

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Смоленский государственный университет»

Кафедра физики и технических дисциплин

«Утверждаю»
Проректор по учебно –
методической работе
_____ Ю.А. Устименко
«06» сентября 2019 г.

Рабочая программа дисциплины

Б1.О.09 Физика

Направление подготовки: **08.03.01 Строительство**

Направленность (профиль): **Промышленное и гражданское строительство**

Форма обучения - очная

Курс – 1,2

Семестр – 1- 3

Всего зачетных единиц -12; часов – 432 час

Форма отчетности: экзамен – 1,2, семестр, зачет – 3 семестр.

Программу разработал:

кандидат технических наук, доцент Е.А. Царева

Одобрена на заседании кафедры
«30» августа 2019г., протокол № 1

Заведующий кафедрой

Дюндин А.В.

Смоленск
2019

1. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Физика» включена в обязательную часть Блока 1. «Дисциплины (модули)» учебного плана направления подготовки 08.03.01 Строительство(профиль «Промышленное и гражданское строительство»).

Для успешного освоения содержания дисциплины необходимы компетенции, сформированные в процессе изучения дисциплин «Математический анализ» и «Алгебра и геометрия», а также знания, умения и навыки, полученные в результате освоения курсов физики и математики среднего образования

Сформированные при изучении курса компетенции служат опорой в процессе изучения дисциплин «Теоретическая механика», «Техническая механика», «Строительная механика», «Сопrotивление материалов», «Металлические конструкции» и др.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индикаторы достижения
ОПК-1. Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе использования теоретических и практических основ естественных и технических наук, а также математического аппарата	Знать: основные положения естественных и технических наук, а также математический аппарат, необходимые для успешного решения задач профессиональной деятельности; Уметь: решать основные задачи профессиональной деятельности на основе теоретических и практических основ естественных и технических наук, применяя соответствующий математический аппарат; Владеть: навыками решения основных задач профессиональной деятельности на основе положений естественных и технических наук.

3. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1 семестр. Основы механики

Кинематика материальной точки. Физические основы классической механики. Три способа описания движения. Прямолинейное и криволинейное движение. Относительность движения.

Динамика материальной точки. Инерциальные и неинерциальные системы отсчета. Фундаментальные взаимодействия. Законы Ньютона.

Импульс. Закон сохранения импульса. Импульс материальной точки. Механические системы. Импульс механической системы. Закон сохранения импульса.

Энергия. Закон сохранения энергии. Работа. Мощность. Механическая энергия. Закон сохранения механической энергии.

Механика твердого тела. Центр масс, теорема о движении центра масс. Момент инерции твердого тела. Теорема Штейнера. Момент силы и момент инерции относительно оси вращения. Основное уравнение вращательного движения.

Основы гидростатики. Давление в жидкостях и газах. Гидростатический закон. Архимедова сила.

Основы гидродинамики. Уравнение Бернулли. Реакция вытекающей струи. Формулы Ньютона и Пуазейля. Ламинарное и турбулентное течения. Число Рейнольдса. Движение тела в вязкой среде. Формула Стокса.

Механические колебания. Колебательное движение. Амплитуда, частота, период, фаза колебаний. Гармонические колебания. Маятники. Свободные и затухающие колебания маятников. Вынужденные колебания.

Механические волны. Виды механических волн. Длина волны. Скорость распространения волны. Акустика.

2 семестр. Основы молекулярной физики и термодинамики

Основы молекулярно-кинетической теории. Основное уравнение МКТ и следствия из него. Температура. Теорема о равнораспределении энергии. Уравнение состояния идеального газа. Изопрцессы.

Распределение молекул по скоростям. Максвелловское распределение молекул по скоростям. Наиболее вероятная скорость. Распределение Максвелла-Больцмана.

Явления переноса в газах. Средняя длина свободного пробега. Диффузия, вязкость. Теплопроводность.

Первое начало термодинамики. Внутренняя энергия идеального газа. Способы изменения внутренней энергии: теплопередача и совершение работы. Первое начало термодинамики. Теплоемкость газа. Адиабатный процесс.

Второе начало термодинамики. Основа работы тепловых машин. Цикл Карно. Теорема Карно. Энтропия. Статистический смысл энтропии. Третье начало термодинамики.

Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Критическое состояние вещества.

Жидкости и их свойства. Жидкое состояние вещества. Поверхностное натяжение. Давление под искривленной поверхностью. Капиллярные явления. Вязкость жидкостей.

Твердые тела и их свойства. Кристаллическое состояние вещества. Типы кристаллических решеток. Анизотропия. Теплопроводность твердых тел.

Фазы и фазовые превращения. Понятия фазы и фазового перехода. Фазовые переходы первого и второго рода.

3 семестр. Основы электродинамики

Электрическое поле. Источники электрического поля. Закон Кулона. Принцип суперпозиции. Электрическое поле в веществе. Энергия электрического поля, электрическая емкость.

Постоянный электрический ток. Условия существования электрического тока, эдс. Закон Ома. Закон Джоуля-Ленца.

Электрический ток в металлах, электролитах и газах. Условия протекания электрического тока в различных средах, наблюдаемые явления.

Магнитное поле. Источники магнитного поля. Закон Био-Савара-Лапласа. Магнитное поле в веществе, граничные условия. Энергия магнитного поля, индуктивность.

Электромагнитная индукция. Закон электромагнитной индукции. Самоиндукция. Генерация электрического тока. Электромагнитные колебания.

Переменный электрический ток. Генерация переменного электрического тока. Емкость и индуктивность в цепи переменного тока. Резонанс

Электромагнитные волны. Уравнения Максвелла. Волновое уравнение. Скорость электромагнитной волны, условия распространения.

4. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

№ п/п	Разделы и темы	Всего часов	Формы занятий			
			лекции	Практ. занятия	Лабор. занятия	Самост. работа
1 семестр						
1.	Кинематика материальной точки.	10	4	2	2	2
2.	Динамика материальной точки	12	4	2	4	2
3.	Импульс. Закон сохранения импульса	13	4	2	4	3
4.	Энергия. Закон сохранения энергии	14	4	2	6	2
5.	Механика твердого тела	13	4	2	4	3
6	Основы гидростатики	14	2	2	8	2

7.	Основы гидродинамики	13	4	0	6	3
8.	Механические колебания	16	4	4	6	2
9.	Механические волны	12	2	0	8	2
10.	Экзамен	27	0	0	0	27
<i>Итого за семестр</i>		<i>144</i>	<i>32</i>	<i>16</i>	<i>48</i>	<i>21+27</i>
2 семестр						
1.	Основы молекулярно–кинетической теории	18	4	6	2	6
2.	Распределение молекул по скоростям.	14	4	2	2	6
3.	Явления переноса	20	4	4	8	4
4.	Первое начало термодинамики	20	4	6	4	6
5.	Второе начало термодинамики. Энтропия	16	4	6	0	6
6.	Реальные газы.	18	4	2	8	4
7.	Жидкости и их свойства	18	4	2	8	4
8.	Твердые тела и их свойства	15	2	2	8	3
9.	Фазы и фазовые превращения	14	2	2	8	2
10.	Экзамен	27	0	0	0	27
<i>Итого за семестр</i>		<i>180</i>	<i>32</i>	<i>32</i>	<i>48</i>	<i>41+27</i>
3 семестр						
1.	Электрическое поле	15	6	0	4	5
2.	Постоянный электрический ток	15	4	0	6	5
3.	Электрический ток в металлах, электролитах и газах	13	4	0	4	5
4.	Магнитное поле	13	4	0	4	5
5.	Электромагнитная индукция	13	4	0	4	5
6.	Электромагнитные колебания	13	4	0	4	5
7.	Переменный ток	13	4	0	4	5
8.	Электромагнитные волны	13	4	0	4	5
<i>Всего за семестр</i>		<i>108</i>	<i>34</i>	<i>0</i>	<i>34</i>	<i>40</i>
ИТОГО		432	98	48	130	156

5. ВИДЫ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Занятия лекционного типа

1 семестр

- Лекция №1,2. Кинематика материальной точки.
- Лекция №3,4. Динамика материальной точки.
- Лекция №5,6. Импульс. Закон сохранения импульса.
- Лекция №7,8. Энергия. Закон сохранения энергии.
- Лекция №9,10. Механика твердого тела.
- Лекция №11. Основы гидростатики.
- Лекция №12,13. Основы гидродинамики.
- Лекция №14,15. Механические колебания.
- Лекция №16. Механические волны.

2 семестр

- Лекция №1,2. Основы молекулярно-кинетической теории.
- Лекция №3,4. Распределение молекул по скоростям.
- Лекция №5,6. Явления переноса в газах.
- Лекция №7,8. Первое начало термодинамики.
- Лекция №9,10. Второе начало термодинамики.

- Лекция №11,12. Реальные газы.
 Лекция №13,14. Жидкости и их свойства.
 Лекция №15. Твердые тела и их свойства.
 Лекция №16. Фазы и фазовые превращения.

3 семестр

- Лекция №1. Электростатическое поле в вакууме.
 Лекция №2,3. Электростатическое поле в веществе.
 Лекция №4,5. Постоянный электрический ток.
 Лекция №6,7. Электрический ток в металлах, жидкостях и газах.
 Лекция №8. Магнитное поле в вакууме.
 Лекция №9,10. Магнитное поле в веществе.
 Лекция №11,12. Электромагнитная индукция.
 Лекция №13,14. Электромагнитные колебания.
 Лекция №15,16. Переменный ток.
 Лекция №17. Электромагнитные волны.

Практические занятия 1 семестр

Занятие № 1

Тема: Основы кинематики

Задачи для решения в аудитории

1. Уравнение движения тела дано в виде: $X = 15t + 0,4t^2$. Определить начальную скорость и ускорение движения тела, а также координату и скорость тела через 5 секунд
2. Радиус вектор материальной точки изменяется со временем по закону $\vec{r} = 4t^2\vec{i} + 3t\vec{j} + 2\vec{k}$, Определить: а) скорость \vec{v} ; б) ускорение \vec{a} в) модуль скорости в момент времени 2с.
3. Мяч брошен вертикально вверх. На высоте h он побывал дважды с интервалом времени Δt . Определить начальную скорость бросания мяча.
4. Тело бросили с поверхности Земли под углом α к горизонту с начальной скоростью v_0 . Пренебрегая сопротивлением воздуха найти: а) время движения; б) максимальную высоту подъёма и горизонтальную дальность полета. При каком значении угла бросания они будут равны? г) уравнение траектории $y(x)$, где y и x перемещение тела по вертикали и горизонтали соответственно; д) радиусы кривизны начала и вершины траектории.
5. Диск радиусом 10 см вращается так, что зависимость угла поворота радиуса диска от времени задается уравнением: $\varphi = 2 + 4t^3$. Определить для точек на ободе колеса диска нормальное и тангенциальное ускорения в момент времени 2 секунды от начала движения, а также угол поворота, при котором полное ускорение составляет с радиусом диска угол 45° .

Задачи для самостоятельного решения

1. Зависимость пройденного пути от времени выражается уравнением: $S = At - Bt^2 + Ct^3$ ($A = 2$ м/с, $B = 3$ м/с², $C = 4$ м/с³). Записать выражения для скорости и ускорения. Определить для момента времени 2 с после начала движения: пройденный путь; скорость; ускорение.
2. Кинематические уравнения движения двух материальных точек имеет вид: $X_1 = A_1t + B_1t^2 + C_1t^3$ и $X_2 = A_2t + B_2t^2 + C_2t^3$, где $B_1 = 4$ м/с², $B_2 = -2$ м/с², $C_1 = -3$ м/с³, $C_2 = 1$ м³. Определить момент времени, для которого ускорения этих точек будут равны.
3. Тело падает с высоты 490 м. Определить перемещение тела за последнюю секунду падения.

4. Тело падает с высоты 1 км с нулевой начальной скоростью. Пренебрегая сопротивлением воздуха, определить, какое время понадобится телу для прохождения последних 10 м пути.

5. С башни высотой 30 м в горизонтальном направлении брошено тело с начальной скоростью 10 м/с. Определить: а) уравнение траектории тела $y(x)$; б) скорость тела в момент падения на землю; в) угол, который образует эта скорость с горизонтом в точке его падения.

6. Точка движется по окружности радиусом 15 см с постоянным тангенциальным ускорением. К концу четвертого оборота после начала движения линейная скорость точки 15 см/с. Определить нормальное ускорение точки через 16 секунд после начала движения.

Занятие № 2

Тема: Основы динамики.

Задачи для решения в аудитории

1. Тело массой 1,0 кг лежит на горизонтальной поверхности. Коэффициент трения 0,1. На тело действует горизонтальная сила F . Определить силу трения для двух случаев: а) $F = 0,50$ Н; б) $F = 2,0$ Н. Изобразить графически, как изменяется сила трения при изменении силы F .

2. Какова начальная скорость шайбы пущенной по поверхности льда, если она остановилась через 40 с? Коэффициент трения шайбы о лед 0,05.

3. На столе лежат два бруска, связанные нитью. На брусок массой $m_1 = 4$ кг действует сила 20 Н под углом 30° к горизонту. Масса второго бруска $m_2 = 2$ кг, коэффициент трения брусков о стол 0,1. Определите ускорение, с которым движутся тела, а также силу натяжения нити.

4. Ведерко с водой вращают в вертикальной плоскости на веревке длиной 0,5 м. С какой наименьшей скоростью нужно его вращать, чтобы при прохождении через верхнюю точку удержать воду в ведерке?

Задачи для самостоятельного решения

1. Тело массой 20 кг тянут с силой 120 Н по горизонтальной поверхности. Если эта сила приложена под углом 60° к горизонту, то тело движется равномерно. С каким ускорением будет двигаться тело, если ту же силу приложить под углом 30° к горизонту?

2. Два тела массами $m_1 = 3$ кг и $m_2 = 6$ кг лежат на абсолютно гладком столе. Тела связаны невесомым шнуром, который разрывается если к телу с меньшей массой приложить силу 240 Н. Какую минимальную силу надо приложить к телу большей массы, чтобы разорвать шнур?

3. Летчик давит на сиденье самолета в нижней точке петли Нестерова с силой 7100 Н. масса летчика 80 кг, радиус петли 250 м. Определить скорость самолета.

4. Тело массой m соскальзывает с трением с наклонной плоскости. Угол наклона плоскости α , ее длина l , коэффициент трения μ . Начальная скорость тела равна нулю. Найти время спуска тела с наклонной плоскости.

Занятие № 3

Тема: Законы сохранения. Импульс.

Задачи для решения в аудитории

1. Снаряд массой 100 кг, летящий горизонтально вдоль железнодорожного пути со скоростью 500 м/с, попадает в вагон с песком и застревает в нем. Какую скорость получит вагон, если он двигался со скоростью 36 км/ч в направлении, противоположном движению снаряда?

2. Пуля массой 5 г, летящая горизонтально, попадает в брусок, установленный на подвижной тележке. Масса бруска с тележкой 495 г. Когда пуля попадает в тележку и застревает в ней, система приобретает скорость 0,8 м/с. Определить начальную скорость пули.

3. Два шара массами $m_1 = 1$ кг и $m_2 = 2$ кг движутся поступательно вдоль горизонтальной прямой в одном направлении. Скорости шаров до удара $v_1 = 7,0$ м/с и $v_2 = 1,0$ м/с. Определить скорости шаров после абсолютно упругого удара.

4. Определить во сколько раз уменьшится скорость шара, движущегося со скоростью v , при его соударении с покоящимся шаром, масса которого в n раз больше массы налетающего шара. Удар считать центральным и абсолютно упругим.

Задачи для самостоятельного решения

1. Два тела, двигаясь навстречу друг другу со скоростью 3,0 м/с каждое, после удара стали двигаться вместе со скоростью 1,5 м/с. Определить отношение масс этих тел.

2. Две тележки массами m_1 и $m_2 = 2m_1$ соединены между собой сжатой, связанной пружиной. Если пережечь нить, пружина распрямляется, и тележки разъезжаются в разные стороны. Считая коэффициент трения для обеих тележек одинаковым, определить: отношение скоростей тележек, отношение времен, в течении которых тележки движутся, отношение путей, пройденных тележками.

3. Лодка стоит неподвижно в стоячей воде. Человек, находящийся в лодке, переходит с носа на корму. На какое расстояние переместится лодка, если масса человека 60 кг, масса лодки 120 кг, длина лодки 3 м? Сопротивлением воды пренебречь.

4. Мальчик, бегущий со скоростью 4 м/с, догоняет тележку, движущую со скоростью 3 м/с и вскакивает на нее. Масса мальчика 50 кг, тележки – 80 кг. Найти скорость тележки в тот момент, когда на нее вскочил мальчик.

Занятие № 4

Тема: Работа. Мощность. Энергия.

Задачи для решения в аудитории

1. Снаряд, запущенный вертикально вверх, разрывается в верхней точке подъема на два одинаковых осколка. Один из которых летит вверх, а другой - вниз. С какой скоростью упадет на землю второй осколок, если первый падает на нее со скоростью v .

2. Тело массой 100 г, брошенное вертикально вниз с высоты 20 м со скоростью 10 м/с, упало на землю со скоростью 20 м/с. Найти работу по преодолению сопротивления воздуха.

3. Тело, падая с некоторой высоты, в момент соприкосновения с Землей обладает импульсом $100 \frac{\text{кг} \times \text{м}}{\text{с}}$ и кинетическую энергию 500 Дж. Определить с какой высоты падало тело и массу этого тела.

4. С ледяной горки высотой 1,0 м и основанием 5,0 м, съезжают санки, которые останавливаются, пройдя горизонтальный участок 95 м. Найти коэффициент трения и коэффициент полезного действия.

Задачи для самостоятельного решения

1. При центральном упругом ударе, движущееся тело массой m_1 ударяется о покоящееся тело массой m_2 . В результате чего скорость первого тела уменьшилась в два раза. Определить во сколько раз масса первого тела больше массы второго и кинетическую энергию второго тела непосредственно после удара, если первоначальная кинетическая энергия первого тела была равна 800 Дж.

2. Два малых пластилиновых шарика, масса которых 0,1 кг и 0,2 кг, подвешены на нитях одинаковой длины 1 м так, что они соприкасаются. Первый шарик отклонили от положения равновесия на угол $\pi/2$ и отпустили. На какую высоту поднимутся шарики после абсолютно неупругого удара?

3. Тело массой 0,4 кг скользит с наклонной плоскости высотой 10 см и длиной 1 м. Коэффициент трения на всем пути равен 0,04. Определить кинетическую энергию тела у основания наклонной плоскости и путь, пройденный телом на горизонтальном участке до остановки

Тема: Механика твердого тела**Задачи для решения в аудитории**

1. Найти момент инерции тонкого диска массой m относительно оси вращения проходящей через его центр. Радиус диска R .
2. Пуля массой m_1 , летящая горизонтально со скоростью v_0 , попадает в нижний конец стержня, закрепленного на горизонтальной оси, проходящей через верхний конец стержня, и застревает в нем. Масса стержня m_2 , длина l . Определить линейную скорость нижнего конца стержня сразу после попадания пули.
3. С вершины наклонной плоскости начинает скатываться сплошной однородный цилиндр. Найти время скатывания цилиндра, если начальная высота 3 м, длина наклонной плоскости 10 м.

Задачи для самостоятельного решения

4. Диск массой M катится без скольжения по горизонтальной плоскости со скоростью V . Найти кинетическую энергию тела.
5. Круглая горизонтальная платформа с массой m_1 вращается вокруг вертикальной оси с угловой скоростью ω_1 . Человек массой m_2 стоит на краю платформы. Какова будет скорость платформы если человек перейдет в центр платформы?
6. С верхнего уровня наклонной плоскости одновременно начинают скатываться без скольжения сплошной цилиндр и шар с одинаковой массой и одинаковыми радиусами. Найти отношение скоростей этих тел на некотором данном уровне.

Занятие № 6

Тема: Механика жидкостей и газов. Гидростатика**Задачи для решения в аудитории**

1. Аквариум имеет форму куба со стороной $a = 60$ см. До какой высоты h следует налить в него воду, чтобы сила давления на боковую стенку была в 6 раз меньше, чем на дно? Атмосферное давление не учитывать.
2. В стакане плавает кусок льда. Как изменится уровень воды, когда лед растает? Изменится ли ответ, если во льду находится кусочек пробки? Стальная гайка?
3. В небольшом бассейне плавает лодка. Изменится ли (и как) уровень воды в бассейне, если лежащий на дне лодки камень бросить в воду?
4. В небольшом бассейне плавает полузатопленная лодка. Уровень воды в лодке такой же, как в бассейне. Из лодки зачерпнули ведро воды и вылили в бассейн. Где теперь выше уровень воды — в лодке или в бассейне? Как изменился уровень воды в бассейне?

Задачи для самостоятельного решения

1. Воздушный шар объемом $V = 300$ м³ парит вблизи поверхности Земли. С шара сбросили балласт, и шар поднялся на высоту, где, плотность воздуха вдвое меньше. Какова масса Δm балласта, если объем шара при подъеме увеличился в полтора раза? Температуру воздуха считайте равной 0⁰C.
2. Пластмассовый брусок плавает в воде. Как изменится глубина погружения бруска в воду, если поверх воды налить слой масла, полностью покрывающий брусок?
3. На рычажных весах уравновешен гириями сосуд с водой. Нарушится ли равновесие, если в воду погрузить подвешенный на нитке стальной брусок так, чтобы он не касался дна?

Занятие № 7

Тема: Механические колебания**Задачи для решения в аудитории**

1. Материальная точка совершает гармонические колебания с частотой $\nu = 5$ Гц. Амплитуда колебаний $A = 3$ см. Определить скорость точки в момент времени, когда смещение 1,5 см.

2. Смещение системы при гармоническом колебании подчиняется закону $x = A \sin(\omega_0 t + \varphi_0)$. Амплитуда скорости равна 2 см/с, амплитуда ускорения равна 4 см/с². В начальный момент времени скорость равна половине амплитудного значения скорости. Найти амплитуду, циклическую частоту и начальную фазу колебания.

3. Шарик массой $m = 20$ г колеблется с периодом $T = 2$ с. В начальный момент времени шарик обладал энергией $W = 0,01$ Дж и находился от положения равновесия на расстоянии $x_1 = 2,5$ см. Запишите уравнение гармонических колебаний.

Задачи для самостоятельного решения

1. Материальная точка с массой $m = 0,01$ кг совершает гармонические колебания по закону косинуса с периодом $T = 1$ с и начальной фазой, равной нулю. Полная энергия колеблющейся точки $E = 1 \cdot 10^{-4}$ Дж. Найти амплитуду колебаний A , написать уравнение данных колебаний, найти наибольшее значение силы F_{\max} , действующей на точку.

2. Как изменится период колебаний маятника при переносе его с Земли на Луну?

3. На какую часть длины надо уменьшить длину математического маятника, чтобы период колебаний маятника на высоте 10 км был равен периоду его колебаний на поверхности Земли?

Занятие № 8

Тема: Механические колебания

Задачи для решения в аудитории

1. Материальная точка массой 5 г совершает гармонические колебания с частотой 0,5 Гц. Амплитуда колебаний 3 см. Определить скорость, ускорение и силу, действующую на точку в момент, когда смещение $X = 1,5$ см.

2. Найти амплитуду, период, частоту и начальную фазу колебания, заданного уравнением $x = 5 \sin\left(\frac{39,2t + 5,2}{5}\right)$ см.

3. Точка совершает гармонические колебания. В некоторый момент времени t_1 смещение $X_1 = 5$ см. При увеличении фазы вдвое смещение точки стало $X_2 = 8$ см. Найти амплитуду колебаний.

4. Чему равен период колебания маятника, находящего в вагоне, движущемся горизонтально с ускорением a ?

Задачи для самостоятельного решения

1. Какой формулой будет выражаться закон гармонического колебания для математического маятника, если амплитуда равна 40 см, а частота колебаний 0,5 Гц.

2. Какой формулой будет выражаться закон гармонического колебания для пружинного маятника, если амплитуда равна 10 см, а частота колебаний 2 Гц.

3. Уравнение гармонического колебания имеет вид $x = 0,01 \cos \pi \cdot t$.

4. Найти координаты тела через 0,5 сек, через 1 сек, через 2 сек после начала движения.

2 семестр

Занятие № 1

Тема: Основное уравнение МКТ идеального газа

Задачи для решения в аудитории

1. В сосуде емкостью $4 \cdot 10^{-3}$ м³ содержатся некоторый газ массой $6 \cdot 10^4$ кг под давлением $2 \cdot 10^5$ Па. Определить среднюю квадратичную скорость поступательного движения молекул газа.

2. Вычислить среднюю квадратичную скорость и среднюю кинетическую энергию поступательного движения молекул кислорода при температуре 293 К.

3. Сколько молекул содержится в водороде, занимающем объем $2,0 \cdot 10^{-3}$ м³ и находящемся под давлением $9,06 \cdot 10^4$ Па, если средняя квадратичная скорость поступательного движения молекул водорода равна $2,28 \cdot 10^2$ м/с?

4. Определить массу азота, содержащегося в баллоне объемом $2,0 \cdot 10^{-2} \text{ м}^3$, если суммарная кинетическая энергия поступательного движения молекул и средняя квадратичная скорость одной молекулы азота соответственно равны: $5,0 \cdot 10^3 \text{ Дж}$ и $2,0 \cdot 10^3 \text{ м/с}$. Вычислить также давление газа.

Задачи для самостоятельного решения

1. Определить число моль газа, содержащегося в сосуде объемом $5,0 \cdot 10^{-2} \text{ м}^3$ при давлении $6,0 \cdot 10^6 \text{ Па}$, если средняя кинетическая энергия поступательного движения молекул газа равна $6,79 \cdot 10^{-20} \text{ Дж}$.
2. Определить концентрации молекул водорода, находящегося под давлением $2,7 \cdot 10^4 \text{ Па}$, если средняя квадратичная скорость молекул водорода при этих условиях равна $2,4 \cdot 10^3 \text{ м/с}$.
3. Сколько молекул содержится в 10 г некоторого газа, средняя квадратичная скорость молекул которого при температуре 296 К , равна 480 м/с ?
4. Какое число молекул содержится в азоте, занимающем объем $4 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$, если давление и средняя квадратичная скорость молекул азота соответственно равны: $2 \cdot 10^5 \text{ Па}$ и $5 \cdot 10^2 \text{ м/с}$?

Занятие № 2

Тема: Следствие из основного уравнения МКТ

Задачи для решения в аудитории

1. Какой объем занимает газ, находящийся под давлением $1,33 \text{ Па}$ и при температуре 280 К , если известно, что в газе содержится $8,0 \cdot 10^{16}$ молекул?
2. Давление и плотность некоторого газа при температуре 290 К соответственно равны $9,9 \cdot 10^4 \text{ Па}$ и $8,2 \cdot 10^{-2} \text{ кг/м}^3$. Что это за газ?
3. В сосуде объемом 10^{-4} м^3 содержится некоторый газ при температуре 300 К . На сколько понизится давление газа в сосуде, если вследствие утечки газа из сосуда выйдет 10^{20} молекул?
4. В стеклянной сферической колбе с внутренним диаметром $3,0 \cdot 10^{-2} \text{ м}$ находится азот, давление которого при температуре 463 К равно $1,33 \text{ Па}$. На стенках сосуда имеется мономолекулярный слой адсорбированного азота, причем площадь, занимаемая одной молекулой на стенке, равна $1,0 \cdot 10^{-19} \text{ м}^2$. Каким будет давление азота в сосуде при температуре 700 К ? Принять, что при таком нагреве все адсорбированные молекулы азота перейдут со стенок в сосуд.

Задачи для самостоятельного решения

1. Выразить среднюю квадратичную скорость молекул идеального газа через давление P и концентрацию молекул n газа и проверить по наименованиям справедливость полученного выражения.
2. На какой глубине радиус пузырька воздуха вдвое меньше, чем у поверхности воды, если барометрическое давление у поверхности равно P_0 . Температуру воды считать неизменной.
3. В запаянной с одного конца узкой стеклянной трубке, расположенной горизонтально, находится столбик воздуха длиной l , закрытый столбиком ртути длиной h . Атмосферное давление равно P . Какой будет длина воздушного столбика, если трубку расположить: а) вертикально отверстием вниз; б) вертикально отверстием вверх; в) под углом к горизонту отверстием вниз; г) под углом α к горизонту отверстием вверх?
4. Сколько молекул газа при нормальных условиях содержится в колбе емкостью $0,5 \text{ л}$?

Занятие № 3

Тема: Следствие из основного уравнения МКТ

Задачи для решения в аудитории

1. Плотность некоторого газа при температуре 283 К и давлении $2 \cdot 10^5 \text{ Па}$ равна $0,34 \text{ кг/м}^3$. Какой это газ?

2. Определить массу углекислого газа, протекающего за 600 секунд со скоростью 0,9 м/с по трубе, площадь поперечного сечения канала которой равна $5 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$, если известно, что давление и температура газа соответственно равны: $3,9 \cdot 10^5 \text{ Па}$ и 280 К .

3. В баллоне емкостью $2,4 \cdot 10^{-2} \text{ м}^3$ находится водород при температуре 288 К . После того, как часть водорода израсходовали, давление в баллоне понизилось на $4 \cdot 10^5 \text{ Па}$. Определить массу израсходованного водорода.

4. Какой объем воды войдет в баллон электрической лампы объемом $5,0 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3$, если опустить его под воду на малую глубину и обломить кончик? Лампа наполнена азотом при давлении $8,0 \cdot 10^4 \text{ Па}$. Атмосферное давление равно $1,05 \cdot 10^5 \text{ Па}$. Процесс изменения давления азота считать изотермическим.

5. Газ сжат изотермически от объема $8,0 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$ до объема $6,0 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$, при этом давление газа возросло на $4,0 \cdot 10^3 \text{ Па}$. Каким было первоначальное давление газа?

Задачи для самостоятельного решения

1. Из баллона емкостью $1,0 \cdot 10^{-2} \text{ м}^3$ вследствие неисправности вентиля утекает находящийся в нем водород. При температуре 280 К манометр показывал давление $4,9 \cdot 10^6 \text{ Па}$. Через некоторое время при температуре 290 К манометр показал такое же давление. Сколько утекло газа?

2. Горизонтально расположенный цилиндрический сосуд длиной $0,85 \text{ м}$ разделен на две части плотно пригнанным и могущим перемещаться теплопроводящим поршнем. Каково будет равновесное положение поршня, если в одну часть сосуда помещена некоторая масса кислорода, а в другую такая же масса водорода?

3. Три баллона с емкостями $3 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$, $7 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$ и $5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$ наполнены соответственно кислородом под давлением $2 \cdot 10^5 \text{ Па}$, азотом под давлением $3 \cdot 10^5 \text{ Па}$ и углекислым газом под давлением $6 \cdot 10^4 \text{ Па}$ при одной и той же температуре. Баллоны соединены между собой, причем образуется смесь той же температуры. Каково давление смеси?

4. В сосуде находится $1,0 \cdot 10^{-7}$ моль кислорода и $1,0 \cdot 10^{-9}$ кг азота. При этом давление и температура газовой смеси соответственно равны $0,13 \text{ Па}$ и 373 К . Определить объем сосуда, парциальные давления кислорода и азота, концентрацию молекул смеси.

Занятие № 4

Тема: Распределение Максвелла

Задачи для решения в аудитории

1. При какой температуре молекулы гелия обладают такой же средней арифметической скоростью, как молекулы водорода при температуре 288 К ?

2. Определить наивероятнейшую и среднюю арифметическую скорость молекул газа, плотность которого при давлении $3,9 \cdot 10^4 \text{ Па}$ равна $0,30 \text{ кг/м}^3$.

3. Какую часть от общего числа молекул сернистого ангидрида (SO_2) при температуре 473 К составляют молекулы, модули скоростей которых заключены в интервале скоростей от 210 м/с до 220 м/с ?

4. Какая часть молекул газа обладает кинетической энергией поступательного движения, приходящейся на одну молекулу отличающейся от средней кинетической энергии молекулы не более, чем на 1% ?

Задачи для самостоятельного решения

1. Определить среднюю арифметическую скорость молекул газа, если известно, что средняя квадратичная скорость равна $1,00 \cdot 10^3 \text{ м/с}$.

2. Средняя кинетическая энергия молекулы гелия равна $3,92 \cdot 10^{-21} \text{ Дж}$. Определить среднюю арифметическую скорость при тех же условиях.

3. Какую часть от общего числа молекул водорода при температуре 300 К составляют молекулы, модули скоростей которых заключены в интервале скоростей от 1900 м/с до 1905 м/с ?

4. . Какой процент от общего числа молекул некоторого газа составляют молекулы, модули скоростей которых отличаются не более, чем: а) на 1% от наивероятнейшей скорости и б) на 5% от средней арифметической скорости.

Тема: Средняя длина свободного пробега.**Задачи для решения в аудитории**

1. При каком давлении средняя длина свободного пробега молекул азота равна 1 м, если температура газа равна 288 К? Эффективный диаметр молекулы азота равен $3,1 \cdot 10^{-10}$ м.
2. Какова средняя квадратичная скорость молекул аргона, находящегося под давлением 10^5 Па, если известно, что средняя длина свободного пробега молекул равна 10^{-7} м. Эффективный диаметр молекулы аргона равен $2,9 \cdot 10^{-10}$ м. $M = 40 \cdot 10^{-3}$ кг/моль.
3. Каково среднее значение промежутка времени между двумя последовательными столкновениями молекул водорода при давлении 13,3 Па и температуре 373 К?
4. Определить среднее число столкновений, испытываемых молекулой водорода за одну секунду в конце изотермического процесса, если известно, что давление газа увеличилось втрое, а в начале процесса средняя длина свободного пробега при температуре 294 К была равна $9,0 \cdot 10^{-8}$ м.

Задачи для самостоятельного решения

1. В результате изотермического процесса объем водорода уменьшился вдвое. Определить среднее число столкновений, испытываемых молекулой этого газа за одну секунду в конце этого процесса, если известно, что в начале его средняя длина свободного пробега при температуре 320 К была равна $4,0 \cdot 10^{-8}$ м.
2. Вычислить среднее число столкновений, испытываемых всеми молекулами кислорода в единице объема за одну секунду при нормальных условиях.
3. Какая предельная концентрация молекул газа должна быть в сферическом сосуде диаметром 0,15 м, чтобы молекулы не сталкивались друг с другом? Эффективный диаметр молекулы газа равен $3 \cdot 10^{-10}$ м.
4. Можно ли считать азот находящимся в состоянии технического вакуума, если он содержится в сферическом сосуде диаметром 0,20 м под давлением $1,33 \cdot 10^{-4}$ Па и температуре 273 К?

Тема: Явления переноса**Задачи для решения в аудитории**

1. Во сколько раз изменится коэффициент диффузии газа при изотермическом двухкратном уменьшении давления?
2. Определить концентрацию молекул водорода, если известно, что коэффициент внутреннего трения при определенных условиях равен $8,5 \cdot 10^{-6}$ Н.с/м², а коэффициент диффузии при этих условиях равен $1,42 \cdot 10^{-4}$ м²/с.
3. Коэффициент диффузии двухатомного газа при нормальных условиях равен $9,1 \cdot 10^{-5}$ м²/с. Определить его коэффициент теплопроводности при этих же условиях.
4. Кислород и углекислый газ находятся при одинаковой температуре и давлении. Определить отношения: а) коэффициентов диффузии, б) коэффициентов внутреннего трения и в) коэффициентов теплопроводности этих газов. Диаметры молекул этих газов считать одинаковыми.

Задачи для самостоятельного решения

1. Определить коэффициент диффузии кислорода при температуре 323 К, если известно, что при нормальных условиях он равен $14,2 \cdot 10^{-6}$ м²/с, а нагрев происходит при постоянном объеме.
2. Пространство между стенками дьюаровского сосуда радиусами 0,05 м и 0,055 м заполнено кислородом при температуре 273 К. Эффективный диаметр молекулы кислорода равен $2,9 \cdot 10^{-10}$ м. При каком давлении коэффициент теплопроводности кислорода, находящегося между стенками дьюаровского сосуда, начнет уменьшаться при откачке?

Тема: Первое начало термодинамики.**Задачи для решения в аудитории**

1. Определить молярную массу одноатомного газа плотностью $0,2 \text{ кг/м}^3$, содержащегося в закрытом сосуде объёмом $2 \cdot 10^{-2} \text{ м}^3$, если известно, что для нагревания газа при этих условиях на 80 К потребовалось сообщить ему количество теплоты, равное 997 Дж .

2. Какое количество теплоты было сообщено $12 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$ азота, находящегося в закрытом сосуде ёмкостью $2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$ при температуре 283 К , если после нагревания давление азота оказалось равным $1,33 \cdot 10^6 \text{ Па}$?

3. Определить изменение внутренней энергии, сообщённое количество теплоты и работу, совершённую одноатомным газом, при увеличении объёма от $2,0 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$ до $7,0 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$ в условиях постоянного давления, равного $3,0 \cdot 10^5 \text{ Па}$. По полученным данным проверить справедливость первого начала термодинамики.

4. При изобарном расширении одного моля идеального газа, занимавшего объём $1,20 \cdot 10^{-2} \text{ м}^3$ при давлении $2,00 \cdot 10^5 \text{ Па}$, было подведено количество теплоты, равное 2750 Дж , при этом газ совершил работу 1100 Дж . Определить: а) параметры газа в конечном состоянии, б) из какого числа атомов состоят молекулы газа?

Задачи для самостоятельного решения

1. Баллон ёмкостью 10^{-2} м^3 с кислородом при давлении $8 \cdot 10^6 \text{ Па}$ и температуре 280 К нагревается до $288,5 \text{ К}$. Какое количество теплоты сообщено кислороду?

2. $2,2 \cdot 10^{-2} \text{ кг}$ углекислого газа, находящегося под давлением $9 \cdot 10^5 \text{ Па}$ и температуре 288 К , испытали изохорное охлаждение, вследствие чего давление упало до $8 \cdot 10^5 \text{ Па}$. Какое количество теплоты отдал углекислый газ?

3. В цилиндре диаметром $0,2 \text{ м}$ и высотой $0,42 \text{ м}$ с подвижным поршнем находится газ под давлением $12 \cdot 10^5 \text{ Па}$ и при температуре 573 К . Определить работу, совершаемую газом при изобарном снижении температуры до 283 К .

4. Определить количество теплоты, сообщённое многоатомному газу при изобарном повышении температуры на 40 К , если известно, что газ находился под давлением 10^5 Па и температуре 280 К , а конечный объём оказался равным $8 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$?

Тема: Первое начало термодинамики**Задачи для решения в аудитории**

1. Во сколько раз уменьшилось давление $1,2 \text{ кг}$ азота, если он при температуре 280 К изотермически расширился и при этом ему было сообщено количество теплоты, равное $1,2 \cdot 10^5 \text{ Дж}$?

2. Азот, занимавший объём $1,0 \cdot 10^{-2} \text{ м}^3$ при давлении $2,0 \cdot 10^5 \text{ Па}$, изотермически расширился до объёма $2,8 \cdot 10^{-2} \text{ м}^3$. Определить работу, совершённую газом.

3. Водород массой $2,00 \cdot 10^{-2} \text{ кг}$ при температуре 300 К после адиабатного пятикратного увеличения объёма подвергается изотермическому пятикратному уменьшению объёма. Изобразить указанные процессы графически в осях (p, V) , а также определить температуру в конце адиабатного расширения и работу, совершённую водородом на обоих переходах

4. Двухатомный идеальный газ, занимая объём $5,0 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3$ при давлении $5,0 \cdot 10^4 \text{ Па}$, подвергается сначала адиабатному сжатию, а затем изохорному охлаждению до первоначальной температуры, при этом давление газа становится равным $1,0 \cdot 10^5 \text{ Па}$. Изобразить графически эти процессы в осях (p, V) . Определить давление и объём газа после адиабатного сжатия.

Задача для самостоятельного решения

1. Какой газ подвергался изотермическому сжатию при температуре 300 К , если известно, что работа, совершённая внешними силами при сжатии 2 кг этого газа, равна $1,38 \cdot 10^6 \text{ Дж}$, а давление возросло от $5 \cdot 10^5 \text{ Па}$ до $15 \cdot 10^5 \text{ Па}$? Определить также начальный удельный объём этого газа.

2. Определить среднюю квадратичную скорость молекул $1,1 \cdot 10^{-2}$ кг некоторого идеального газа, объём которого при изотермическом расширении увеличился вдвое, если известно, что газ при этом расширении совершил работу, равную 575 Дж.

3. Двухатомный идеальный газ, занимавший объём $5,0 \cdot 10^{-2}$ м³ при давлении $3,0 \cdot 10^5$ Па, изохорно нагревали до тех пор, пока его давление удвоилось. Вслед за этим газ испытал изотермическое расширение до начального давления и, наконец, изобарно охлаждался до начального объёма. Изобразить графически эти процессы в осях (p, V) и (T, p) и определить в каждом процессе: а) работу, совершённую газом, б) изменение его внутренней энергии и в) количество теплоты, полученное газом.

4. Некоторая масса кислорода при давлении $1,013 \cdot 10^5$ Па имела объём 10^{-2} м³, а при давлении $3,039 \cdot 10^5$ Па - объём $2 \cdot 10^{-3}$ м³. Переход из первого состояния ко второму осуществляется в два этапа: сначала по адиабате, затем по изохоре. Найдите изменение внутренней энергии, совершённую работу и поглощенное тепло. Выполните аналогичные расчёты при обратном следовании процессов: сначала по изохоре, потом по адиабате. Сравните результаты расчётов в обоих случаях.

Занятие № 9

Тема: Первое начало термодинамики

Задачи для решения в аудитории

1. Три моля идеального газа, находившегося при температуре 273 К, изотермически расширили в 5,0 раз и затем изохорно нагрели так, что в конечном состоянии его давление стало равным первоначальному. За весь процесс газу сообщено количество теплоты 80 кДж. Найти величину $\gamma = C_p/C_v$ для этого газа.

2. Из баллона, содержащего водород под давлением $1,0 \cdot 10^6$ Па при температуре 291 К, выпустили половину газа. Считая процесс адиабатическим, определите установившееся давление и температуру.

3. Двухатомный газ сжимают, увеличивая давление в 2 раза, один раз изотермически, другой раз адиабатно. Начальные температуры и давления газа оба раза одинаковы. Найти отношение работ при адиабатном и изотермическом процессах.

Задачи для самостоятельного решения

1. Определить отношение конечного объёма к начальному объёму 1,0 кг воздуха, находящегося при температуре $3,03 \cdot 10^5$ К и давлении $1,5 \cdot 10^5$ Па, если известно, что в результате его адиабатного расширения давление упало до $1,0 \cdot 10^5$ Па. Определить также конечную температуру и работу, совершённую воздухом при расширении.

2. Некоторая масса азота перешла в результате адиабатного процесса от нормальных условий, при которых средняя длина свободного пробега молекул равна $6,0 \cdot 10^{-2}$ м, в состояние, в котором температура азота оказалась равной 300 К. Какова средняя длина свободного пробега молекул азота в новом состоянии?

3. Некоторая масса кислорода при давлении $1,013 \cdot 10^5$ Па имела объём 10^{-2} м³, а при давлении $3,039 \cdot 10^5$ Па - объём $2 \cdot 10^{-3}$ м³. Переход из первого состояния ко второму осуществляется в два этапа: сначала по адиабате, затем по изохоре. Найдите изменение внутренней энергии, совершённую работу и поглощенное тепло. Выполните аналогичные расчёты при обратном следовании процессов: сначала по изохоре, потом по адиабате. Сравните результаты расчётов в обоих случаях.

Занятие № 10

Тема: Циклы.

Задачи для решения в аудитории

1. Идеальная тепловая машина работает по циклу Карно. Определить к.п.д. цикла, если известно, что за цикл рабочим веществом совершается работа в $4,9 \cdot 10^3$ Дж, а холодильнику передаётся количество теплоты, равное $2,3 \cdot 10^3$ Дж.

2. Температура нагревателя втрое выше температуры холодильника. Какую часть энергии, полученной в цикле Карно от нагревателя, рабочее вещество отдаёт холодильнику?

3. Идеальный газ (μ известно) совершает круговой процесс, состоящий из двух изотерм и двух изохор. Изотермические процессы протекают при температурах T_1 и T_2 ($T_1 > T_2$), изохорные - при объёмах V_1 и V_2 (V_2 в ϵ раз больше, чем V_1). Найти к.п.д. цикла.

4. Идеальный двухатомный газ, занимающий объём 2 л, подвергают адиабатному расширению, в результате которого его объём возрос в 5 раз. После этого газ подвергли изобарному сжатию до первоначального объёма, а затем он в результате изохорного нагревания возвращён в первоначальное состояние. Построить график цикла и определить к.п.д. цикла.

Задачи для самостоятельного решения

1. Идеальная тепловая машина, работающая по циклу Карно, совершает за один цикл работу $8,0 \cdot 10^4$ Дж. Температура нагревателя равна 373 К, а температура холодильника равна 273 К. Определить: а) количество теплоты, полученное рабочим веществом от нагревателя за один цикл, б) количество теплоты, передаваемое холодильнику за цикл и в) к.п.д. цикла.

2. К.п.д. цикла Карно равен 0,3. При изотермическом расширении рабочее вещество получило от нагревателя 200 Дж. Определить работу, совершённую при изотермическом сжатии.

3. Идеальный газ (μ известно) совершает круговой процесс, состоящий из двух изотерм и двух изобар. Изотермические процессы протекают при температурах T_1 и T_2 ($T_1 > T_2$), изобарные - при давлениях p_1 и p_2 (p_2 в ϵ раз больше p_1). Найти к.п.д. цикла.

4. Идеальный двухатомный газ ($\nu = 3$ моль), занимающий объём 5 л и находящийся под давлением 1 мПа, подвергают изохорному нагреванию до температуры 500 К. После этого газ подвергли изотермическому расширению до начального давления, а затем он в результате изобарного сжатия возвращён в первоначальное состояние. Построить график цикла и определить термический к.п.д. цикла.

Занятие № 11

Тема: Второй закон термодинамики.

Задачи для решения в аудитории

1. Получите формулу для к.п.д. цикла Ленуара, состоящего из изохорного, адиабатного и изобарного процессов. Параметром цикла является степень повышения давления $\delta = p_2 / p_1$.

2. Определить коэффициент полезного действия цикла, состоящего из двух адиабат и двух изохор, совершаемого идеальным газом, если известно, что в процессе адиабатного расширения абсолютная температура газа $T_2 = 0,75T_1$, а в процессе адиабатного сжатия $T_4 = 0,75T_3$.

3. Газ совершает цикл Карно. Температура холодильника 280 К, нагревателя 380 К. Во сколько раз увеличится коэффициент полезного действия цикла, если температура нагревателя повысить на 200 К?

Задачи для самостоятельного решения

1. Один киломоль одноатомного идеального газа совершает цикл, состоящий из двух изохор и двух изобар. При этом объём газа меняется от $V_1 = 25 \text{ м}^3$ до $V_2 = 50 \text{ м}^3$, а давление - от $p_1 = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Па}$ до $p_2 = 2p_1$. Во сколько раз работа A , совершаемая при таком цикле, меньше работы A_k совершаемой в цикле Карно, изотермы которого соответствуют наибольшей и наименьшей температурам рассматриваемого цикла, а получаемое газом тепло от нагревателя в обоих циклах одинаково.

2. Найдите выражение для к.п.д. газотурбинной установки через параметры цикла, состоящего из двух изобарных процессов. Параметром данного цикла является степень повышения давления $\delta = p_2 / p_1$ при адиабатном сжатии.

3. Найдите к.п.д. тепловой машины с идеальным газом, работающим по циклу Стирлинга, состоящего из двух изохор и двух изотерм, и сравните его с к.п.д. машины,

работающей по циклу Карно с теми же температурами T_1 и T_2 . Укажите пути повышения к.п.д. для данного цикла.

Занятие № 12

Тема: Энтропия.

Задачи для решения в аудитории

1. В результате изотермического сжатия $88,7 \cdot 10^{-2} \text{ м}^3$ воздуха, находящегося при температуре 303 К и давлении $1,00 \cdot 10^5 \text{ Па}$, энтропия его уменьшилась на 873 Дж/К. Определить конечный объём воздуха.

2. 5. Определить изменение энтропии $6,0 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$ водорода при его переходе от одного состояния, которому соответствуют давление $1,5 \cdot 10^5 \text{ Па}$ и объём $2,0 \cdot 10^{-2} \text{ м}^3$, в другое состояние, которому соответствуют давление $1,0 \cdot 10^5 \text{ Па}$ и объём $6,0 \cdot 10^{-2} \text{ м}^3$.

3. . Определить суммарное изменение энтропии $1,00 \cdot 10^3$ моль идеального газа в результате двукратного изохорного уменьшения давления и последующего двукратного изобарного увеличения объёма.

4. Одинаковые массы кислорода и водорода испытывают одинаковое изотермическое сжатие. Для какого газа изменение энтропии больше и во сколько раз?

5. 0,20 кг железа при 373 К опущены в калориметр, в котором находится 0,30 кг воды при 285 К. Рассматривая систему железо-вода как адиабатную и пренебрегая теплоёмкостью калориметра, вычислить изменение энтропии системы железо-вода.

Задачи для самостоятельного решения

1. Определить изменение энтропии $1,00 \text{ м}^3$ воздуха при двукратном изотермическом увеличении объёма, если известно, что до расширения воздух находился под давлением $19,6 \cdot 10^4 \text{ Па}$ и температуре 273 К.

2. Водород массой 0,10 кг сначала был изобарно нагрет так, что его объём увеличился втрое, а затем он был изохорно охлаждён так, что его давление уменьшилось втрое. Определить суммарное изменение энтропии.

3. Идеальный газ, расширяясь изотермически при температуре 400 К, совершает работу, равную 800 Дж. Что происходит при этом с энтропией?

4. Определить изменение энтропии при превращении 0,20 кг льда, находившегося при температуре 262 К, в воду при температуре 273 К. Температуру плавления льда принять равной 273 К.

5. Определить изменение энтропии при превращении 1,00 кг пара, находившегося при температуре 373 К, в воду и последующем охлаждении воды до температуры 293 К.

Занятие № 13

Тема: Реальные газы.

Задачи для решения в аудитории

1. Определить давление, оказываемое на стенки сосуда азотом массой 0.840 кг, занимающим объём $33,0 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$ при температуре 173 К. Сравнить полученный результат с давлением, которое оказывал бы азот, если его рассматривать как идеальный газ. Постоянные « a » и « b » для азота соответственно равны: $0,135 \text{ Н} \cdot \text{м}^4 / \text{моль}^2$ и $4 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3 / \text{моль}$.

2. 8,8 кг углекислого газа занимают объём $4,2 \text{ м}^3$ при давлении $1,2 \cdot 10^5 \text{ Па}$. Определить температуру углекислого газа и сравнить её с температурой, вычисленной, пользуясь уравнением Менделеева-Клапейрона. Постоянные « a » и « b » для углекислого газа соответственно равны: $0,36 \text{ Н} \cdot \text{м}^4 / \text{моль}^2$ и $4,3 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3 / \text{моль}$.

3. а) Во сколько раз надо увеличить температуру $6 \cdot 10^2$ моль углекислого газа, занимающего объём $0,5 \text{ м}^3$ и находящегося, под давлением $3 \cdot 10^6 \text{ Па}$ для того, чтобы давление газа увеличилось вдвое, б) Сравнить с идеальным газом.

4. В сосуде объёмом $0,2 \text{ м}^3$, находится 300 моль водорода при нормальном давлении. Во сколько раз надо увеличить температуру водорода, чтобы его давление увеличилось втрое? Постоянные « a » и « b » для водорода соответственно равны: $2,4 \cdot 10^{-2} \cdot \text{м}^4 / \text{моль}^2$ и

$2,6 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3/\text{моль}$.

Задачи для самостоятельного решения

1. Каково давление углекислого газа при температуре 276 К, если его плотность при этой температуре равна 550 кг/м^3 ?
2. $4,0 \cdot 10 \text{ кг}$ аргона ($M = 4,10^{-3} \text{ кг/моль}$) занимают объем 10^{-2} м^3 , находясь под давлением $2,5 \cdot 10^6 \text{ Па}$. Вычислить температуру аргона.
3. В баллоне ёмкостью $2,00 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$ находится 80 моль некоторого газа. Известно, что при температуре 267 К давление этого газа равно $9 \cdot 10^6 \text{ Па}$, а при температуре 333 К давление равно $1,09 \cdot 10^7 \text{ Па}$. Определить постоянные Ван-дер-Ваальса для этого газа.
4. Какую часть давления кислорода массой $0,30 \text{ кг}$, занимающего объем $8,0 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$ при температуре 300 К, составляет молекулярное давление, обусловленное силами притяжения молекул? Какую часть объёма этого газа составляет собственный объём молекул?

Занятие № 14

Тема: Жидкости.

Задачи для решения в аудитории

1. Вычислите коэффициент поверхностного натяжения масла, если при пропускании через пипетку $3,6 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$ масла получено 304 капли. Диаметр шейки пипетки $1,2 \cdot 10^{-3} \text{ м}$.
2. С помощью пипетки отмерили 152 капли минерального масла. Их масса оказалась равной 1,82 г. определите диаметр шейки пипетки, если коэффициент поверхностного натяжения минерального масла $3 \cdot 10^{-2} \text{ Н/м}$.
3. В спирт опущена трубка. Диаметр её внутреннего канала равен $5 \cdot 10^{-4} \text{ м}$. на какую высоту поднимется спирт в трубке? Плотность спирта 800 кг/м^3 .
4. Тонкое металлическое кольцо диаметром 15 см соприкасается с водой. Какую силу нужно приложить к кольцу, чтобы оторвать его от воды? Масса кольца 10 г, коэффициент поверхностного натяжения воды принять равным $0,07 \text{ Н/м}$.

Задачи для самостоятельного решения

1. В дне сосуда со ртутью имеется круглое отверстие диаметром $d = 70 \text{ мкм}$. При какой максимальной высоте слоя ртути H она еще не будет вытекать через отверстие?
2. Керосин поднялся по капиллярной трубке на высоту $15 \cdot 10^{-3} \text{ м}$. определите радиус трубки, если коэффициент поверхностного натяжения керосина $24 \cdot 10^{-3} \text{ Н/м}$, а его плотность 800 кг/м^3 .
3. В капиллярной трубке радиусом $0,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}$ жидкость поднялась на $11 \cdot 10^{-3} \text{ м}$. определите плотность данной жидкости, если её коэффициент поверхностного натяжения $0,022 \text{ Н/м}$.
4. Какую массу имеет капля воды, вытекающая из стеклянной трубки диаметром 10^{-3} м , если считать, что диаметр шейки капли равен диаметру трубки.

Занятие № 15

Тема: Тепловые свойства твердых тел

Задачи для решения в аудитории

1. Металлический шарик нагревают в пламени спиртовки. Как изменяются вследствие нагревания: объем шара, его масса, плотность, средняя скорость движения атомов?
2. В листе металла сделано круглое отверстие. Как изменится его диаметр при нагревании металла?
3. Железная линейка при 15°C имеет длину 1 м. Какой будет ее длина при охлаждении до -35°C ?
4. Длина провода медной телеграфной линии при температуре 0°C равна 10 км. На сколько изменится длина провода при изменении температуры от -40°C до $+40^\circ\text{C}$?

5. По железной проволоке длиной 3 м пропущен электрический ток. Проволока при этом накалилась докрасна и удлинилась на 18,5 мм. Определите температуру красного каления.

Задачи для самостоятельного решения

1. Длина железного болта при 0°C равна 20 см. Найдите его длину при 600°C.
2. Медный лист размерами 50 см на 60 см при 0°C нагревается до 600°C. Как изменится его площадь?
3. Найдите плотность ртути при 100°C, если ее плотность при 0°C равна 13,60 г/см³.
4. Длина стального стержня при температуре 100°C равняется 50,0 см, длина цинкового 50,2 см. При какой температуре длина обоих стержней будет одинаковой?

Занятие № 16

Тема: Фазовые переходы.

Задачи для решения в аудитории

1. В закрытом сосуде с объемом $V_0 = 5\text{ л}$ находится 1 кг воды при температуре $t = 100^\circ\text{C}$. Пространство над водой занято насыщенным водяным паром (воздух выкачан). Найти увеличение массы насыщенного пара Δm при повышении температуры системы на $\Delta T = 1\text{ К}$. Удельная теплота парообразования $q = 2,25 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$. При расчетах пар считать идеальным газом. Удельным объемом воды пренебречь по сравнению с удельным объемом пара.

2. Кусок меди массой 90 г при температуре 90°C положили в калориметр, в котором находится лед массой 50 г при температуре -3°C. Найти приращение энтропии куска меди к моменту установления теплового равновесия.

3. Относительная влажность воздуха, находящегося в сосуде при температуре 15°C, равна 70%. Какой станет относительная влажность, если повысить температуру до 30°C и объем при этом уменьшить в два раза.

Задачи для самостоятельного решения

1. Лед с начальной температурой 0°C в результате нагревания превратили сначала в воду, а затем в пар при температуре 100°C. Найти приращение энтропии системы.

2. Вода массой 1,00 кг, кипящая при нормальном атмосферном давлении, целиком превратилась в насыщенный пар. Найти приращение энтропии и внутренней энергии этой системы, считая насыщенный пар идеальным газом.

3. Какая часть удельной теплоты испарения воды при температуре 100°C идет на увеличение внутренней энергии системы?

Лабораторные занятия

Методические рекомендации по организации лабораторных занятий

Лабораторный практикум включает в себя выполнение лабораторных работ по основным темам курса и проводится параллельно с теоретическим обучением.

Выполнение лабораторной работы включает в себя три основных этапа:

1) *Самостоятельная подготовка студента к выполнению лабораторной работы.* На данном этапе студент самостоятельно изучает методические указания по выполнению лабораторной работы, учебную литературу по теме лабораторной работы, выполняет заготовку отчета и изучает экспериментальную установку, приборы и оборудование (в дополнительное время, отведенное в лаборатории для самоподготовки студентов).

2) *Выполнение лабораторной работы (проведение эксперимента) и обработка экспериментальных данных.* На данном этапе студент во время лабораторного занятия получает допуск к выполнению лабораторной работы и проводит эксперимент, заносит полученные данные в заготовку отчета. Все проведенные измерения обязательно проверяются преподавателем, который отмечает их правильность своей подписью в отчете.

Затем студент самостоятельно проводит необходимую математическую обработку результатов эксперимента и, на основании полученных данных, делает вывод о достижении цели лабораторной работы.

3) *Защита лабораторной работы* включает в себя проверку преподавателем письменного отчета студента о выполненной лабораторной работе, а также беседу преподавателя со студентом по вопросам, касающимся теории изучаемого физического явления, методики проведения эксперимента, обработки полученных экспериментальных данных. Вопросы, ответы на которые студент должен знать для защиты лабораторной работы, приводятся в методических указаниях.

Лабораторные работы студенты выполняют в микрогруппах по 2-3 человека, при этом все группы во время занятия выполняют различные лабораторные работы. *Методические указания студентам для подготовки к выполнению и защите лабораторных работ представлены в приложении.*

Перечень лабораторных работ

1 семестр

Основы механики

Лабораторная работа №1. Измерение плотности твердого тела(8часов).

Цели работы:

1. Изучить устройство штангенциркуля и научиться измерять линейные размеры тела с его помощью.
2. Изучить устройство микрометра и научиться измерять линейные размеры тела с его помощью.
3. Изучить правила пользования весами и научиться измерять массу тел с помощью электронных весов ВЛТЭ-1100.

Приборы и принадлежности: технические весы с разновесом или электронные весы, штангенциркуль, микрометр, однородное твёрдое тело.

Контрольные вопросы.

1. Что такое плотность вещества? В чем ее физический смысл?
2. Что характеризует плотность свойство тела или свойства вещества?
3. Как изменяется плотность тела при изменении температуры?
4. Что называется абсолютной погрешностью? Что является источником систематических и случайных погрешностей? Почему относительная погрешность лучше характеризует качество измерений, чем абсолютная? Примеры.
5. Как пользоваться микрометром, штангенциркулем, весами?
6. Какова погрешность отсчёта при измерении этими приборами?
7. Каковы правила округления результатов вычислений. Привести примеры.
8. Что называется стандартной формой записи приближенного числа?
9. Что означает такая запись: $\rho = 2,6 \pm 0,3 \left(\frac{г}{см^3} \right)$?
10. Какие цифры называют верными в приближённом числе, какие сомнительными?
11. Какие ошибки допущены в следующей записи конечного результата измерения объёма: $V = 2,317 \pm 0,1482(см^3)$?
12. Как узнать есть ли в отливке внутренние пустоты (раковины), если известен материал, из какого она изготовлена?

Лабораторная работа №2. Проверка закона Гука и измерение модуля Юнга (8 часов).

Цели работы:

1. Проверка выполнимости закона Гука для упругой деформации растяжения.
2. Измерение модуля Юнга материала заданного образца.

3. Приобретение навыка графического представления экспериментальных данных и использования графика при обработке результатов.

Приборы и принадлежности: проволока, гири, индикатор, микрометр.

Контрольные вопросы:

1. Что называется абсолютной деформацией, относительной деформацией?
2. В чем заключается закон Гука?
3. Каков физический смысл модуля Юнга?
4. Что называется пределом упругости?
5. Подтверждается ли ваш эксперимент справедливость закона Гука?
6. Что такое нормальное напряжение?

Лабораторная работа №3. Измерение скорости пули методом баллистического маятника (8 часов).

Цели работы:

1. Изучение физических основ метода баллистического маятника.
2. Нахождение скорости пули методом баллистического маятника.
3. Приобретение навыка измерения массы техническими и аналитическими весами.
4. Отработка навыка проведения косвенных измерений и оценка их погрешностей.

Приборы и принадлежности: стационарная установка с баллистическим маятником, отсчетным устройством и пневматической винтовкой; пуля для стрельбы из пневматической винтовки; весы технические с набором гирь; весы аналитические; секундомер.

Контрольные вопросы:

1. Объясните назначение нитей подвеса.
2. Как и для чего проводится настройка экспериментальной установки перед выстрелом?
3. Дайте обоснование всем оценкам погрешностей прямых измерений.
4. Как оценивалась погрешность найденного значения скорости?
5. Какова надежность найденного доверительного интервала? Можно ли утверждать, что с указанной вами вероятностью при новом выстреле скорость пули попадет в найденный доверительный интервал?
6. В большую или меньшую сторону исказился бы результат вычисления скорости пули, если бы она не застряла в пластилине, отскочила?
7. Одна из двух одинаковых пуль отклоняет баллистический маятник на угол в два раза больший, чем другая. Сравните скорости этих пуль.

Лабораторная работа №4. Изучение законов колебаний математического маятника (8 часов).

Цель работы: изучить законы колебаний математического маятника.

Приборы и принадлежности: секундомер, метровая линейка, шарики на нитях.

Контрольные вопросы:

1. Даны два математических маятника с одинаковой длиной $l \approx 2\text{ м}$. Первый маятник отклонен на 5 см, второй – на 10 см. У какого маятника период будет больше?
2. Даны два математических маятника с одинаковой длиной $l \approx 2\text{ м}$ и разными массами ($m_1 = 20\text{ г}$, $m_2 = 50\text{ г}$). У какого маятника период будет больше, если их оба отклонили на малый угол?
3. Как изменится период колебаний математического маятника, если с ним подняться высоко в гору, не изменяя при этом его длины?
4. Каким станет период колебаний математического маятника длиной 1 м на Луне при малых углах отклонения?
5. Получите уравнение движения математического маятника. Что означает, что функция вида (6.5) является решением дифференциального уравнения (6.4)?

6. Выведите расчетную формулу. При каких условиях она выполняется?

Лабораторная работа №5. Определение коэффициента упругости пружины (8 часов).

Цель работы: определить коэффициент упругости пружины статическим и динамическим методом.

Приборы и принадлежности: пружина на кронштейне, набор грузов, секундомер, линейка.

Контрольные вопросы:

1. Сформулируйте закон Гука для деформации сжатия или растяжения пружины.
2. Каков физический смысл коэффициента упругости (коэффициента жесткости) “k”?
3. Определите коэффициент упругости статическим методом. С надежностью не менее 78% измерьте удлинение пружины для 5 – 7 различных масс груза. Графическим методом, используя (9.4), определите “k”. Результаты оформите в виде таблицы, а окончательный результат запишите в стандартном виде.
4. Какие колебания называются гармоническими? При каких условиях груз на пружине будет совершать гармонические колебания.
5. Что называется периодом колебаний? частотой? фазой колебаний?
6. Результаты оформите аналогично предыдущему заданию.
7. Выведите уравнение движения пружинного маятника при отсутствии сил сопротивления.
8. От чего зависит период колебаний пружинного маятника

Лабораторная работа №6. Определение моментов инерции твердых тел методом колебаний (8 часов).

Цели работы:

1. Научиться экспериментально определять момент инерции твердого тела правильной геометрической формы.

2. Закрепить навыки обработки результатов эксперимента

Приборы и принадлежности: маховик с грузом, штангенциркуль, металлическая линейка, секундомер.

Контрольные вопросы:

1. Какое свойство тела выражает момент инерции и как он вычисляется для материальной точки и системы материальных точек? В каких единицах он измеряется в СИ?
2. Сформулируйте теорему Штейнера. Как она используется в данной работе?
3. Объясните, из каких соображений в данной работе выбирается число значащих цифр после запятой при округлении результатов вычислений.
4. В чём заключается физический принцип определения момента инерции методом колебаний?
5. Поясните на чертеже смысл формулы $a = l - \frac{D_1 + D_2}{2}$.
6. Пояснить смысл формулы (11.9). Что такое центр масс?
7. Изменится ли конечный результат, если маховик сделать из другого материала?
8. Как изменятся величины в расчетной формуле, если цилиндрический груз прикрепить выше прежнего положения?

2 семестр

Лабораторная работа №1. Измерение эффективного диаметра и средней длины свободного пробега молекул газа (10 часов)

Цели работы:

1. Вычислить значения эффективного диаметра и средней длины свободного пробега молекул воздуха.
2. Изучить метод вычисления этих величин, основанный на использовании явления вязкости.
3. Приобрести навыки работы с термометром, барометром и жидкостным манометром.
4. Закрепить навыки работы с техническими весами и секундомером.

Приборы и принадлежности: термометр, барометр, жидкостный манометр, технические весы с разновесом, секундомер, сосуд с капилляром, две колбы.

Контрольные вопросы:

1. Что называется длиной свободного пробега молекул и от чего она зависит?
2. Какая величина называется эффективным диаметром молекул?
3. Чем объясняется наличие вязкости у жидкостей и газов?
4. Каким образом распределены скорости молекул газа при их ламинарном течении по капилляру?
5. Каким образом рассчитывается объем воздуха, прошедшего через капилляр за определенное время t ?
6. Почему вязкость газа изменяется прямо пропорционально импульсу молекул газа, концентрации молекул газа и длине их свободного пробега?

Лабораторная работа №2. Изучение адиабатического процесса и измерение адиабатической постоянной газа (10 часов).

Цели работы:

1. Получить представление об адиабатическом процессе;
2. Вычислить значение адиабатической постоянной воздуха;
3. Сформировать представление о теплоемкости газа с точки зрения классической теории теплоемкости;
4. Изучить метод Клемана и Дезорма;
5. Сформировать умение обработки результатов косвенного измерения при проведении опытов в различных начальных условиях.

Приборы и принадлежности: жидкостный манометр, ручной насос, стеклянный сосуд, соединительные трубки с вентилями.

Контрольные вопросы:

1. Сформулируйте первое начало термодинамики. Что характеризуют величины Q и A : состояние системы или совершаемый ею процесс? Можно ли говорить об "изменении" этих величин?
2. Что такое адиабатический процесс и каковы его особенности по сравнению с изопроцессами? Примените первое начало термодинамики к адиабатическому процессу.
3. Выведите дифференциальное уравнение для адиабатического процесса и найдите его решение.
4. Какие параметры состояния системы изменяют при адиабатическом процессе? Какими уравнения описывается взаимосвязь между изменяющимися параметрами? Вывести уравнения Пуассона в различных переменных.
5. Что называют адиабатической постоянной? Какие теоретические значения принимает эта величина в случаях газа: а) одноатомных молекул; б) двухатомных молекул; в) трех- и многоатомных молекул?
6. Из какого типа молекул состоит воздух (в процентном содержании) и какие значения γ ожидаете получить в данной работе? Как изменилось бы значение γ если молекулы воздуха начнут диссоциировать;

7. Что такое теплоемкость? Каков физический смысл этой величины? В каких единицах СИ измеряется молярная теплоемкость (удельная теплоемкость)? Что характеризует теплоемкость: состояние системы или совершаемый ею процесс?

8. Найдите значения молярных изобарной и изохорной теплоемкостей идеального газа, состоящего из: а) одноатомных молекул; б) двухатомных молекул; в) трех- и многоатомных молекул? Зависит ли теплоемкость от температуры согласно классической теории и в реальной ситуации?

9. Опишите метод Клемана и Дезорма, используя (p, V) -диаграмму. Как технологически осуществить те процессы, которые должен совершать воздух?

10. Вывести расчетную формулу, применяя (p, V) -диаграмму.

Лабораторная работа №3. Измерение удельной теплоты парообразования при температуре кипения жидкости (10 часов).

Цели работы:

1. Изучить явления парообразования (испарение и кипение) и конденсации.
2. Вычислить значение удельной теплоты парообразования воды при температуре ее кипения.
3. Изучить калориметрический метод измерения скрытой теплоты фазового перехода первого рода.
4. Закрепить навыки обработки результатов при проведении эксперимента в различных условиях.

Приборы и принадлежности: кипятильник, калориметр, стакан, весы с разновесом, термометр, барометр.

Контрольные вопросы:

1. Что называется скрытой теплотой фазового перехода?
2. Почему скрытая теплота парообразования зависит от температуры? Каково табличное значение q для воды при $T_{кип}$?
3. Чем отличается процесс поверхностного испарения жидкости от ее кипения? Опишите механизм этих процессов.
4. При каком условии начинается процесс кипения?
5. В чем состоит метод измерения удельной скрытой теплоты парообразования в данной лабораторной работе?
6. Опишите устройство калориметра и правила пользования термометром, барометром и техническими весами.

Лабораторная работа №4. Изучение явления теплового расширения твердых тел (10 часов).

Цели работы:

1. Изучить явление теплового расширения твердых тел;
2. Вычислить среднее значение коэффициента линейного расширения латуни;
3. Экспериментально проверить зависимость удлинения металлической трубки при нагревании от ее первоначальной длины;
4. Закрепить навык графического представления экспериментальных данных и использования графика для вычисления и обработки результатов измерений;
5. Закрепить навык обработки результатов методом наименьших квадратов.

Приборы и принадлежности: прибор линейного расширения, электрическая плитка, кипятильник, барометр, термометр, линейка.

Контрольные вопросы.

1. Почему при увеличении температуры жидкие и твердые тела расширяются?
2. Всегда ли при нагревании тел их размеры увеличиваются?
3. Каков физический смысл коэффициента линейного расширения?
4. Какова погрешность прибора, измеряющего удлинение?

5. Где на практике используют и учитывают тепловое расширение?
6. В каких единицах измеряются коэффициенты α и β ?
7. Вывести приближенное соотношение $\beta = 3\alpha$.

Лабораторная работа №5. Определение вязкости глицерина методом Стокса (8 часов)

Цели работы:

1. Изучить явление вязкости жидкости;
2. Вычислить значение коэффициента вязкости глицерина;
3. Изучить метод Стокса;
4. Закрепить навыки сравнения точности методов;
5. Закрепить навыки обработки результатов;
6. Закрепить навыки работы со штангенциркулем, микрометром и секундомером.

Приборы и принадлежности: стеклянный цилиндрический сосуд с глицерином, свинцовые и стальные шарики, микрометр, секундомер, штангенциркуль, миллиметровая линейка.

Контрольные вопросы

1. Опишите явление вязкости жидкости.
2. Что называют коэффициентом вязкости? В каких единицах измеряется его значение? Каков порядок величины коэффициента вязкости жидкостей? Сравните его с порядком коэффициента вязкости газов.
3. Чему равен коэффициент вязкости при комнатных условиях: а) для чистого глицерина; б) для дистиллированной воды?
4. Какова зависимость коэффициента вязкости от температуры в случае: а) жидкостей, б) газов? Объясните эти зависимости.
5. Какие силы действуют на шарик при его движении в глицерине? Запишите уравнение движения шарика в векторной форме в проекциях на ось, вдоль которой происходит движение.
6. Каков характер движения шарика: а) от поверхности глицерина до верхней метки на сосуде, б) от верхней метки до нижней метки, в) от нижней метки до дна сосуда?
7. Как вычислить коэффициент вязкости по методу Стокса (вывести расчетную формулу)?
8. Изменится ли значение коэффициента вязкости глицерина, если вместо стального шарика использовать свинцовый?

3 семестр

Основы электродинамики

Лабораторная работа №1. Определение ЭДС и внутреннего сопротивления гальванического элемента (6 часов)

Цели работы:

1. Изучение зависимости между током и разностью потенциалов на участке цепи;
2. определение сопротивления этого участка.

Приборы и принадлежности: аккумулятор, вольтметр, миллиамперметр, резисторы, ключ, переключатель, регулируемый источник тока, соединительные провода.

Контрольные вопросы:

1. Сформулируйте обобщенный закон Ома для участка цепи, для замкнутой неразветвленной цепи. Каковы правила знаков при записи уравнений, выражающих эти законы.
2. При каких условиях в цепи будет существовать постоянный электрический ток? Какова роль источника тока в цепи?
3. Какие силы называются сторонними? Приведите примеры сторонних сил?

4. В чем существенное различие понятий: разность потенциалов, ЭДС источника и напряжение (или падение напряжения) на участке цепи?

5. Объясните физический смысл точек пересечения графика зависимости $I = f(V)$ с осями координат.

6. Почему графики для одного сопротивления, но разных полярностей подключения источника ЭДС оказываются параллельными друг другу?

7. В чем состоит метод наименьших квадратов для проведения наилучшей прямой по экспериментальным точкам?

Лабораторная работа №2. Определение горизонтальной составляющей вектора индукции магнитного поля Земли и переводного множителя тангенс – гальванометра (6 часов)

Цель работы:

1. познакомиться с методом определения индукции \vec{B} магнитного поля Земли;

2. определить горизонтальную составляющую магнитного поля Земли.

Приборы и принадлежности: тангенс-гальванометр, амперметр, реостат, двойной переключатель, соединительные провода.

Контрольные вопросы

1. При каких условиях в пространстве возникает магнитное поле? Как его можно обнаружить?

2. Что называется индукцией магнитного поля \vec{B} ? В каких единицах она измеряется?

3. Что называют линиями магнитной индукции?

4. Нарисуйте линии магнитной индукции прямолинейного тока и кругового тока.

5. Расскажите о магнитном поле Земли.

6. В чем заключается сущность метода определения горизонтальной составляющей магнитного поля Земли?

7. Что собою представляет тангенс-гальванометр? Для чего этот прибор используется?

8. Какие два способа измерения горизонтальной составляющей магнитного поля Земли применялись в данной работе? Какой из способов, на Ваш взгляд, является более точным?

Лабораторная работа №3. Исследование зависимости полной мощности, полезной мощности и к.п.д. источника от нагрузки (6 часов).

Цели работы:

1. Исследование зависимости полной мощности, полезной мощности и к.п.д. источника тока от сопротивления нагрузки;

2. Определение ЭДС и внутреннего сопротивления источника.

Приборы и принадлежности: Исследуемый источник, вольтметр, амперметр, магазин сопротивлений, ключ, соединительные провода.

Контрольные вопросы

1. Какую роль в электрической цепи играет источник тока?

2. Что такое ЭДС и внутреннее сопротивление источника?

3. Какой наибольший ток может дать источник?

4. Что называется полной мощностью, полезной мощностью, мощностью потерь и КПД источника?

5. Как зависит полная мощность, полезная мощность и КПД источника от тока нагрузки?

6. Когда полезная мощность источника наибольшая? Каков при этом КПД источника?

7. Когда КПД источника достигает максимального значения?

8. Где на практике применяется режим согласованной нагрузки? режим с наибольшим возможным КПД?

9. Как зависит полезная мощность, полная мощность, КПД источника и напряжение на его зажимах от сопротивления нагрузки? Постройте графики для этих зависимостей.

Лабораторная работа №4. Определение емкости конденсатора посредством баллистического гальванометра (6 часов).

Цели работы:

1. Изучить устройство и принцип действия баллистического гальванометра;
2. Определить емкость конденсатора с помощью баллистического гальванометра.

Приборы и принадлежности: баллистический гальванометр, вольтметр, магазин емкостей, источник тока, потенциометр, двойной переключатель, два ключа, соединительные провода.

Контрольные вопросы:

1. Что такое электроёмкость? В каких единицах она измеряется в системе СИ?
2. Объясните устройство и принцип действия баллистического гальванометра?
3. Какая электрическая величина измеряется с помощью баллистического гальванометра?
4. Каков физический смысл динамической постоянной β ?
5. Какую величину измерит баллистический гальванометр, если к нему подключить источник постоянного тока?
6. Опишите процесс разрядки конденсатора; приведите формулу для тока разряда конденсатора через некоторое сопротивление.

Лабораторная работа №5. Измерение сопротивления при помощи моста Уитстона (6 часов).

Цели работы:

1. Изучить метод работы моста Уитстона для измерений сопротивлений в цепи постоянного тока;
2. Приобрести навыки измерения сопротивлений указанным способом;
3. Экспериментально проверить точность метода путем сопоставления результатов измерений для последовательного и параллельного соединений проводников с результатами расчетов.

Приборы и принадлежности: источник постоянного тока, реохорд, высокочувствительный гальванометр с нулем в середине шкалы, ключ, магазин сопротивлений, набор измеряемых сопротивлений.

Контрольные вопросы

1. Что называется током проводимости? Как выбирается направление тока? Что называется силой тока? Плотностью тока?
2. Каковы условия существования тока в цепи? Что такое э.д.с.? Какие силы называются сторонними?
3. От чего и как зависит сопротивление проводника? Какие бывают виды соединения проводников (изобразите схемы соединения)? Как находится общее сопротивление?
4. Как записать закон Ома для однородного и неоднородного участков цепи? Для замкнутой цепи?
5. В чем заключаются правила Кирхгофа? Что называется узлом цепи? Сформулируйте правило знаков.
6. Изобразите схему моста Уитстона. В каком случае мост считается уравновешенным? Как связаны сопротивления уравновешенного моста?

Лабораторная работа №6. Изучение последовательной цепи переменного тока (4 часа)

Цель работы:

1. Изучить законы последовательной цепи переменного тока, состоящей из активного сопротивления, конденсатора и катушки индуктивности;
2. Исследовать участок цепи переменного тока с различными значениями активного сопротивления, емкости и индуктивности.

Приборы и принадлежности: источник переменного тока (220 В, 50 Гц), автотрансформатор (ЛАТР), амперметр, вольтметр, ваттметр, электрическая лампа (активное сопротивление), дроссель (катушка индуктивности с замкнутым ферромагнитным сердечником), конденсатор, ключи, соединительные провода.

Контрольные вопросы

1. Что называют переменным током?
2. Запишите уравнения, которые определяют колебания силы тока и напряжения в цепи переменного тока.
3. Что называют мгновенным значением силы тока и напряжения? амплитудным значением? действующим значением? Как связаны между собою амплитудное и действующее значение силы тока, напряжения?
4. Как записывается закон Ома для последовательной цепи переменного тока?
5. Что называют активным, емкостным и индуктивным сопротивлениями цепи переменного тока?
6. Как определить полное сопротивление цепи переменного тока?
7. Как определить мощность, выделяющуюся на участке цепи переменного тока?
8. Почему $\cos\varphi$ называют коэффициентом мощности? Зачем и как на практике стремятся к его повышению.
9. Расскажите, как в данной лабораторной работе определялись полное, активное и реактивное сопротивления цепи переменного тока, а также сдвиг фаз между током и напряжением.
10. Расскажите, как в данной лабораторной работе определялись индуктивность и активное сопротивление катушки, а также емкость конденсатора.
11. Как объяснить результаты, полученные в лабораторной работе для различных участков цепи переменного тока.

Самостоятельная работа

Самостоятельная работа включает в себя:

1. Изучение и конспектирование некоторых вопросов курса.
2. Подготовку к лабораторным работам (перечень вопросов для подготовки студентов к лабораторным занятиям приводится в методических указаниях, представленных в приложении).
3. Написание рефератов.
4. Подготовку к зачетам по отдельным разделам курса (см. п. 8 Контроль над освоением студентом дисциплины).
5. Подготовку и выполнение домашних контрольных работ (см. п. 8 Контроль над освоением студентом дисциплины).

Перечень вопросов, выносимых на самостоятельное изучение и конспектирование

1 семестр

1. Силы в механике: сила тяжести, сила упругости, сила трения

В конспекте необходимо для каждой силы дать определение; указать природу силы; записать формулу для нахождения силы в конкретных ситуациях; определить направление силы в конкретных ситуациях и сделать соответствующие рисунки; на конкретных примерах пояснить значение данной силы в природе, жизни человека и технике.

2. Свободные колебания пружинного и физического маятников

В конспекте необходимо для каждого маятника дать определение; сделать рисунок данного маятника; на рисунке обозначить силы, действующие на маятник и пояснить, почему данная система способна совершать свободные колебания; вывести уравнение колебательного движения маятника; записать решение данного уравнения и показать, что колебания маятника являются гармоническими; записать формулу для циклической частоты и периода колебаний маятника и сделать вывод, от каких величин зависит период колебаний маятника, а от каких – не зависит.

2 семестр

1. Способы измерения температуры

В конспекте необходимо описать три температурные шкалы: шкала Цельсия, шкала Кельвина, шкала Фаренгейта. Для каждой шкалы описать принципы ее построения, указать реперные точки, единицы измерения температуры, а также правила перевода температуры из единиц одной шкалы в единицы двух других шкал.

Также необходимо описать различные методы измерения температуры и устройство соответствующих измерительных приборов: жидкостные, механические, электрические, оптические и др. термометры (выбрать любые три вида термометров).

2. Фазовые переходы первого рода (парообразование, конденсация, плавление и кристаллизация)

В конспекте необходимо для каждого фазового перехода дать определение; описать процесс фазового перехода с точки зрения молекулярно-кинетической теории; описать условия, при которых происходит фазовый переход; записать формулу для определения количества теплоты, выделяющегося или поглощающегося при фазовом переходе; на конкретных примерах пояснить значение данного фазового перехода в природе, жизни человека и технике.

3. Влажность воздуха

В конспекте необходимо дать определения абсолютной и относительной влажности воздуха; точки росы; описать устройство и принцип действия психрометра, волосного и конденсационного гигрометров; на конкретных примерах пояснить роль влажности воздуха в природе, жизни человека и технике.

3 семестр

1. Правила последовательного и параллельного соединения проводников

В конспекте необходимо дать определение последовательного и параллельного соединения проводников, сделав поясняющие рисунки; записать формулы, отражающие правила последовательного и параллельного соединения проводников; привести вывод каждой из записанных формул.

2. Электрический ток в электролитах

В конспекте необходимо дать определение электролита; определить носители тока в электролитах; дать развернутое пояснение, откуда в электролите появляются носители тока (явление электролитической диссоциации); дать определение и подробно описать процесс электролиза, сделав поясняющий рисунок; сформулировать законы электролиза Фарадея; перечислить области применения электролиза.

3. Электрический ток в газах

В конспекте необходимо отразить при каких условиях газы проводят электрический ток; дать определение несамостоятельного газового разряда; кратко описать условия и процесс протекания несамостоятельного газового разряда; дать определение самостоятельного газового разряда; определить условия протекания в газе самостоятельного газового разряда; перечислить виды самостоятельных газовых разрядов; на конкретных примерах пояснить, где газовые разряды встречаются в природе и применяются в жизни человека и технике.

4. Шкала электромагнитных волн

В конспекте необходимо определить основные виды электромагнитных волн и их частотные интервалы; сделать поясняющий рисунок; для каждого вида электромагнитных волн обозначить область применения.

В конспекте необходимо определить основные виды ядерных реакции и привести конкретные примеры; записать ядерную реакцию, которая применяется в ядерных реакторах; кратко описать устройство ядерного реактора; описать условия, необходимые для протекания реакции термоядерного синтеза; привести пример реакции термоядерного синтеза; провести сравнительный анализ ядерной энергетики и энергетики, основанной на реакциях термоядерного синтеза (критерии сравнения продумать самостоятельно).

Конспекты, составленные студентами по перечисленным вопросам, проверяются преподавателем во время зачета по каждому разделу курса.

Темы рефератов

1. Физические основы прочности.
2. Что может вибрация?
3. Трение и его роль в развитии техники.
4. Основы устойчивости конструкций.
5. Устойчивость и колебания упругих систем.
6. Ультразвук на службе у строителя.
7. Физические основы улучшения звукоизоляции зданий.
8. Физические основы улучшения теплоизоляции зданий.
9. Использование законов сохранения на строительной площадке.
10. Простые механизмы и их использование.
11. Гидростатический удар, причины возникновения и последствия.
12. Явление резонанса.
13. Физические основы строительной техники.
14. Виды теплообмена и их использование в отопительной системе зданий.
15. Система водоснабжения зданий.
16. Электроснабжение зданий.
17. Физические основы вентиляции зданий.
18. Освещенность помещений.
19. Физические основы осветительных приборов.
20. Экологические источники электроэнергии.
21. Физические основы приборов «Умного дома».
22. Физические принципы разработки новых строительных материалов.

Методические рекомендации студентам по написанию и оформлению реферата

Реферат должен быть оформлен в текстовом редакторе MSWORD, шрифт TimesNewRoman, размер шрифта 14, межстрочный интервал 1,5. Объем работы 15-20 страниц.

Реферат должен включать титульный лист, с указанием автора и темы, содержание, введение, основную часть, заключение и список литературы.

Во введении студент обозначает актуальность темы, обосновывает выбор темы, определяет цель своего исследования.

В основной части работы студент раскрывает содержание темы с точки зрения как классических, так и современных, признанных научной общественностью теории, приводит примеры проявления рассматриваемых физических явлений и процессов в живой и неживой природе, а также высказывает собственное мнение по рассматриваемой проблеме.

В заключении студент подводит итог исследования, аргументировано обосновывает достижение цели исследования.

Список литературы включает те источники информации, которыми автор пользовался при написании работы (5-7 источников). В качестве источников информации не должны выступать только учебники и учебные пособия, автор должен использовать при написании реферата также научные статьи и/или монографии. Допускается использование Internet-ресурсов, однако, их не должно быть больше 30% от всех источников.

Студент сдает реферат преподавателю не позднее, чем за 1 месяц до зачета.

6. Критерии оценивания результатов освоения дисциплины (модуля)

6.1. Оценочные средства и критерии оценивания для текущей аттестации

Текущий контроль знаний студентов проводится в форме зачета после завершения изучения каждого раздела курса.

Текущий зачет по изученному разделу включает в себя:

1) *Написание проверочной работы по изученному разделу.*

Ниже приводится перечень вопросов для подготовки к проверочной работе

Основы механики

–Механическое движение. Модели материальной точки и абсолютно твердого тела. Поступательное и вращательное движение.

–Скорость. Ускорение. Прямолинейное равноускоренное движение материальной точки.

–Угловая скорость. Угловое ускорение. Вращательное движение абсолютно твердого тела.

–Инерциальные и неинерциальные системы отсчета. Первый, второй и третий законы Ньютона.

–Силы в механике: сила тяжести, сила упругости, сила трения.

–Импульс материальной точки и системы материальных точек. Закон сохранения и закон изменения импульса.

–Работа силы. Кинетическая и потенциальная энергия. Закон сохранения и закон изменения механической энергии.

–Момент силы относительно точки и относительно оси. Момент инерции. Основное уравнение динамики вращательного движения.

–Механические колебания. Амплитуда, период, частота, циклическая частота, фаза. Гармонические колебания.

–Маятники. Свободные колебания математического маятника.

–Механические волны. Виды механических волн и их свойства. Длина волны. Скорость распространения волн.

Основы молекулярной физики и термодинамики

–Основные положения молекулярно-кинетической теории и их подтверждения. Модель идеального газа.

–Давление газа на стенки сосуда. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории идеального газа.

–Температура. Способы измерения температуры. Теорема о равнораспределении энергии по степеням свободы.

–Уравнение состояния идеального газа. Изотермический, изохорный и изобарный процессы.

–Внутренняя энергия идеального газа. Способы изменения внутренней энергии. Первое начало термодинамики.

–Адиабатный процесс. Теплоемкость газа.

–Энтропия. Второе и третье начала термодинамики.

–Основы работы тепловых двигателей. Цикл Карно. Коэффициент полезного действия теплового двигателя.

- Понятие фазы и фазового перехода. Фазовые переходы первого рода.
- Понятие насыщенного и ненасыщенного пара. Равновесие насыщенного пара и жидкости. Влажность воздуха.

Основы электродинамики

- Электрический заряд. Закон сохранения электрического заряда. Закон Кулона.
- Электрическое поле. Напряженность и потенциал электрического поля.
- Постоянный электрический ток. Сила тока, напряжение, ЭДС, сопротивление проводника. Закон Ома. Закон Джоуля-Ленца.
- Магнитное поле. Индукция магнитного поля.
- Проводник с током в магнитном поле. Сила Ампера.
- Движущаяся заряженная частица в магнитном поле. Сила Лоренца.
- Явление электромагнитной индукции. Закон Фарадея. Правило Ленца.
- Электромагнитные колебания. Колебательный контур. Свободные электромагнитные колебания.
- Переменный электрический ток. Закона Ома для последовательной цепи переменного тока.
- Электромагнитные волны. Поперечность, скорость распространения, энергия электромагнитной волны.

Критерии оценивания проверочной работы:

"Отлично" выставляется студенту, который демонстрирует при ответе всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой. Свободно ориентируется в основной и дополнительной литературе, рекомендованной программой, а также показывает усвоение взаимосвязи основных понятий дисциплины и их значений для приобретаемой профессии, проявляет творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.

"Хорошо" выставляется студенту, который демонстрирует при ответе хорошее знание учебно-программного материала, успешно выполнил предусмотренные задания, усвоил основную литературу, рекомендованную в программе. Показывает систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.

"Удовлетворительно" выставляется студенту, обнаружившему знание основного учебного материала в объёме, необходимом для дальнейшей учёбы и предстоящей работы по профессии, справляющимся с выполнением заданий, предусмотренных программой, знакомый с основной литературой, рекомендованной программой, допустившим погрешности в ответе, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.

"Неудовлетворительно" выставляется студенту, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий, не ознакомившемуся с основной литературой, предусмотренной программой, и не овладевшему базовыми знаниями, предусмотренными по данной дисциплине и определёнными предметными умениями.

2) Проверка преподавателем конспекта вопросов, выносимых в данном разделе на самостоятельное изучение

Критерии оценивания конспектов по прикладным вопросам курса, выносимым на самостоятельное изучение

Показатель	Количество баллов
1) Полнота и глубина изложения ответа (усвоенные теории, понятия, факты)	1
2) Логика изложения материала	1

3) Примеры использования описанных явлений, теорий и устройств на практике	1
4) Использование при подготовке ответа на вопрос дополнительных источников информации	1
5) Оформление работы	1
Итоговая (суммарная) оценка	Max - 5

3) *Выполнение и защита лабораторных работ*

По каждому разделу студент должен выполнить не менее 6 лабораторных работ, по разделу. Студент допускается к защите лабораторных работ после проверки преподавателем отчетов по выполненным лабораторным работам.

Критерии оценивания лабораторной работы

По результатам выполнения лабораторной работы студент получает **оценку «зачтено»** при выполнении следующих условий:

1) самостоятельное выполнение эксперимента и получение корректных экспериментальных данных;

2) наличие самостоятельно подготовленного отчета по установленной форме, в котором отражены результаты измерений и вычислений, в том числе погрешностей (при необходимости), а также представлены графики в соответствии с заданиями к лабораторной работе;

3) правильные ответы на все контрольные вопросы к данной лабораторной работе.

При невыполнении хотя бы одного из вышеперечисленных пунктов по результатам выполнения лабораторной работы студент получает **оценку «не зачтено»**.

4) *Выполнение контрольных работ*

Варианты контрольной работы

1 семестр

1. Движение материальной точки задано уравнением $x = -4t + 2t^2$. Напишите зависимость скорости от времени и постройте график координаты $x = x(t)$ и скорости $v = v(t)$. Найдите графически путь, пройденной точкой за 2 секунды с момента времени $t = 0$.

2. Груз массой 100 кг равномерно перемещают по поверхности, прилагая силу \vec{F} под углом 30° к горизонту. Коэффициент трения 0,3. Найти величину этой силы.

3. Тело массой 100 г, брошенное вертикально вверх со скоростью 15 м/с, достигло максимальной высоты 15 м. Найдите работу сил сопротивления воздуха в процессе его подъема.

2 семестр

1. Газ сжат изотермически от объема $8,0 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$ до объема $6,0 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$, при этом давление возросло на $4,0 \cdot 10^3 \text{ Па}$. Каким было первоначальное давление газа?

2. В вертикально расположенном сосуде под поршнем весом 20 Н содержится идеальный одноатомный газ. Между поршнем и неподвижной опорой располагается пружина, жесткость которой 200 Н/м. Расстояние между поршнем и дном сосуда 30 см, при этом пружина не деформирована. Какое количество теплоты нужно сообщить газу, чтобы поршень переместился на 10 см. Атмосферное давление не учитывать.

3 семестр

1. Напряженность поля точечного заряда на расстоянии 20 см от него равна 100 В/м. Определите потенциал поля на расстоянии 40 см от заряда.

2. Четыре лампочки, рассчитанные на напряжение 3 В и силу тока 0,3 А. каждая, нужно соединить параллельно и питать от источника 5,4 В. Резистор какого сопротивления нужно включить последовательно с лампами?

3. Электрон движется в магнитном поле с индукцией 0,1 Тл перпендикулярно линиям индукции. Определите силу, действующую на электрон со стороны поля, если радиус кривизны траектории 0,5 мм.

4. Определите индуктивность цепи, если при изменении силы тока в ней по закону $i(t) = 4\sin(0,56t)$ А в цепи возникает ЭДС самоиндукции 0,02 В.

Критерии оценивания контрольной работы

Показатель	Количество баллов
1) Приведена краткая форма условия задачи, включающая перевод единиц измерения в СИ.	1
2) Выполнен рисунок к условию задачи, на котором обозначены все необходимые физические и геометрические параметры задачи	1
3) Проведен анализ условия задачи, включающий указание основных явлений, о которых идет речь в задаче, а также законов, положенных в основу решения задачи	1
4) Записаны математические уравнения законов, используемых при решении задачи	1
5) Приведено решение математических уравнений и получен численный ответ на вопрос задачи	1
Итоговая (суммарная) оценка	Max - 5

6.2. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

1 семестр

Вопросы к экзамену

1. Основы кинематики материальной точки.
2. Динамика материальной точки. Силы в природе.
3. Динамика системы материальных точек. Законы сохранения.
4. Механика твердого тела.
5. Движение в неинерциальных системах отсчета.
6. Поле тяготения.
7. Кинематика механических колебаний.
8. Динамика механических колебаний.
9. Механические волны.
10. Акустика.
11. Элементы специальной теории относительности.
12. Гидростатика
13. Гидродинамика.

Образцы задач к экзамену

1. При движении тела вдоль оси X его координата изменяется по закону: $x = 9t + 0,3t^2$. Найдите зависимость скорости тела от времени. Укажите характер движения тела (ускорение).

2. Тело брошено вертикально вниз с высоты 40 м со скоростью 25 м/с. Какую скорость приобретет тело к моменту падения на землю?

3. Тело падает с высоты 45 м без начальной скорости. Найдите время падения тела на землю.

4. Вертикально вверх брошен шарик со скоростью 5 м/с. На какую высоту он поднимется?
5. Ракета стартует и движется вертикально вверх с ускорением $2g$ в течение 20 с. Найдите скорость ракеты в конце этого промежутка времени и пройденный ею путь.
6. Тело массой 5 кг движется по горизонтальной поверхности под действием горизонтально направленной силы 100 Н. Определите ускорение тела, если коэффициент трения равен 0,2.
7. Под действием какой горизонтальной силы вагонетка, масса которой 350 кг, движется по горизонтальным рельсам с ускорением $0,15 \text{ м/с}^2$, если сила сопротивления равна 12 Н.
8. Конькобежец, стоящий на льду, бросает горизонтально камень массой 500 г со скоростью 10 м/с. Найдите скорость конькобежца после броска, если его масса 75 кг.
9. Масса железнодорожной платформы вместе с установленным на ней орудием 50 тонн. Орудие дважды стреляет в направлении железнодорожных путей. Найдите скорость платформы после выстрелов, если масса снаряда 25 кг, а скорость его вылета 2000 м/с .
10. Тело массой 0,2 кг бросают вертикально вверх. В начальный момент времени оно обладает энергией 38,4 Дж. Найдите высоту его подъема.
11. Кинетическая энергия тела массой 2 кг в некоторый момент времени равна 25 Дж. Найдите импульс этого тела в данный момент времени?
12. У подножия горки скорость тела равна 8 м/с. Найдите высоту, на которую может подняться это тело.
13. Тело брошено вертикально вверх с начальной скоростью 3 м/с. На какой высоте его кинетическая энергия равна потенциальной?

Образец билета

1. Основы кинематики материальной точки.
2. Задача.

2 семестр

Вопросы к экзамену

1. Первоначальные термодинамические понятия.
2. Основное уравнение молекулярно– кинетической теории идеального газа и следствия из него.
3. Статистический закон распределения скоростей молекул. Закон Больцмана. Распределение Максвелла – Больцмана.
4. Явления переноса в газах.
5. Первое начало термодинамики.
6. Применение первого начала термодинамики к изопараметрическим процессам.
7. Второе начало термодинамики.
8. Энтропия. Тепловая теорема Нернста.
9. Реальные газы.
10. Строение и свойства жидкостей.
11. Строение и свойства твердых тел.
12. Фазовые переходы.

Образцы задач к экзамену

1. Давление некоторого газа при температуре 20°C равно $9,910^4 \text{ Па}$. Плотность газа $8,210' \text{ кг/м}^3$. Определить, какой это газ (найти молярную массу).
2. Определить внутреннюю энергию двухатомного газа, находящегося в сосуде емкостью 2 л при давлении $1,510^5 \text{ Па}$.
3. Определить концентрацию молекул в баллоне объемом 5 л, в котором содержится кислород массой 20 г.

4. Газ сжат изотермически от объема $8 \cdot 10^{-3}$ Па до объема $6 \cdot 10^{-3}$ м³, при этом давление газа возросло на $4 \cdot 10^3$ Па. Каким было первоначальное давление газа?
5. Сколько молекул газа при нормальных условиях содержится в колбе объемом 0.5 л?
6. Определить число моль газа, содержащегося в сосуде объемом $5 \cdot 10^{-2}$ м³ при давлении $6 \cdot 10^6$ Па, если средняя кинетическая энергия поступательного движения молекул газа равна $6.79 \cdot 10^{-20}$ Дж.
7. Водород занимает объем 10 м³ при давлении 0.1 МПа. Его нагрели при постоянном объеме до давления 0.3 МПа. Определить изменение внутренней энергии газа, работу, совершенную газом и теплоту, сообщенную газу.
8. Один моль кислорода, находившегося при температуре 290 К, адиабатически сжали так, что его давление возросло в 10 раз. Найти температуру газа после сжатия и работу, которая была совершена газом.
9. Газ, совершающий цикл Карно, отдал холодильнику теплоту 14 кДж. Определить температуру нагревателя, если температура холодильника 280 К, а работа газа за цикл равна 6 кДж.
10. Кислород при неизменном давлении 80 кПа нагревается. Его объем увеличивается с 1 м³ до 3 м³. Определить изменение внутренней энергии газа, работу, совершенную газом и теплоту, сообщенную газу.
11. Газ совершает цикл Карно. Температура теплоотдатчика в три раза выше температуры теплоприемника. Теплоотдатчик передал газу 41.9 кДж теплоты. Какую работу совершил газ?
12. В цилиндре под поршнем находится азот, имеющий массу 0.6 кг и занимающий объем 1.2 м³ при температуре 560 К. В результате нагревания газ расширился и занял объем 4.2 м³, причем температура осталась неизменной. Найти изменение внутренней энергии газа, работу, совершенную газом и теплоту, сообщенную газу.
13. В дизельном двигателе внутреннего сгорания засосанный атмосферный воздух в объеме $1 \cdot 10^{-2}$ м³ подвергается 12-ти кратному сжатию. Предполагая процесс сжатия адиабатным, определить конечное давление, конечную температуру и работу, совершенную газом при сжатии.
14. При изотермическом расширении азота при температуре 280 К объем его увеличился в 2 раза. Определить совершенную газом при расширении работу, изменение внутренней энергии и количество теплоты, полученное газом.
15. Определить среднюю кинетическую энергию молекулы водяного пара при температуре 500 К.
16. Сравнить работы расширения газа при изотермическом изменении объема от 1 м³ до 2 м³ и от 2 м³ до 4 м³.

Образец билета

1. Первоначальные термодинамические понятия.
2. Задача.

Критерии оценивания экзамена:

Положительную оценку на экзамене получает студент, выполнивший и защитивший все лабораторные и контрольные работы.

На экзамене (1,2 семестры) оценка «отлично» выставляется студенту, который: знает программный материал в полном объеме, исчерпывающе, грамотно и логически стройно его излагает, четко формулирует основные понятия, приводит соответствующие примеры, уверенно владеет методологией курса, свободно ориентируется в его внутренней структуре, четко выявляет межпредметные связи с другими учебными дисциплинами; умеет применять теоретические знания к решению практических задач; владеет современными методами

исследования, способен к самостоятельному пополнению и обновлению знаний, понимает прикладную направленность курса физики.

«хорошо» знает программный материал, грамотно и по существу излагает его без существенных ошибок, правильно применяет теоретические положения при решении конкретных задач, с небольшими погрешностями приводит формулировки определений, не допускает существенных неточностей при выборе и обоснованности методов решения задач; владеет методологией физики и методами исследования, устанавливает внутренние и межпредметные связи, умеет увязывать теорию с практикой; по ходу изложения допускает небольшие неточности, не искажающие содержания ответа.

«удовлетворительно» выставляется студенту, который не совсем твердо владеет программным материалом, знает основные теоретические положения изучаемого курса, обладает достаточными для продолжения обучения и предстоящей профессиональной деятельности, знаниями. Выполняет текущие задания, устанавливаемые графиком учебного процесса. При ответах допускает малосущественные погрешности, искажения логической последовательности при изложении материала, неточную аргументацию теоретических положений курса, испытывает затруднения при решении задач.

«неудовлетворительно»: имеет серьезные пробелы в знании учебного материала, допускает принципиальные ошибки при выполнении предусмотренных программой контрольных заданий. Уровень знаний недостаточен для дальнейшей учебы и будущей профессиональной деятельности.

3 семестр

Вопросы для подготовк зачету

1. Электростатическое поле в вакууме.
2. Электрическое поле в веществе.
3. Электростатическое поле при наличии проводников.
4. Постоянный электрический ток.
5. Магнитное поле в вакууме.
6. Магнитное поле в веществе.
7. Электромагнитная индукция. Самоиндукция.
8. Электрический ток в металлах и полупроводниках.
9. Электрический ток в электролитах и газах.
10. Переменный электрический ток.
11. Электромагнитные колебания.
12. Переменное электромагнитное поле.
13. Электромагнитные волны.

Критерии для получения зачета

Оценка «зачтено» выставляется если студент:

1. Посетил все лекционные занятия. В случае пропуска лекции студент должен показать преподавателю конспект лекции и ответить на вопросы по теме лекции.
2. Законспектировал вопросы курса, выносимые на самостоятельное изучение, и может ответить на вопросы по законспектированному материалу.
3. Написал контрольную работу на положительную оценку.
4. Выполнил и защитил 6 лабораторных работ.

Зачет выставляется студенту при выполнении всех пунктов Требований.

7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

7.1. Основная литература

1. Физика: учебник и практикум для вузов/ В.А.Ильин, Е.Ю.Бахтина, Н.Б.Виноградова, П.И. Самойленко ; под редакцией В. А. Ильина. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 399 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-6343-4. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://biblio-online.ru/bcode/450506>.

2. Кузнецов, С. И. Курс лекций по физике. Классическая и релятивистская механика : учебное пособие для вузов / С. И. Кузнецов, Л. И. Семкина. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 183 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-7056-2. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://biblio-online.ru/bcode/451398>.

3. Бондарев, Б. В. Курс общей физики в 3 кн. Книга 3: термодинамика, статистическая физика, строение вещества : учебник для бакалавров / Б. В. Бондарев, Н. П. Калашников, Г. Г. Спирын. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 369 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-1755-0. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://biblio-online.ru/bcode/425491>.

4. Практические занятия по общему курсу физики : учебник для вузов / Г. В. Ерофеева, Ю. Ю. Крючков, Е. А. Склярова, И. П. Чернов. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 492 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-09399-5. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://biblio-online.ru/bcode/451204>.

7.2. Дополнительная литература

1. Савельев И.В. Курс физики (в 3-х томах). – М.: Наука, 2018.
2. Трофимова Т.И. Курс физики. – М.: Высшая школа, 2018.
3. Александров Н.В., Яшкин А.Я. Курс общей физики. Механика. - М.: «Просвещение», 1978.
4. Архангельский М.М. Курс физики, механика. - М.: «Просвещение», 1975.
5. Кикоин А.К., И.К. Кикоин И.К. Молекулярная физика. М., «Наука», 1976.
6. Калашников С.Г. Электричество. М., 1970.
7. Костко О.К. Физика для строительных и архитектурных вузов: Учебное пособие. Серия: Высшее образование Издательство: Феникс, 2004г.
8. Гулиа, Н. В. Удивительная физика / Н. В. Гулиа. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 442 с. — (Открытая наука). — ISBN 978-5-534-12880-2. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://biblio-online.ru/bcode/448494>.
9. Яворский Б.М., Детлаф А.А Курс физики, - М., 2001.

Список учебно-методических разработок для студента

1. Царева Е.А. Физический практикум. Обработка результатов измерений. Учебно – методическое пособие для студентов физико-математического факультета. – Смоленск, СмолГУ, 2018.
2. Методические рекомендации к лабораторным работам (см. приложение)
3. Е.А. Царева Индивидуальные задания для самостоятельной работы по физике для студентов направления подготовки «Строительство». Механика – Смоленск: СмолГУ, 2019.- 36 с.
4. Е.А. Царева Индивидуальные задания для самостоятельной работы по физике для студентов направления подготовки «Строительство». Молекулярная физика и основы термодинамики – Смоленск: СмолГУ, 2019.- 24 с.

7.3 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. <https://lectoriy.mipt.ru/> -курс лекций по физике Физтеха. Лекторий МФТИ.
2. https://www.youtube.com/watch?v=U3I_Fu1iqsA – курс видеолекций по механике.

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа (практических занятий), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная стандартной учебной мебелью.

Помещение для самостоятельной работы – компьютерный класс с доступом к сети «Интернет» и ЭИОС СмолГУ.

Лабораторные занятия проводятся в Лаборатории механики, Лаборатории

молекулярной физики и термодинамики. Лаборатории электродинамики и Лаборатории оптики физико-математического факультета, оснащенных необходимым оборудованием (перечень оборудования приведен в описании лабораторных работ).

Для проведения лекционных демонстрационных экспериментов используется оборудование кафедры физики и технических дисциплин:

- превращение энергии (маятник Максвелла);
- диффузия (стеклянный цилиндр, стеклянная пластина с наклеенными бумажными полосками, смоченными фенолфталеином, нашатырный спирт, вата);
- работа газа (насос Комовского, бутылка с пробкой);
- зарядка и разрядка конденсатора (конденсатор, источник тока, соединительные провода, лампочка);
- источники тока (электрофорная машина, гальванометр, термоэлемент, спиртовка, фотоэлемент, аккумулятор, батарейка);
- опыт Эрстеда – действие магнитного поля на проводник с током (источник постоянного тока, ключ, соединительные провода, магнитная стрелка);
- магнитные линии (постоянный магнит, железные опилки);
- явление электромагнитной индукции (гальванометр, дроссельная катушка, магнит, соединительные провода).

9. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

KasperskyEndpointSecurity для бизнеса Стандартный АО «Лаборатория Касперского», лицензия 1FB6-161215-133553-1-6231.

Microsoft Open License, лицензия 49463448 в составе: Microsoft Windows Professional 7 Russian; Microsoft Office 2010 Russian.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 03B6A3C600B7ADA9B742A1E041DE7D81B0

Владелец: Артеменков Михаил Николаевич

Действителен: с 04.10.2021 до 07.10.2022