

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования "Пермский  
государственный национальный исследовательский  
университет"**

**Кафедра общей физики**

Авторы-составители: **Бабушкин Игорь Аркадьевич  
Глухов Александр Федорович  
Кондрашов Александр Николаевич  
Рыбкин Константин Анатольевич  
Зюзгин Алексей Викторович  
Колчанов Николай Викторович**

Рабочая программа дисциплины  
**МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА**  
Код УМК 80926

Утверждено  
Протокол №9  
от «19» мая 2020 г.

Пермь, 2020

## **1. Наименование дисциплины**

Молекулярная физика

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина входит в базовую часть Блока « Б.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление: **03.03.01** Прикладные математика и физика  
направленность Программа широкого профиля

### **3. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

В результате освоения дисциплины **Молекулярная физика** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

**03.03.01** Прикладные математика и физика (направленность : Программа широкого профиля)

**ОПК.7** способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач

#### 4. Объем и содержание дисциплины

<b>Направления подготовки</b>	03.03.01 Прикладные математика и физика (направленность: Программа широкого профиля)
<b>форма обучения</b>	очная
<b>№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины</b>	2
<b>Объем дисциплины (з.е.)</b>	6
<b>Объем дисциплины (ак.час.)</b>	216
<b>Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:</b>	84
<b>Проведение лекционных занятий</b>	42
<b>Проведение практических занятий, семинаров</b>	42
<b>Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку</b>	0
<b>Самостоятельная работа (ак.час.)</b>	132
<b>Формы текущего контроля</b>	Итоговое контрольное мероприятие (1) Письменное контрольное мероприятие (3)
<b>Формы промежуточной аттестации</b>	Экзамен (2 триместр)

## 5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

### **Молекулярная физика. Второй триместр.**

Для понимания Молекулярной физики важно прослушать курс лекций, в котором объясняются основные закономерности молекулярно-кинетических явлений. Очень важны лабораторные работы для понимания связи теории и эксперимента.

### **Молекулярно-кинетическая теория**

Базовый раздел.

#### **Идеальный газ. Распределения Больцмана и Максвелла**

Основные положения молекулярно-кинетической теории. Агрегатные состояния вещества. Масса и размеры молекул. Идеальный газ. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории идеального газа. Опытные газовые законы. Уравнение Менделеева-Клапейрона. Газ в атмосфере. Барометрическая формула и следствия из нее. Броуновское движение. Теория Эйнштейна-Смолуховского. Опыты Перрена по определению числа Авогадро. Математические понятия теории вероятностей. Случайные величины. Частотное определение вероятности. Функция плотности вероятности. Условие нормировки плотности вероятности. Распределение молекул в потенциальном поле (распределение Больцмана). Распределение молекул газа по компонентам скоростей. Распределение молекул по скоростям (Максвелла). Характерные скорости молекул в распределении Максвелла (вероятнейшая, средняя арифметическая, средняя квадратичная). Экспериментальное определение скоростей молекул и их распределения по скоростям (опыт Штерна, опыт Ламмерт, опыт Штерна, Истермана, Симпсона).

#### **Первое начало термодинамики. Теплоемкость идеального газа.**

Внутренняя энергия термодинамической системы. Работа. Количество теплоты. Первое начало термодинамики.

Теплоемкость идеального газа  $C_v$  и  $C_p$ . Уравнение Майера. Недостатки классической теории теплоемкости идеального газа.

Применение первого начала термодинамики к изопроцессам в идеальном газе. Работа и теплота в изопроцессах.

Адиабатический процесс. Применение первого начала термодинамики к адиабатическому процессу в идеальном газе. Уравнение адиабаты, показатель адиабаты, работа расширения газа в адиабатическом процессе.

#### **Тепловой двигатель. Цикл Карно. Теоремы Карно.**

Принцип действия идеального теплового двигателя. Цикл Карно. КПД цикла Карно. Холодильная машина.

Теоремы Карно. Термодинамическая температурная шкала.

Практические температурные шкалы. Реперные точки международной практической температурной шкалы МПТШ-90.

#### **Второе начало термодинамики. Энтропия.**

Второе начало термодинамики и его различные формулировки. Энтропия, ее свойства. Закон возрастания энтропии. Энтропия идеального газа.

Термодинамические функции. Внутренняя энергия, свободная энергия, энтальпия, термодинамический потенциал.

Энтропия и термодинамическая вероятность, формула Больцмана. Флуктуации.

#### **Реальные газы. Изотермы Ван-дер-Ваальса. Критическое состояние.**

Реальные газы. Отступления от законов идеального газа. Изотермы реальных газов. Уравнение

Ван-дер-Ваальса.

Изотермы Ван-дер-Ваальса. Метастабильные состояния. Критическое состояние. Критические параметры.

Внутренняя энергия газа Ван-дер-Ваальса. Опыт Джоуля.

Процесс Джоуля-Томсона в реальном газе. Интегральный эффект в процессе Джоуля-Томсона. Температура инверсии.

### **Жидкости. Поверхностное натяжение, смачивание, краевой угол.**

Особенности жидкого состояния. Ближний и дальний порядок. Поверхностная энергия молекул.

Поверхностное натяжение. Коэффициент поверхностного натяжения, его зависимость от внешних условий.

Жидкость на границе с другой жидкостью и твердым телом. Смачивание. Краевой угол.

Дополнительное давление под искривленной поверхностью жидкости, формула Лапласа. Капиллярные явления. Формула Жюрена.

### **Испарение и кипение жидкости. Фазовые переходы 1 рода.**

Тепловое движение молекул в жидкости. Диффузия в жидкостях. Вязкость жидкостей и ее зависимость от температуры.

Испарение и кипение жидкости. Зависимость давления насыщенного пара от температуры.

Фазовая диаграмма жидкость – пар. Зависимость температуры кипения жидкости от внешнего давления.

Сжижение газов

### **Кристаллические тела. Теплоемкость кристаллов.**

Кристаллические и аморфные тела. Монокристаллы, поликристаллы.

Кристаллизация и плавление - фазовые переходы первого рода. Анизотропия кристаллов. Дефекты кристаллов.

Теплоемкость кристаллических тел. Закон Дюлонга и Пти. Закон Джоуля - Коппа.

Недостатки классической теории теплоемкости кристаллов.

Квантовая теория теплоемкости кристаллов

### **Явления переноса**

Вязкость, теплопроводность и диффузия относятся к явлениям переноса.

В газах перенос импульса между слоями движущимися с разными скоростями,

перенос тепла при наличии температурных неоднородностей и перенос массы связаны с тепловым движением молекул.

### **Столкновения молекул газа и длина свободного пробега. Явления переноса: Диффузия, теплопроводность, вязкость**

Частота столкновений молекул газа между собой. Средняя длина свободного пробега молекул в газе, ее зависимость от давления и температуры газа. Эффективное сечение молекулы.

Распределение молекул по длине пробега. опыты по определению длины пробега молекул и эффективного сечения молекулы.

Явления переноса в газах. Диффузия. Уравнение диффузии (закон Фика), коэффициент диффузии, его зависимость от параметров газа. Измерение коэффициента диффузии в газах.

Теплопроводность газов. Уравнение теплопроводности (закон Фурье), коэффициент теплопроводности, его зависимость от параметров газа. Измерение коэффициента теплопроводности.

Внутреннее трение в газах. Уравнение силы внутреннего трения, коэффициент вязкости, его зависимость от параметров газа. Измерение коэффициента вязкости газов.

Уравнение нестационарной теплопроводности. Коэффициент температуропроводности. Уравнение нестационарной диффузии. Характерное время прогрева(остывания) тел и релаксации концентрационных неоднородностей.

### **Свойства жидкостей и твердых тел**

Жидкие и твердые тела своим существованием обязаны взаимодействию молекул.

Энергия взаимодействия в твердых телах на порядки превышает энергию теплового движения, поэтому мы видим дальний порядок.

В жидкостях тепловая энергия молекулы сравнима с энергией взаимодействия, поэтому реализуется только ближний порядок. Молекула чувствует влияние только от ближайших соседей

### **Фазовые переходы. Диаграмма состояния.**

Фазовые переходы первого рода. Уравнение Клапейрона - Клаузиуса.

Фазовые переходы второго рода.

## **6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

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

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

## **7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.



## 8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

### Основная:

1. Ландау Л. Д. Курс общей физики. Механика и молекулярная физика: учебник / Л. Д. Ландау, А. И. Ахиезер, Е. М. Лившиц. — 3-е изд. М.: КДУ, 2011. — 340 с. — ISBN 978-5-98227-767-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система БиблиоТех : [сайт].  
<https://psu.bibliotech.ru/Reader/Book/7866>
2. Савельев, И.В. Курс физики : учебное пособие : в 3 томах / И.В. Савельев. — 7-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, [б. г.]. — Том 1 : Механика. Молекулярная физика — 2018. — 356 с. — ISBN 978-5-8114-0685-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/106894> <https://elis.psu.ru/node/580912>
3. Сивухин Д. В. Общий курс физики. учебное пособие для физических специальностей вузов Т. 2. Термодинамика и молекулярная физика / Д. В. Сивухин. — 5-е изд., испр. — Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2006, ISBN 5-9221-0601-5. — 544

### Дополнительная:

1. Иродов И. Е. Задачи по общей физике: учебное пособие / И. Е. Иродов. — Санкт-Петербург: Лань, 2003, ISBN 5-8114-0319-4. — 416.
2. Фейнман Р. Фейнмановские лекции по физике Вып. 4. Кинетики. Теплота. Звук / Р. Фейнман, Р. Лейтон, М. Сэндс. — М.: Мир, 1965. — 261
3. Иродов И. Е. Физика макросистем. Основные законы: учебное пособие для вузов / И. Е. Иродов. — Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2001, ISBN 5-93208-089-2. — 208.
4. Трофимова Т. И. Основы физики. Молекулярная физика. Термодинамика: учебное пособие / Т. И. Трофимова. — Москва: КНОРУС, 2015, ISBN 978-5-406-04054-6. — 1791. — Предметный указатель: с. 173-177
5. Фейнмановские лекции по физике. Задачи и упражнения: перевод с английского / ред. Я. А. Смородинский. — Москва: Мир, 1967. — 205.

## 9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

<http://tehtab.ru/guide/guidemedias/guideair/dryaircomposition/> молекулярные массы газов

<https://mipt.ru/education/chair/physics/records/thermodynamics/bulygin2.php> Лекции и демонстрации по молекулярной физике и термодинамики (МФТИ)

[https://kpfu.ru/portal/docs/F\\_1779153506/ConspectMolPhizikaLekzii2013.pdf](https://kpfu.ru/portal/docs/F_1779153506/ConspectMolPhizikaLekzii2013.pdf) Конспекты лекции по физике для нефизических специальностей

## 10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Образовательный процесс по дисциплине **Молекулярная физика** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

- презентационные материалы (слайды по темам лекционных и практических занятий);
- доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС);
- доступ в электронную информационно-образовательную среду университета;
- интернет-сервисы и электронные ресурсы (поисковые системы, электронная почта, профессиональные тематические чаты и форумы, системы аудио и видео конференций, онлайн энциклопедии и т.д.).

Программное обеспечение:

- ОС «Альт Образование» (Договор № ДС 003–2020);
- офисный пакет приложений "Libre office";
- приложение позволяющее просматривать и воспроизводить медиа контент PDF-файлов;
- программы, демонстрации видео материалов (проигрыватель);
- программа просмотра интернет контента (браузер) "Google Chrome".

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ ([student.psu.ru](http://student.psu.ru)).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).

система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.

система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

## 11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Лекционные занятия.

Аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран для проектора, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

2. Занятий семинарского типа (семинары, практические занятия).

Аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран для проектора, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

3. Групповые (индивидуальные) консультации.

Аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

4. Текущий контроль.

Аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

5. Самостоятельная работа.

Аудитория для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета. Помещения Научной библиотеки ПГНИУ.

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютера с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине  
Молекулярная физика**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции и  
критерии их оценивания**

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p><b>ОПК.7</b> способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач</p>	<p>Знает основы теоретического курса молекулярной физики. Умеет использовать данные знания для решения профессиональных задач. Владеет методами решения задач.</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворител</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- не демонстрирует знание основного содержания дисциплины;</li> <li>- не владеет основными понятиями, законами и теорией, необходимыми для объяснения явлений, закономерностей</li> </ul> <p align="center"><b>Удовлетворительн</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- демонстрирует не полное знание основного содержания раздела "Молекулярная физика и термодинамика" и его элементов в соответствии с прослушанным лекционным курсом;</li> <li>- владение основными понятиями, законами и теорией, необходимыми для объяснения явлений, закономерностей;</li> <li>- допускает существенные ошибки при изложении материала</li> </ul> <p align="center"><b>Хорошо</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ответ по вопросу или заданию аргументированный, демонстрирующий знание основного содержания раздела и его элементов в соответствии с прослушанным лекционным курсом и с учебной литературой;</li> <li>- демонстрирует понимание материала, приводит примеры;</li> <li>- владеет основными понятиями, законами и теорией, необходимыми для объяснения явлений, закономерностей.</li> </ul> <p align="center"><b>Отлично</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ответ по вопросу или заданию аргументированный, логически выстроенный, полный, демонстрирующий знание основного содержания раздела</li> </ul>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>"Молекулярная физика и термодинамика" и его элементов в соответствии с прослушанным лекционным курсом и с учебной литературой;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- демонстрирует полное понимание материала, выводы доказательны, приводит примеры;</li> <li>- свободное владение основными понятиями, законами и теорией, необходимыми для объяснения явлений, закономерностей.</li> </ul>

## Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : Базовая

**Вид мероприятия промежуточной аттестации :** Экзамен

**Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации :** Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

**Максимальное количество баллов :** 100

### Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 50 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 50 балла

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<b>ОПК.7</b> способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач	Столкновения молекул газа и длина свободного пробега. Явления переноса: Диффузия, теплопроводность, вязкость <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	Теоретические основы разделов: идеальный газ. распределения Больцмана и Максвелла, первое начало термодинамики. теплоемкость идеального газа, тепловой двигатель. цикл Карно. теоремы Карно, второе начало термодинамики. энтропия, реальные газы. изотермы Ван-дер-Ваальса. критическое состояние вещества.
<b>ОПК.7</b> способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач	Столкновения молекул газа и длина свободного пробега. Явления переноса: Диффузия, теплопроводность, вязкость <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	Идеальный газ. распределения Больцмана и Максвелла, первое начало термодинамики. теплоемкость идеального газа, тепловой двигатель. цикл Карно. теоремы Карно, второе начало термодинамики. энтропия, реальные газы. изотермы Ван-дер-Ваальса. критическое состояние вещества.

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<b>ОПК.7</b> способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач	Фазовые переходы. Диаграмма состояния. <b>Итоговое контрольное мероприятие</b>	Теоретические основы разделов: жидкости. поверхностное натяжение, смачивание, краевой угол, испарение и кипение жидкости. Фазовые переходы 1 рода, кристаллические тела, теплоемкость кристаллов, столкновения молекул газа и длина свободного пробега. явления переноса: диффузия, теплопроводность, вязкость, фазовые переходы, диаграмма состояния.
<b>ОПК.7</b> способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач	Фазовые переходы. Диаграмма состояния. <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	Жидкости. поверхностное натяжение, смачивание, краевой угол, испарение и кипение жидкости. Фазовые переходы 1 рода, кристаллические тела, теплоемкость кристаллов, столкновения молекул газа и длина свободного пробега. явления переноса: диффузия, теплопроводность, вязкость, фазовые переходы, диаграмма состояния.

### Спецификация мероприятий текущего контроля

**Столкновения молекул газа и длина свободного пробега. Явления переноса: Диффузия, теплопроводность, вязкость**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **10**

Показатели оценивания	Баллы
Умеет объяснить законы из курса	6
Умеет выводить физические уравнения	6
Знает математическую запись основных законов из курса	4
Знает определения физических величин из курса и их математическое выражение и единицы измерения	4

**Столкновения молекул газа и длина свободного пробега. Явления переноса: Диффузия, теплопроводность, вязкость**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **10**

Показатели оценивания	Баллы
Задача решена верно все законы написаны	7
Задача решена полностью, однако имеются ошибки в расчетах и т.д.	5
Есть рисунок соответствующий задаче. Основные формулы написаны с существенными ошибками	5
Есть рисунок соответствующий задаче.	3

**Фазовые переходы. Диаграмма состояния.**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **20**

Показатели оценивания	Баллы
Умеет выводить физические уравнения	12
Умеет объяснить законы из курса	12
Знает определения физических величин из курса и их математическое выражение и единицы измерения	8
Знает математическую запись основных законов из курса	8

**Фазовые переходы. Диаграмма состояния.**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **10**

Показатели оценивания	Баллы
Задача решена верно все законы написаны	6
Задача решена полностью, однако имеются ошибки в расчетах и т.д.	5
Есть рисунок соответствующий задаче. Основные формулы написаны с существенными ошибками.	5
Есть рисунок соответствующий задаче.	4