в форме тестовых и качественных заданий по данным темам.

Внеаудиторная самостоятельная работа осуществляется в формах:

- подготовки к устным докладам;
- подготовка к защите реферата;
- подготовке к защите индивидуальных лабораторных работ.

Материалы, используемые для текущего контроля успеваемости по дисциплине

Пример контрольной работы (8 задач).

Критерии оценивания: за каждый правильный ответ 4 балла. Максимальный балл за работу 32 балла.

1. Неон, находившийся при нормальных условиях в закрытом сосуде емкостью 20 л, охладил на 91 К. Найти изменение внутренней энергии газа и количество отданной им теплоты.
2. Газ совершает цикл Карно. Температура холодильника 280 К, нагревателя 380 К. Во сколько раз увеличится коэффициент полезного действия цикла, если температуру нагревателя повысить на 200 К?
3. Средняя длина свободного пробега молекул водорода при некотором давлении и температуре 21°C равна 90 нм. В результате изотермического процесса давление газа увеличилось в 3 раза. Найти среднее число столкновений молекул водорода за 1 секунду в конце процесса.
4. В баллоне объемом 14 л находится 64 г смеси гелия и кислорода при температуре 7°C и давлении 12 атм. Найти массы гелия и кислорода.
5. Определить полную кинетическую энергию молекул азота, занимающих при давлении 0,073 мм рт. ст. объем 0,5 л.
6. Найти отношение числа молекул кислорода, скорости которых лежат в интервале от 600 до 601 м/с, к числу молекул, скорости которых лежат в интервале от 300 до 301 м/с, если температура 300 К.
7. Чему равна энергия вращательного движения двухатомного газа, находящегося под давлением 10^5 Па в сосуде объемом 0,5 л?

8. Найти отношение числа молекул водорода, скорости которых лежат в интервале от 3000 до 3010 м/с, к числу молекул, скорости которых лежат в интервале от 1500 до 1510 м/с, если температура 300 К.

Вопросы, предлагаемых студентам для самостоятельного изучения (темы мини - выступлений):

1. Опытные факты, подтверждающие основные положения МКТ.
2. Эмпирические температурные шкалы.
3. Идеальная газовая шкала температур.
4. Элементарные сведения из теории вероятности. Опытная проверка закона распределения Максвелла.
5. Определение Перреном числа Авогадро.
6. Распределение Больцмана и атмосфера планет.
7. Недостаточность классической теории. Понятие о квантовой теории теплоёмкости.
8. Квантовая теория теплоёмкости Эйнштейна.
9. Термодинамические функции.
10. Энтропия и вероятность.
11. Теорема Нернста.
12. Явления переноса в разреженных газах.
13. Свойства вещества в критическом состоянии. Определение критических параметров.
14. Методы получения низких температур и сжижения газов.
15. Кипение и перегрев жидкости. Метастабильные состояния.
16. Фазовые превращения второго рода.
17. Кристаллические решетки и кристаллические системы.
18. Дефекты и их влияние на свойства кристаллов.

Тематика рефератов

1. Получение вакуума.
2. Измерение влажности.
3. Современные тепловые и холодильные машины.
4. Гипотеза о тепловой смерти Вселенной и ее несостоятельность.
5. Флуктуации в идеальном газе и их проявления.
6. Термодинамическая и статистическая теории фазовых переходов

Перечень учебно-методических изданий кафедры по вопросам организации самостоятельной работы обучающихся

1). Алтунин, Константин Константинович. Молекулярная физика и термодинамика в общей и экспериментальной физике [Текст] : методические рекомендации / К. К. Алтунин ; ФГБОУ ВО "УлГПУ им. И. Н. Ульянова". – Ульяновск : ФГБОУ ВО "УлГПУ им. И. Н. Ульянова", 2017. – 15 с. – Список лит.: с. 14-15.

7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Организация и проведение аттестации бакалавра

ФГОС ВО в соответствии с принципами Болонского процесса ориентированы преимущественно не на сообщение обучающемуся комплекса теоретических знаний, но на выработку у бакалавра компетенций – динамического набора знаний, умений, навыков

и личностных качеств, которые позволят выпускнику стать конкурентоспособным на рынке труда и успешно профессионально реализовываться.

В процессе оценки бакалавров необходимо используются как традиционные, так и инновационные типы, виды и формы контроля. При этом постепенно традиционные средства совершенствуются в русле компетентного подхода, а инновационные средства адаптированы для повсеместного применения в российской вузовской практике.

Цель проведения аттестации – проверка освоения образовательной программы дисциплины-практикума через сформированность образовательных результатов.

Промежуточная аттестация осуществляется в конце семестра и завершает изучение дисциплины; помогает оценить крупные совокупности знаний и умений, формирование определенных компетенций.

7.1 Перечень компетенций, с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

| Компетенции | Этапы формирования компетенций | Показатели формирования компетенции – образовательные результаты (ОР) | | |
|--|--|--|---|---------|
| | | знать | уметь | владеть |
| ПК-1 Готовность реализовывать образовательные программы по учебному предмету в соответствии с требованиями образовательных стандартов | Теоретический (знать) Нормативно-правовую и концептуальную базу содержания предпрофильного и профильного обучения; сущность и структуру образовательных программ по учебному предмету в соответствии с требованиями образовательных стандартов | ОР-1 нормативно-правовую и концептуальную базу содержания предпрофильного и профильного обучения; сущность и структуру образовательных программ по учебному предмету в соответствии и с требованиями образовательных стандартов. | | |
| | Модельный (уметь) Определять структуру и содержание образовательных программ по учебному предмету в соответствии с требованиями | | ОР-2 Определять структуру и содержание образовательных программ по учебному предмету в соответствии и с | |

| | | | | |
|--|--|--|--|--|
| | образовательных стандартов | | требованиям и образовательных стандартов | |
| | Практический (владеть) методами планирования образовательных программ по учебному предмету в соответствии с требованиями образовательных стандартов | | | ОР-3 методами планирования образовательных программ по учебному предмету в соответствии с требованиями образовательных стандартов |

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

| № п/п | Разделы дисциплины (темы) | Средства оценивания | Показатели формирования компетенции (ОР) | | |
|-------|---|--|--|---|---|
| | | | 1 | 2 | 3 |
| | | | ПК-1 | | |
| 1 | Основное уравнение М.К.Т. Внутренняя энергия идеальных газов | ОС-2 Мини выступление перед группой | + | + | |
| 2 | Распределение Максвелла | ОС-2 Мини выступление перед группой | + | + | + |
| 3 | Основные понятия термодинамики I начало термодинамики | ОС-2 Мини выступление перед группой | + | | + |
| 4 | Теория теплоемкости идеальных газов | ОС-3 Защита реферата | + | | + |
| 5 | Тепловые машины | ОС-2 Мини выступление перед группой | + | | |
| 6 | Второе начало термодинамики | ОС-2 Мини | + | | |

| | | | | | |
|----|---|--|---|---|---|
| | Расчет изменения энтропии при различных процессах | выступление перед группой | | | |
| 7 | Реальные газы | ОС-2 Мини выступление перед группой | + | | |
| 8 | Свойства жидкостей | ОС-2 Мини выступление перед группой | + | | |
| 9 | Твёрдые тела | ОС-3 Защита реферата | + | | |
| 10 | Контрольная работа | ОС-1 Защита реферата | + | + | + |
| | Зачет | ОС-4 Зачет в устной форме | | | |

Оценочными средствами текущего оценивания являются: устные доклады, защита реферата, итоговой и текущих лабораторных работ, тест по теоретическим вопросам дисциплины. Контроль усвоения материала ведется регулярно в течение всего семестра на лабораторных занятиях.

Критерии и шкалы оценивания

ОС-1 Контрольная работа

Контрольная работа представляет собой тест из 8 задач (образец теста приведен в п.6 программы). За каждый правильный ответ на вопрос теста начисляется 4 балла.

Критерии и шкала оценивания

| Критерий | Этапы формирования компетенций | Шкала оценивания (максимальное количество баллов) |
|--|--------------------------------|---|
| Знает теоретические основы законов и явлений молекулярной физики | Теоретический (знать) | 32 |
| Владеет навыками решения практических задач | Практический (владеть) | |

ОС-2 Мини выступление

Критерии и шкала оценивания

| Критерий | Этапы формирования компетенций | Максимальное количество баллов |
|---|--------------------------------|--------------------------------|
| Показывает знания явлений и законов молекулярной физики и термодинамики | Теоретический (знать) | 12 |
| Всего: | | 12 |

ОС-3 Защита реферата

| Критерий | Этапы формирования компетенций | Максимальное количество баллов |
|--|--------------------------------|--------------------------------|
| Показывает знания основных явлений и законом молекулярной физики и термодинамики | Теоретический (знать) | 4 |
| Анализирует теоретические основы физических знаний | Модельный (уметь) | 4 |
| Формулирует предложения по использованию теоретических знаний по дисциплине в образовательной деятельности | Модельный (уметь) | 4 |
| Всего: | | 12 |

ОС-4 Зачет в форме устного собеседования по вопросам с практическим решением задач

При проведении зачета учитывается уровень знаний обучающегося при ответах на вопросы (теоретический этап формирования компетенций), умение обучающегося отвечать на дополнительные вопросы по применению теоретических знаний на практике и по выполнению обучающимся заданий текущего контроля (модельный этап формирования компетенций), владение практическим навыком решения задач по дисциплине.

Критерии и шкала оценивания зачета:

| Критерий | Этапы формирования компетенций | Количество баллов |
|--|--------------------------------|-------------------|
| Обучающийся знает основы квантовой физики | Теоретический (знать) | 0-10 |
| Обучающийся обосновывает основные возможности применения знаний по квантовой физике в практической деятельности педагога | Модельный (уметь) | 11-21 |
| Обучающийся владеет навыками решения количественных и качественных задач по предмету | Практический (владеть) | 22-32 |

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

Вопросы к зачету

1. Понятие о физике молекулярных систем. Динамические и статистические закономерности в физике. Необходимость статистического описания системы многих частиц. Термодинамические и статистические методы.
2. Макроскопические и микроскопические состояния системы и соотношения между ними.
3. Термодинамические параметры. Термодинамические процессы. Равновесные и неравновесные процессы.

4. Эмпирические закономерности для идеального газа. Уравнение состояния для идеального газа.
5. Элементы статистической теории идеальных газов (основы МКТ) Основные представления МКТ.
6. Межмолекулярные силы. Опытные факты, подтверждающие основные положения МКТ.
7. Масса и размеры молекул. Скорости молекул и роль столкновений.
8. Модель идеального газа. Средние величины в описании молекулярных систем. Элементы теории вероятности. Э르고дическая гипотеза. Равномерная плотность идеального газа как наиболее вероятная.
9. Основные характеристики молекулярного движения: средняя скорость, средняя частота столкновений, средняя длина свободного пробега, поперечные газокинетические сечения.
10. Основное уравнение МКТ. Вывод уравнений Клапейрона - Менделеева и Дальтона.
11. Молекулярно-кинетическое истолкование давления и температуры. Абсолютная шкала температур.
12. Понятие о степенях свободы молекул и теорема о равномерном распределении энергии по степеням свободы. Внутренняя энергия идеального газа.
13. Статистические распределения. Постановка задачи о распределении скоростей молекул. Распределение по компонентам скоростей и по модулю скорости. Закон распределения скоростей Максвелла. Характерные скорости распределения.
14. Экспериментальная проверка распределения Максвелла. Закон распределения Больцмана. Барометрическая формула.
15. Работы Перрена по определению постоянной Авогадро. Атмосфера планет. Распределение Максвелла-Больцмана.
16. Броуновское движение. Флуктуации в идеальном газе и их проявления.
17. Термодинамическая система. Термодинамическое равновесие. Параметры состояния. Внутренняя энергия. Работа и количество теплоты – как формы обмена энергией между системами. Квазистатические процессы.
18. Первое начало термодинамики.
19. Классическая теория теплоемкости идеального газа. Недостатки классической теории.
20. Элементы квантовой теории теплоемкости. Теория Эйнштейна. Экспериментальная зависимость теплоемкости от температуры.
21. Применение первого начала к изопроцессам. Адиабатический процесс и уравнение адиабаты. Политропические процессы и уравнение политропы.
22. Обратимые и необратимые процессы. Тепловые машины их устройство и КПД. Равновесные и неравновесные процессы.
23. Циклы. Цикл Карно и его КПД. Анализ возможностей превращения тепла в работу. Теоремы Карно.
24. Реальные циклы. Холодильная машина.
25. Второе начало термодинамики. Границы применимости второго начала термодинамики.
26. Термодинамическая шкала температур.
27. Неравенство Клаузиуса. Энтропия как функция состояния. Вычисление изменения энтропии в различных процессах. Закон возрастания энтропии.
28. Свойства энтропии. Связь энтропии с термодинамической вероятностью. Формула Больцмана.

29. Статистический характер второго начала. Объективный характер статистических закономерностей.
30. Явления переноса в газах. Средняя длина и среднее время пробега молекул. Эмпирические закономерности. Общее уравнение переноса и его анализ.
31. Теплопроводность. Диффузия. Вязкость. Стационарные и нестационарные процессы и их уравнения. Связь коэффициентов переноса с микропараметрами. Связь между коэффициентами.
32. Теплопроводность при низких давлениях.
33. Технический вакуум и методы его получения.
34. Реальные газы. Экспериментальные изотермы. Уравнение Ван-Дер-Ваальса.
35. Конденсация паров, свойства паров. Насыщенные пары. Влажность.
36. Критическое состояние. Равновесие жидкости и газа.
37. Внутренняя энергия реального газа. Эффект Джоуля-Томсона. Температура инверсии. Сжижение газов.
38. Современные методы получения низких температур.
39. Фазы и условия равновесия фаз. Фазовые переходы. Фазовые диаграммы.
40. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Фазовые переходы первого и второго рода.
41. Метастабильные состояния. Плавление и кристаллизация. Переохлаждение жидкостей.
42. Испарение твердых тел. Тройная точка.
43. Сплавы. Фазовые переходы второго рода.
44. Свойства жидкого гелия.
45. Строение жидкости. Модели жидкости. Ближний порядок.
46. Термодинамика поверхности раздела двух фаз. Условия равновесия на границе двух жидкостей и на границе жидкого и твердого тела.
47. Свободная энергия поверхностного слоя жидкости. Формула Лапласа. Смачивание и капиллярные явления. Давление насыщенных паров над искривленной поверхностью.
48. Испарение и кипение жидкостей. Метастабильные состояния жидкости. Пузырьковые камеры.
49. Жидкие растворы. Теплота растворения. Осмотическое давление и механизм его возникновения. Закон Вант-Гоффа. Проявления осмотического давления в природе.
50. Твердые тела. Кристаллические структуры. Элементы симметрии. Типы пространственных решеток. Энергия связи. Классификация кристаллов по типу связи.
51. Моно и поликристаллы. Анизотропия. Дефекты и прочность кристаллов.
52. Аморфное состояние в твердых телах. Полимеры.
53. Тепловые свойства твердых тел – тепловое расширение, теплопроводность, теплоемкость.
54. Классическая теория теплоемкости твердого тела и причины ее ограниченности. Понятие о квантовой теории теплоемкости.
55. Порядок и беспорядок в природе. Энтропия как количественная мера хаотичности. Принцип возрастания энтропии. Переход от порядка к беспорядку в состоянии теплового равновесия. Роль фазовых переходов.
56. Ближний и дальний порядок. Параметр порядка. Координационный и ориентационный порядки. Понятие о жидких кристаллах.
57. Открытые диссипативные системы. Проявление самоорганизации в открытых системах и превращение флуктуаций в макроскопические эффекты. Роль нелинейности.
58. Синергетика. Самоорганизация в живой и неживой природе.

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

Краткая характеристика процедуры реализации текущего и промежуточного контроля для оценки компетенций обучающихся представлена в таблице.

| № п/п | Наименование оценочного средства | Краткая характеристика процедуры оценивания компетенций | Представление оценочного средства в фонде |
|-------|---|--|---|
| 1. | Контрольная работа | Контрольная работа выполняется в форме письменного тестирования по теоретическим вопросам курса. Регламент – 1-1.5 минуты на один вопрос. | Тестовые задания |
| 2. | Доклад, устное сообщение (мини-выступление) | Доклад - продукт самостоятельной работы обучающегося, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-исследовательской или научной темы. Тематика докладов выдается на первых семинарских занятиях, выбор темы осуществляется студентом самостоятельно. Подготовка осуществляется во внеаудиторное время. На подготовку дается одна-две недели. За неделю до выступления студент должен согласовать с преподавателем план выступления. Регламент – 3-5 мин. на выступление. В оценивании результатов наравне с преподавателем принимают участие студенты группы. | Темы докладов |
| 3. | Защита реферата | Реферат соответствует теме, выдержана структура реферата, изучено 85-100 % источников, выводы четко сформулированы | Темы рефератов |
| 4. | Зачет | Проводится в заданный срок, согласно графику учебного процесса. При выставлении оценки учитывается уровень приобретенных компетенций студента. Компонент «знать» оценивается теоретическими вопросами по содержанию дисциплины, компоненты «уметь» и «владеть» - практикоориентированными заданиями. | Комплект примерных вопросов к зачету. |

В конце изучения дисциплины подводятся итоги работы студентов на лекционных и лабораторных занятиях путем суммирования заработанных баллов в течение семестра.

**Критерии оценивания знаний обучающихся по дисциплине
4 семестр**

| № п/п | Вид деятельности | Максимальное количество баллов за занятие | Максимальное количество баллов по дисциплине |
|---------------|--------------------------------|---|--|
| 1. | Посещение лекций | 1 | 6 |
| 2. | Посещение лабораторных занятий | 1 | 10 |
| 3. | Работа на занятии | 12 | 120 |
| 4. | Контрольная работа | 32 | 32 |
| 5. | зачет | 64 | 32 |
| ИТОГО: | 2 зачетных единицы | | 200 |

Формирование балльно-рейтинговой оценки работы обучающихся

| | | Посещение лекций | Посещение практических занятий | Работа на практических занятиях | Контрольная работа | ЗАЧЕТ |
|------------------|----------------------------|------------------|--------------------------------|---------------------------------|--------------------|----------------|
| 4 семестр | Разбалловка по видам работ | 6 x 1=6 баллов | 10 x 1=10 баллов | 10 x 12=120 баллов | 32 x 1=32 | 32 балла |
| | Суммарный макс. балл | 6 баллов max | 16 балла max | 136 балла max | 172 баллов max | 200 баллов max |

Критерии оценивания работы обучающегося по итогам семестра

По итогам изучения дисциплины «Избранные вопросы молекулярной физики», трудоёмкость которой составляет 2 ЗЕ и изучается во 4 семестре, обучающийся набирает определённое количество баллов, которое соответствует оценке «зачтено» или «не зачтено»:

| | Баллы (2 ЗЕ) |
|--------------|---------------------|
| «зачтено» | более 60 |
| «не зачтено» | 60 и менее |

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная литература

1. Савельев, Игорь Владимирович. Курс общей физики [Текст] = A Course in general physics : учебник : в 3 т. Т. 1. Механика. Молекулярная физика / И. В. Савельев. – 13-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2017. – 432 с. : ил. – (Учебники для вузов. Специальная литература). – ISBN 978-5-8114-0630-2
2. Телеснин Роман Владимирович. Молекулярная физика [Текст] : учеб. пособие для вузов. - 3-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2009. - 360 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-1002-6 :
3. Гершензон, Евгений Михайлович. Молекулярная физика [Текст] : [учеб. пособие для пед. вузов] / Н.Н. Малов, А.Н. Мансуров. - Москва : Академия, 2000. - 264,[1] с. : ил. - (Высшее образование). - ISBN 5-7695-0323-8 :
4. Молекулярная физика и термодинамика / Л.Г. Малышев; К.А. Шумихина; А.В. Мелких; А.А. Повзнер. - Екатеринбург : Издательство Уральского университета,

Дополнительная литература

1. Кикоин Абрам Константинович. Молекулярная физика [Текст] : учеб. пособие для вузов / И.К. Кикоин. - 4-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2008. - 480 с.
2. Чертов А. Г., Воробьев А. А. Задачник по физике. Учебное пособие для вузов. / 8-е изд., перераб. и доп. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. - 640 с. (Библиотека УлГПУ).
3. Сивухин, Д.В. Общий курс физики : учебное пособие : в 5 т. / Д.В. Сивухин. - Изд. 6-е, стер. - Москва : Физматлит, 2014. - Т. 2. Термодинамика и молекулярная физика. - 544 с. : ил. - ISBN 978-5-9221-1513-1. - ISBN 978-5-9221-1514-8 (Т. II) ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=275624>

9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Интернет-ресурсы

1. Электронный учебник по физике для высших учебных заведений. http://www.studmed.ru/elektronnyu-uchebnik-po-fizike-dlya-vysshih-uchebnyh-zavedeniy_25097e711bd.html
2. Волькенштейн В.С. Сборник задач по общему курсу физики./ В.С. Волькенштейн 11-е изд., перераб., М.: Наука, 1985. - 384с. <http://za-partoj.ru/d/phys/phys124.htm>

Электронные библиотечные системы (ЭБС), с которыми сотрудничает «УлГПУ им. И.Н. Ульянова»

| № | Название ЭБС | №, дата договора | Срок использования | Количество пользователей |
|---|---|------------------------------|----------------------------|--------------------------|
| 1 | «ЭБС ZNANIUM.COM» | Договор № 2304 от 19.05.2017 | с 31.05.2017 по 31.05.2018 | 6 000 |
| 2 | ЭБС «Университетская библиотека онлайн» | Договор № 1966 от 13.11.2017 | с 22.11.2017 по 21.11.2018 | 8 000 |
| 3 | ЭБС elibrary | Договор № 223 от 09.03.2017 | С 09.03.2017 до 09.03.2018 | 100% |

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Успешное изучение курса требует от обучающихся посещения лекций, активной работы на лабораторных занятиях, выполнения всех учебных заданий преподавателя, ознакомления с основной и дополнительной литературой.

Запись **лекции** – одна из форм активной самостоятельной работы обучающихся, требующая навыков и умения кратко, схематично, последовательно и логично фиксировать основные положения, выводы, обобщения, формулировки. В конце лекции преподаватель оставляет время (5 минут) для того, чтобы обучающиеся имели возможность задать уточняющие вопросы по изучаемому материалу. Из-за недостаточного количества аудиторных часов некоторые темы не удастся осветить в полном объеме, поэтому преподаватель, по своему усмотрению, некоторые вопросы выносит на самостоятельную работу студентов, рекомендуя ту или иную литературу. Кроме этого, для лучшего освоения материала и систематизации знаний по дисциплине,

необходимо постоянно разбирать материалы лекций по конспектам и учебным пособиям. В случае необходимости обращаться к преподавателю за консультацией.

Подготовка к лабораторным занятиям.

При подготовке к лабораторным занятиям студент должен изучить теоретический материал по теме занятия (использовать конспект лекций, изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, при необходимости дополнить конспект, делая в нем соответствующие записи из литературных источников). В случае затруднений, возникающих при освоении теоретического материала, студенту следует обращаться за консультацией к преподавателю. Идя на консультацию, необходимо хорошо продумать вопросы, которые требуют разъяснения.

В начале лабораторного занятия преподаватель знакомит студентов с темой, оглашает план проведения занятия, выдает задание. В течение отведенного времени на выполнение работы студент может обратиться к преподавателю за консультацией или разъяснениями. В конце занятия проводится прием выполненных работ, собеседование со студентом.

Подготовка к тесту.

При подготовке к тесту необходимо изучить теоретический материал по дисциплине. С целью оказания помощи студентам при подготовке к тесту преподавателем проводится групповая консультация с целью разъяснения наиболее сложных вопросов теоретического материала.

План лабораторных занятий.

Занятие 1. Основные положения М.К.Т

1. Основное уравнение М.К.Т.
2. Закон Дальтона.
3. Внутренняя энергия идеальных газов

Рекомендации к самостоятельной работе

1. Проработать теоретический материал по теме, решить предложенные качественные и количественные задачи
2. Повторить лекционный материал по теме: «Основное уравнение М.К.Т. Закон Дальтона», ответить на контрольные вопросы

Форма представления отчета:

Устный отчет, тест

Занятие 2. Распределение Максвелла

План

1. Распределение Максвелла
2. Графики функции распределения. Распределение по модулю относительной скорости

Рекомендации к самостоятельной работе

1. Проработать теоретический материал по теме решить предложенные качественные и количественные задачи
3. Повторить лекционный материал по теме: «Распределение Максвелла
2. », ответить на контрольные вопросы

Форма представления отчета:

Устный отчет, тест

Занятие 3. Основные понятия термодинамики

План

1. Основные понятия термодинамики
2. Расчет работы в изопроцессах и для произвольного процесса
3. I начало термодинамики

Рекомендации к самостоятельной работе

1. Проработать теоретический материал по теме, решить предложенные качественные и количественные задачи
2. Повторить лекционный материал по теме: «Основные понятия термодинамики», ответить на контрольные вопросы

Форма представления отчета:

Устный отчет, тест

Занятие 4. Теория теплоемкости идеальных газов

План

1. Теория теплоемкости идеальных газов
2. Молярные и удельные теплоемкости

Рекомендации к самостоятельной работе

1. Проработать теоретический материал по теме, решить предложенные качественные и количественные задачи
2. Повторить лекционный материал по теме: «Теория теплоемкости идеальных газов», ответить на контрольные вопросы, подготовить доклад.

Форма представления отчета:

Устный отчет, тест

Занятие 5. Тепловые машины

1. Тепловые машины
2. Расчет КПД. Цикл Карно. Теоремы Карно.

Рекомендации к самостоятельной работе

1. Проработать теоретический материал по теме, решить предложенные качественные и количественные задачи
2. Повторить лекционный материал по теме: «Тепловые машины», ответить на контрольные вопросы

Форма представления отчета:

Устный отчет, тест

Занятие 6. Второе начало термодинамики.

План

1. Второе начало термодинамики
2. Энтропия и ее свойства
3. Расчет изменения энтропии при различных процессах

Рекомендации к самостоятельной работе

1. Проработать теоретический материал по теме, решить предложенные качественные и количественные задачи
2. Повторить лекционный материал по теме: «Второе начало термодинамики», ответить на контрольные вопросы

Форма представления отчета:

Устный отчет, тест

Занятие 7. Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса.

План

1. Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса
2. Критическое состояние. Критические параметры.

Рекомендации к самостоятельной работе

1. Проработать теоретический материал по теме
2. Повторить лекционный материал по теме: «Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса», ответить на контрольные вопросы

Форма представления отчета:

Устный отчет, тест

Занятие 8. Свойства жидкостей.

План

1. Свойства жидкостей
2. Поверхностное натяжение.
3. Формула Лапласа.
4. Капиллярные явления

Рекомендации к самостоятельной работе

1. Проработать теоретический материал по теме
2. Повторить лекционный материал по теме: «Свойства жидкостей», ответить на контрольные вопросы

Форма представления отчета:

Устный отчет, тест

Занятие 9. Твердые тела

План

1. Твердые тела
2. Кристаллические структуры.
3. Типы пространственных решеток
4. Анизотропия
5. Тепловые свойства твердых тел

Рекомендации к самостоятельной работе

1. Проработать теоретический материал по теме
2. Повторить лекционный материал по теме: «Твердые тела», ответить на контрольные вопросы

Форма представления отчета:

Устный отчет, тест

Занятие 10. Контрольная работа №1

План

1. Выполнение контрольной работы по вариантам

Форма представления отчета:

Контрольная работа

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

- * Архиватор 7-Zip,
- * Антивирус ESET Endpoint Antivirus for Windows,
- * Операционная система Windows Pro 7 RUS Upgrd OLP NL Acdmc,
- * Офисный пакет программ Microsoft Office Professional 2013 OLP NL Academic,
- * Программа для просмотра файлов формата DjVu WinDjView,
- * Программа для просмотра файлов формата PDF Adobe Reader XI,
- * Браузер Google Chrome.

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

| Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы | Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы | Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа |
|--|---|--|
|--|---|--|

| | | |
|---|--|---|
| <p>Аудитория № 408 Аудитория для практических и семинарских занятий. Лаборатория молекулярной физики.</p> | <p>Стол ученический трёхместный – 10 шт, лабораторный стол трёхместный – 2 шт, стол преподавателя – 2 шт., стул ученический – 30 шт., шкаф закрытый – 4 шт., шкаф для хранения оборудования – 2 шт., доска зелёная (металл, 3 секции) (ВА0000003463) – 1 шт. Основное оборудование: Комплект плакатов «Молекулярная физика и термодинамика» – 1 шт., Источники питания: РНШ – 1 шт., ВС-24 – 1 шт., Установка для изучения распределения электронов по скоростям (03417202) – 1 шт., Барометр–анероид – 3 шт., Набор термометров – Термометр ртутный стеклянный лабораторный ТЛ-4№2, Комплект жидкостных манометров – 4 шт., Лабораторные установки: доска Гальтона – 1 шт., прибор для определения зависимости удельной теплоёмкости металлов от температуры – 1 шт., установка для исследования адиабатных процессов – 1 шт., установка для исследования теплового расширения твёрдых тел – 1 шт., установка для исследования поверхностного натяжения – 3 шт., Весы торсионные ВТ (до 500 мг) – 1 шт., Электроплитка – 2 шт., Комплект калориметров и лабораторных стаканов.</p> | <p>* Архиватор 7-Zip, открытое программное обеспечение, бесплатная лицензия, пролонгировано. * Антивирус ESET Endpoint Antivirus for Windows, лицензия EAV-0120085134, контракт №1110 от 15.12.2014 г., действующая лицензия. * Операционная система Windows Pro 7 RUS Upgrd OLP NL Acdmc, Open License: 47357816, Гражданско-правовой договор № 0368100013813000050-0003977-01 от 02.10.2013 г., действующая лицензия. * Офисный пакет программ Microsoft Office Professional 2013 OLP NL Academic, Open License: 62135981, договор № 799 от 25.09.2013 г., действующая лицензия. * Программа для просмотра файлов формата DjVu WinDjView, открытое программное обеспечение, бесплатная лицензия, пролонгировано. * Программа для просмотра файлов формата PDF Adobe Reader XI, открытое программное обеспечение, бесплатная лицензия, пролонгировано.</p> |
| <p>Аудитория № 104 Аудитория для лекционных занятий.</p> | <p>Мультимедийный комплекс в составе: компьютер, проектор, акустическая система, интерактивная доска.</p> | <p>* Браузер Google Chrome, открытое программное обеспечение, бесплатная лицензия, пролонгировано.</p> |