

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**Кафедра «Физика»**

**Методические рекомендации для  
самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

**Физика**

**Направление подготовки (специальность) 27.03.06 Управление в технических системах**

**Профиль образовательной программы Системы и средства автоматизации  
технологических процессов**

**Форма обучения очная**

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1. Организация самостоятельной работы.....</b>	<b>3</b>
<b>2. Методические рекомендации по подготовке реферата.....</b>	<b>4</b>
<b>2.1 Требования к содержанию реферата.....</b>	<b>4</b>
<b>2.2 Требования к оформлению работы.....</b>	<b>5</b>
<b>2.3 Критерии оценки реферата .....</b>	<b>5</b>
<b>3. Методические рекомендации по выполнению индивидуальных домашних заданий.....</b>	<b>8</b>
<b>3.1 Темы индивидуальных домашних заданий .....</b>	<b>8</b>
<b>3.2 Содержание индивидуальных домашних заданий.....</b>	<b>8</b>
<b>4. Методические рекомендации по самостоятельному изучению вопросов.....</b>	<b>13</b>
<b>5. Методические рекомендации по подготовке к занятиям.....</b>	<b>15</b>
<b>5.1 Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям...</b>	<b>15</b>
<b>5.2 Методические рекомендации по подготовке к лабораторным работам...</b>	<b>15</b>

# 1. ОРГАНИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

## 1.1. Организационно-методические данные дисциплины

№ п.п.	Наименование темы	Общий объем часов по видам самостоятельной работы (из табл. 5.1 РПД)				
		подготовка курсового проекта (работы)	подготовка реферата/эссе	индивидуальные домашние задания (ИДЗ)	самостоятельное изучение вопросов (СИВ)	подготовка к занятиям (ПкЗ)
1	2	3	4	5	6	7
1	Кинематика и динамика материальной точки			4	6	10
2	Механика твердого тела и сплошных сред			6	15	20
3	Основы молекулярно-кинетической теории			0	9	14
4	Основы термодинамики и строение вещества			10	14	12
5	Электростатика					6
6	Постоянный электрический ток					6
7	Электромагнетизм					10
8	Электромагнитные колебания и волны					8
9	Геометрическая оптика					4
10	Волновая оптика					14
11	Квантовые свойства электромагнитного излучения					6
12	Элементы квантовой механики и ядерной физики					18

## **2 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ РЕФЕРАТА**

### **2.1 Требования к содержанию реферата.**

Реферат должен содержать:

- 1) титульный лист;
- 2) содержание;
- 3) введение;
- 4) основная часть;
- 5) заключение;
- 6) список использованной литературы (не менее 2-х источников).

В начале реферата должно быть содержание, в котором указываются номера страниц по отдельным главам.

Во введении следует отразить место рассматриваемого вопроса в естественнонаучной проблематике, его теоретическое и прикладное значение.

Основная часть должна излагаться в соответствии с планом, четко и последовательно, желательно своими словами. В тексте должны быть ссылки на использованную литературу. При дословном воспроизведении материала каждая цитата должна иметь ссылку на соответствующую позицию в списке использованной литературы с указанием номеров страниц, например /3, с.56/ или "В работе [2] рассмотрены...." Каждая глава текста должна начинаться с нового листа, независимо от того, где окончилась предыдущая.

Заключение должно содержать краткое обобщение рассмотренного материала, выделение наиболее достоверных и обоснованных положений и утверждений, а также наиболее проблемных, разработанных на уровне гипотез, важность рассмотренной проблемы с точки зрения практического приложения, мировоззрения. В этой части автор подводит итог работы, делает краткий анализ и формулирует выводы.

В конце работы прилагается список используемой литературы. Литературные источники следует располагать в следующем порядке:

- 1) энциклопедии, справочники;
- 2) книги по теме реферата (фамилии и инициалы автора, название книги без кавычек, место издания, название издательства, год издания, номер (номера) страницы);
- 3) газетно-журнальные статьи (название статьи, название журнала, год издания, номер издания, номер страницы).

## **2.2 Требования к оформлению работы.**

Общий объём работы - 15—30 страниц печатного текста (с учётом титульного листа, содержания и списка литературы) на бумаге формата А4, на одной стороне листа. Титульный лист оформляется по указанному образцу.

Интервал межстрочный - полуторный. Цвет шрифта - черный. Гарнитура шрифта основного текста — «Times New Roman» или аналогичная. Кегль (размер) от 12 до 14 пунктов. Размеры полей страницы: левое — 25 мм, верхнее, и нижнее - 20, правое — 15 мм. Формат абзаца: полное выравнивание («по ширине»). Отступ красной строки одинаковый по всему тексту.

Работа должна иметь сквозную нумерацию арабскими цифрами. Номер страницы ставится внизу посередине. Титульный лист включается в общую нумерацию страниц, но на нем сам номер не проставляется. Это значит, что он должен рассматриваться как первая страница вашей работы, страница оглавления — как вторая, страница, на которой начинается введение, — как третья, и только на четвертой странице, там, где идет чистый текст, ставится номер «4».

Страницы, на которых начинаются введение, заключение, каждая из глав основной части, входят в сквозную нумерацию, но на них номер не ставится. Все структурные элементы текста, кроме параграфов внутри глав, начинаются с новой страницы.

Главы и параграфы должны иметь заголовки. Перед заголовком ставится номер главы или параграфа, но не пишется само слово «глава» или «параграф» (ставится знак параграфа). Заголовки глав, слова «Введение», «Заключение», «Оглавление», «Список использованных источников» печатаются полностью прописными буквами и размещаются посередине строки. Точка в конце таких заглавий не ставится. В заглавиях недопустим перенос слов.

Если в работе используются таблицы, они размещаются по порядку и снабжаются единой нумерацией на протяжении всей работы. Над каждой из них помещается слово «табл.» и порядковый номер. Ниже идет заголовок (название таблицы, отражающее ее содержание). Аналогично размещаются внутри текста схемы (надпись «Схема», порядковый номер, название).

## **3.3 Критерии оценки реферата:**

- правильность и аккуратность оформления;
- актуальность темы;
- соответствие содержания работы выбранной теме;
- степень самостоятельности автора при освещении темы;

*Образец титульного листа реферата*

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**Инженерный факультет**

**Кафедра «Физика»**

**РЕФЕРАТ**

**на тему:**

**Вакуумные насосы**

Работу выполнил  
студент \_\_\_\_ курса  
очного/заочного отделения  
Иван Иванович Иванов

Научный руководитель

доц. П.А. Иванов

Подпись студента, число

Оренбург-2016

## **Содержание**

Введение.....	3
1 Виды вакуумных насосов.....	5
1.1 Форвакуумный насос.....	5
1.2 Диффузионный насос.....	7
2 Применения вакуумных насосов.....	11
2.1 Применение в технике и производстве.....	11
2.2 Применение в научных лабораториях.....	12
Заключение.....	20
Список литературы.....	21

### 3. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ДОМАШНИХ ЗАДАНИЙ

#### 3.1 Темы индивидуальных домашних заданий

1. Кинематика поступательного и вращательного движения.
2. Динамика материальной точки и поступательного движения.
3. Законы сохранения в механике
4. Вращательное движение
5. Колебания
6. Законы идеального газа
7. Статистические распределения.
8. Законы термодинамики. Тепловые машины.
9. Реальные газы.
10. Строение жидкостей и твердых тел.

#### 3.2 Содержание индивидуальных домашних заданий

##### Индивидуальное домашнее задание № 1 Кинематика поступательного и вращательного движения

1. Легковой автомобиль длиной  $l_1 = 4,5$  м, движущийся со скоростью  $v_1 = 90$  км/ч, обгоняет автопоезд длиной  $l_2 = 15$  м, движущийся со скоростью  $v_2 = 60$  км/ч. Определить длину участка обгона  $L$ , т.е. расстояние между точкой, в которой передний бампер автомобиля поравняется с задним бампером автопоезда, и точкой, в которой задний бампер автомобиля поравняется с передним бампером автопоезда. Как изменится  $L$ , если скорость автомобиля уменьшится до  $v_1^1 = 75$  км/ч?
2. С помощью рентгеновского лазера, расположенного на круговой орбите  $H = 150$  км, требуется уничтожить крылатую ракету длиной  $l = 5$  м, движущуюся горизонтально со скоростью  $v = 300$  м/с на высоте  $h = 15$  м. Какое расстояние пролетит ракета за промежуток времени между "выстрелом" и ее поражением? Следует ли вводить упреждение в направление лазерного луча?
3. Скорость тела, движущегося прямолинейно, меняется по закону  $v = A + Bt + Ct^2$ , где  $A = 1$  м/с;  $B = 3$  м/с<sup>2</sup>;  $C = 6$  м/с<sup>3</sup>. Какое расстояние пройдет тело к моменту времени, когда его ускорение станет равным  $a = 21$  м/с<sup>2</sup>?
4. Тело движется вдоль оси  $x$  согласно уравнению  $x = A + Bt + Ct^2 + Dt^3$ , где  $B = 2$  м/с;  $C = 1$  м/с<sup>2</sup>;  $D = 0,5$  м/с<sup>3</sup>. Какой путь  $S$  оно пройдет за промежуток времени, в течение которого его ускорение возрастет с  $a_1 = 5$  м/с<sup>2</sup> до  $a_2 = 11$  м/с<sup>2</sup>?
5. Скорости двух тел, движущихся вдоль оси  $x$ , изменяются согласно уравнениям  $v_1 = A_1 + B_1t + C_1t^2$  и  $v_2 = A_2 + B_2t + C_2t^2$ , где  $A_1 = 2$  м/с;  $B_1 = 5$  м/с<sup>2</sup>;  $A_2 = 10$  м/с;  $B_2 = 1$  м/с<sup>2</sup>;  $C_1 = C_2 = 0,3$  м/с<sup>3</sup>. Первое тело стартует из точки  $x_1 = 0$ , а второе - из точки  $x_2 = 10$  м. Определить ускорения тел в момент, когда первое тело догонит второе.

##### Индивидуальное домашнее задание № 2 Динамика материальной точки и поступательного движения

1. Грузовик взял на буксир легковой автомобиль массой 2т и, двигаясь равноускоренно, за 50 секунд проехал 400м. На сколько при этом удлиняется трос, соединяющий автомобили, если его жесткость  $k = 2 \cdot 10^6$  Н/м? трение не учитывать.
2. Если к телу приложить силу 120 Н под углом  $60^0$  к горизонту, то тело будет двигаться равномерно. С каким ускорением будет двигаться тело, если ту же силу приложить под углом  $30^0$  к горизонту? Масса тела 25кг.
3. Магнит А массой 5 кг притягивается к стенке с силой  $F_1 = 5$  Н. Если к магниту приложить еще силу  $F_2 = 20$  Н, направленную вверх и составляющую  $30^0$  со стенкой, то куда и с каким ускорением будет двигаться магнит? Коэффициент трения между стенкой и магнитом  $\mu = 0,2$ . При каких значениях коэффициента магнит не будет двигаться?

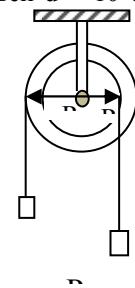
- Какую работу совершают двигатель автомобиля «Жигули» массой 1,3т, на первых 75м пути, если это расстояние автомобиль проходит за время 10с? Коэффициент сопротивления движению равен 0,05. Чему будет равна работа силы тяжести на этом участке пути?

### Индивидуальное домашнее задание № 3 Законы сохранения в механике

- Тело массой в 5 кг ударяется о неподвижное тело массой 2,5 кг, которое после удара начинает двигаться с кинетической энергией в 5 Дж. Считая удар центральным и неупругим, найти кинетическую энергию первого тела до и после удара.
- Свая массой 100кг забиваются в грунт копром массой 400кг. Копер свободно падает с высоты 5 м, и при каждом его ударе свая опускается на глубину 25см. Определить силу сопротивления грунта, считая ее постоянной, и КПД удара копра о сваю.
- Тело массой в 3 кг движется со скоростью 4 м/с и ударяется о неподвижное тело такой же массы. Считая удар центральным и неупругим, найти количество тепла, выделившееся при ударе.
- Шар массой  $m = 1$  кг, катящийся без скольжения, ударяется о стенку и откатывается от нее. Скорость шара до удара стенку  $v_1 = 0,1$  м/с, после удара  $v_2 = 0,08$  м/с. Найти количество тепла, выделившееся при ударе.
- Обруч и диск имеют одинаковую массу и катятся без скольжения с одинаковой линейной скоростью  $v$ . Кинетическая энергия обруча 40 Дж. Найти кинетическую энергию диска. Стальной шарик массой  $m = 20$ г, падает с высоты  $h_1 = 1$  м на стальную плиту, отскакивает от нее на высоту  $h_2 = 0,81$  м. Найти количество тепла, выделившееся при ударе.

### Индивидуальное домашнее задание № 4 Вращательное движение

- Неподвижный маховик под действием момента сил  $M = 0,8$  Н·м начинает вращаться и через  $t = 2$  с делает  $N = 8$  оборотов. Определить момент инерции  $J$  маховика и его угловую скорость  $\omega_1$  через  $t_1 = 1$  с после начала движения.
- Линейная скорость  $v$  точек, расположенных на боковой поверхности вращающегося однородного цилиндра, меняется со временем согласно уравнению  $v = A + Dt$ , где  $A = 0,5$  м/с;  $D = 1$  м/с<sup>2</sup>. Определить момент сил  $M$ , действующих на цилиндр, если его масса равна  $m = 3$  кг, а диаметр равен  $d = 10$  см. Сколько оборотов сделает цилиндр за время  $t = 3$  с?
- Твердое тело насажено на горизонтальную ось, проходящую через его центр масс (рис.). На ту же ось насажен легкий блок радиуса  $r = 5$  см, жестко прикрепленный к телу. К свободному концу нити, намотанной на блок, подвешена гиря массы  $m = 100$ г. Гирю отпускают. Через время  $t = 2$  с она опускается на расстояние  $h = 30$  см. Найдите момент инерции тела.
- Вал массой 100 кг и радиусом 5 см вращается с частотой 8 об/с. К цилиндрической поверхности вала прижимают тормозную колодку силой 40 Н, под действием которой вал останавливается за время 10с. Определите коэффициент трения между валом и колодкой.
- Сплошной цилиндр массы  $m_1 = 1$  кг насажен на горизонтальную ось. На цилиндр намотан шнур, к свободному концу которого подвешена гиря массы  $m_2 = 500$ г. С каким ускорением станет опускаться гиря, если ее отпустить? Определить кинетическую энергию системы через 2с после начала движения.
- На ступенчатый цилиндрический блок (рис.17) намотаны в противоположных направлениях две нити с подвешенными к ним грузами массы  $m_1 = 200$ г и  $m_2 = 400$ г. Найдите ускорение грузов и силу натяжения нитей. Момент инерции блока  $0,68$  кг·м<sup>2</sup>, радиус соответствующих участков блока  $R_1 = 6$  см и  $R_2 = 10$  см.



### Индивидуальное домашнее задание № 5 Колебания

- Материальная точка совершает колебания по закону  $x = 0,2 \cos(15\pi t + \pi)$ . Считая, что масса точки 100г, найти силу, действующую на нее в момент времени  $t = 1$  с, а также кинетическую и потенциальную энергии в этот момент времени. Чему равна полная энергия тела?
- Движение тела массой 2 кг описывается законом  $x = 0,8 \sin(\pi t + \pi/2)$ . Определить энергию колеблющегося тела и максимальную силу, действующую на него.
- Какова амплитуда гармонических колебаний тела, если полная энергия колебаний равна 10 Дж, а максимальная сила, действующая на тело,  $F = 10^{-3}$  Н?
- Полная энергия тела, совершающего гармонические колебания по синусоидальному закону равна

30 мкДж; максимальная сила, действующая на тело,  $F=1,5$  мН. Написать закон движения этого тела, если период колебаний  $2\text{с}$  и начальная фаза  $\phi_0=\pi/3$ .

- Написать закон гармонических колебаний точки, если ее максимальное ускорение равно  $49,3$   $\text{см}/\text{с}^2$ , период колебаний  $2\text{с}$  и смещение точки от положения равновесия в начальный момент времени  $x_0 = 2,5$  см. Колебания происходят по закону синуса.
- Определить максимальное смещение от положения равновесия груза массой  $640$  г, закрепленного на пружине жесткостью  $400$  Н/м, если он проходит положение равновесия со скоростью  $1$  м/с.

#### **Индивидуальное домашнее задание № 6 Законы идеального газа**

- Определить концентрацию  $n$  молекул идеального газа при температуре  $T=300$  К и давлении  $p=1$  мПа.
- Определить давление  $p$  идеального газа при двух значениях температуры газа: 1)  $T=3$  К; 2)  $T=1$  кК. Принять концентрацию  $n$  молекул газа равной  $\approx 10^{19}$   $\text{см}^{-3}$ .
- Сколько молекул газа содержится в баллоне вместимостью  $V=30$  л при температуре  $T=300$  К и давлении  $p=5$  МПа?
- Определить количество вещества  $n$  и концентрацию  $n$  молекул газа, содержащегося в колбе вместимостью  $V=240$  см $^3$  при температуре  $T=290$  К и давлении  $p=50$  кПа.
- В колбе вместимостью  $V=100$  см $^3$  содержится некоторый газ при температуре  $T=300$  К. На сколько понизится давление  $p$  газа в колбе, если вследствие утечки из колбы выйдет  $N= 1020$  молекул?

#### **Индивидуальное домашнее задание № 7 Статистические распределения**

- На сколько уменьшится атмосферное давление  $p=100$  кПа при подъеме наблюдателя над поверхностью Земли на высоту  $h=100$  м? Считать, что температура  $T$  воздуха равна 290 К и не изменяется с высотой.
- На какой высоте  $h$  над поверхностью Земли атмосферное давление вдвое меньше, чем на ее поверхности? Считать, что температура  $T$  воздуха равна 290 К и не изменяется с высотой.
- Барометр в кабине летящего вертолета показывает давление  $p=90$  кПа. На какой высоте  $h$  летит вертолет, если на взлетной площадке барометр показывал давление  $p_0=100$  Па? Считать, что температура  $T$  воздуха равна 290 К и не изменяется с высотой.
- Определить среднюю арифметическую скорость  $\bar{v}$  молекул газа, если их наиболее вероятная скорость  $v_{\text{макс}}=1$  км/с.
- Найти среднюю квадратичную  $\bar{v}^2$  среднюю арифметическую  $\bar{v}$  и наиболее вероятную  $\bar{v}_{\text{макс}}$  скорости молекул водорода при температуре  $T=400$  К.

#### **Индивидуальное домашнее задание № 8 Законы термодинамики. Тепловые машины.**

- Некоторая масса газа, занимающего объем  $V_1 = 10\text{л}$ , находится под давлением  $p_1 = 1\text{атм}$  при температуре  $T_1 = 270\text{C}$ . Газ нагревают при постоянном объеме на  $200\text{C}$ , а затем при постоянном давлении еще на  $300\text{C}$ . Найти работу, совершенную газом при переходе из начального в конечное состояние.
- В закрытом сосуде объемом  $2,50$  л находится водород при температуре  $17$  °C и давлении  $15,0$  кПа. Водород охлаждают до температуры  $0$  °C. Найти приращение внутренней энергии водорода, приращение энтропии, количество отданного газом тепла.
- Температура горения некоторого химического топлива в воздухе при нормальном давлении  $T_1 = 1500\text{K}$ . Каков максимально возможный КПД тепловой машины, использующей это топливо? Роль холодильника выполняет окружающий воздух с температурой  $T_2 = 300$  К.
- В камере сгорания двигателя, работающего на смеси кислорода с водородом, образуются горячие водяные пары при давлении  $83,2\text{МПа}$ . Масса паров воды  $180\text{г}$ . Объем камеры сгорания  $2\text{л}$ . Определить максимальный КПД такого двигателя, если температура отработанных паров  $T_2 = 1000\text{K}$ .
- 1 л гелия, находящегося при нормальных условиях, изотермически расширяется за счет полученного тепла до объема  $2\text{л}$ . Найти: 1) работу, совершенную газом при расширении, 2) количество сообщенного газу тепла, 3) приращение энтропии.

6. Воздух массой 1кг находится под поршнем в цилиндре. Давление воздуха  $p=0,8$  МПа, а температура  $158$  0С. При изотермическом расширении его давление уменьшилось в два раза. Найти работу, совершенную газом и его конечный объем.

#### **Индивидуальное домашнее задание № 9 Реальные газы**

1. В сосуде вместимостью  $V=10$  л находится азот массой  $m=0,25$  кг. Определить: 1) внутреннее давление  $p'$  газа; 2) собственный объем  $V'$  молекул.
2. Определить давление  $p$ , которое будет производить кислород, содержащий количество вещества  $v=1$  моль, если он занимает объем  $V=0,5$  л при температуре  $T=300$  К. Сравнить полученный результат с давлением, вычисленным по уравнению Менделеева — Клапейрона.
3. В сосуде вместимостью  $V=0,3$  л находится углекислый газ, содержащий количество вещества  $v=1$  моль при температуре  $T=300$  К. Определить давление  $p$  газа: 1) по уравнению Менделеева — Клапейрона; 2) по уравнению Ван-дер-Ваальса.
4. Давление  $p$  кислорода равно 7 МПа, его плотность  $p=100$  кг/м<sup>3</sup>. Найти температуру  $T$  кислорода.
5. Определить внутреннюю энергию  $U$  азота, содержащего количество вещества  $v=1$  моль, при критической температуре  $T_{кр}=126$  К. Вычисления выполнить для четырех значений объемов  $V$ : 1) 20л; 2) 2л; 3) 0,2л; 4)  $V_{кр}$ .

#### **Индивидуальное домашнее задание № 10 Строение жидкостей и твердых тел**

1. Масса  $m$  100 капель спирта, вытекающего из капилляра, равна 0,71 г. Определить поверхностное натяжение  $\sigma$  спирта, если диаметр  $d$  шейки капли в момент отрыва равен 1 мм.
2. Трубка имеет диаметр  $d_1=0,2$  см. На нижнем конце трубки повисла капля воды, имеющая в момент отрыва вид шарика. Найти диаметр  $d_2$  этой капли.
3. Какую работу  $A$  нужно совершить, чтобы, выдувая мыльный пузырь, увеличить его диаметр от  $d_1=1$  см до  $d_2=11$  см? Считать процесс изотермическим.
4. Две капли ртути радиусом  $r=1$  мм каждая слились в одну большую каплю. Какая энергия  $E$  выделится при этом слиянии? Считать процесс изотермическим.
5. Воздушный пузырек диаметром  $d=2$  мкм находится в воде у самой ее поверхности. Определить плотность  $p$  воздуха в пузырьке, если воздух над поверхностью воды находится при нормальных условиях.

### **3.3 Порядок выполнения заданий**

- 1) Прежде чем приступить к выполнению заданий прочтите материал в учебнике, посмотрите лекционные записи, решенные на практических занятиях задачи.
- 2) Прочтите задачу очень внимательно, чтобы убедиться, что физическую ситуацию задачи вы поняли верно. Часто именно в этом первый шаг к успеху.
- 3) Вообразите себе упрощенную модель физической ситуации, чтобы можно было выразить ее математически. Иногда здесь могут помочь график, рисунок.
- 4) Выпишите все величины, как данные, так и те, что следует определить. В некоторых задачах ряд данных можно взять из таблиц, справочников.
- 5) Выберите неизвестную величину и попытайтесь представить, как она связана с приведенными величинами в задаче через физические законы или известные уравнения. Выбор нужного уравнения для определения неизвестной обусловлен пониманием физической ситуации, а не «охотой» среди формул учебника, в тщетной, зачастую, попытке отыскать нужное для данного случая.
- 6) Если затрудняетесь найти первую из неизвестных величин, переходите к другой.
- 7) Сведите все формулы, прежде чем представлять числовые данные, к наиболее простейшему виду.

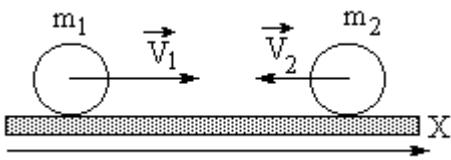
- 8) Когда получите окончательное выражение, проверьте его правильность с помощью размерности.
- 9) Представляя числовые данные, убедитесь в соответствии «СИ».
- 10) В большинстве задач данные проводятся с двумя-тремя значащими цифрами. Ответ так же должен соответствовать этому. Проверьте еще раз задачу, нет ли ошибок в алгебре, арифметике? Прочтите еще раз условие задачи и убедитесь в физической разумности полученного результата (например, скорость автомобиля 10 000 м/с – неразумна).

### 3.4 Пример выполнения задания

**ЗАДАЧА.** Два шара массами  $m_1 = 2,5$  кг и  $m_2 = 1,5$  кг движутся друг другу навстречу со скоростями  $v_1 = 6$  м/с и  $v_2 = 2$  м/с. Найти: 1) скорости шаров после удара, 2) кинетические энергии шаров до и после удара, 3) энергию, затраченную на деформацию шаров при ударе. Удар считать прямым, неупругим, трением пренебречь.

Дано:  
 $m_1 = 2,5$  кг,  $m_2 = 1,5$  кг  
 $v_1 = 6$  м/с,  $v_2 = 2$  м/с  
 $u = ?, W_1 = ?, W_2 = ?,$   
 $W_{\text{деф}} = ?$

РЕШЕНИЕ:



1) Неупругие шары не восстанавливают после удара свою первоначальную форму. Следовательно, не возникают силы, способные оттолкнуть шары друг от друга. Поэтому шары после удара движутся совместно с одинаковой скоростью  $\vec{u}$ . Определим эту скорость по закону сохранения импульса. Ось  $X$  направим по вектору  $v_1$ . В проекциях на ось  $X$  закон сохранения импульса примет вид:

$$m_1 v_1 - m_2 v_2 = (m_1 + m_2) u, \\ u = \frac{m_1 v_1 - m_2 v_2}{m_1 + m_2}.$$

Проверка размерности:

$$[u] = \frac{\frac{M}{C} - \frac{M}{C}}{\frac{M}{C} + \frac{M}{C}} = \frac{M}{C}, \\ u = \frac{2,5 \cdot 6 - 1,5 \cdot 2}{2,5 + 1,5} = 3 \left( \frac{M}{C} \right).$$

2) Кинетическая энергия шаров до и после удара:

$$W_1 = \frac{m_1 v_1^2}{2} + \frac{m_2 v_2^2}{2}, \quad W_2 = \frac{(m_1 + m_2) u^2}{2}.$$

$$[W] = \frac{\frac{M}{C} \cdot \frac{M^2}{C^2}}{C^2} = \frac{M^2}{C^2} = \text{Дж}.$$

$$W_1 = \frac{2,5 \cdot 6^2}{2} + \frac{1,5 \cdot 2^2}{2} = 48(\text{Дж}), \quad W_2 = \frac{(2,5 + 1,5) \cdot 3^2}{2} = 18(\text{Дж}).$$

3) Энергия деформации равна разности энергий шаров до и после удара (по закону сохранения и превращения энергии):

$$W_{\text{деф}} = W_1 - W_2 = 30(\text{Дж}).$$

Ответ:  $u = 3$  м/с,  $W_1 = 48$  Дж,  $W_2 = 18$  Дж,  $W_{\text{деф}} = 30$  Дж.

## **4. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОМУ ИЗУЧЕНИЮ ВОПРОСОВ**

### **4.1 Связь физики с другими науками**

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на определяющую роль физики среди естественных наук.

### **4. 2 Силы трения**

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на различные виды механизма трения.

### **4. 3 Реактивное движение**

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на сущность реактивной тяги. Рассмотреть примеры в технике и природе.

### **4. 4 Гироскопы**

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на устойчивость оси вращения гироскопов.

### **4. 5 Сложение взаимно перпендикулярных колебаний**

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на зависимость траектории от разности фаз складываемых колебаний.

### **4. 6 Применение ультра и инфразвука в технике**

При изучении вопроса рассмотреть все аспекты применения звуковых волн в технике.

### **4. 7 Силы инерции**

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на схожесть сил инерции с гравитационной силой.

### **4. 8 Методы определения вязкости**

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на закон Стокса.

### **4. 9 Парадокс близнецов**

При изучении вопроса необходимо осмыслить относительность течения времени.

### **4. 10 Закон Дальтона.**

При изучении вопроса необходимо осмыслить суть закона.

### **4. 11 Опыт Перрена**

При изучении вопроса необходимо осмыслить применение распределения Больцмана в опыте.

### **4. 12 Методы получения вакуума.**

При изучении вопроса необходимо рассмотреть различные принципы получения разряженных газов.

**4. 13 Тепловые насосы.**

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на тепловые потоки.

**4. 14 Ожижение газов.**

При изучении вопроса необходимо осмыслить физический принцип процесса сжижения газов.

**4. 15 Капиллярные явления в природе**

При изучении вопроса необходимо рассмотреть капиллярное явление как следствие поверхностного натяжения жидкости.

**4. 16 Дефекты в кристаллах.**

При изучении вопроса необходимо обратить внимание на влияние дефектов на прочность кристалла.

**4. 17 Тройная точка.**

При изучении вопроса необходимо физическую суть трехфазного состояния вещества.

## **5. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ЗАНЯТИЯМ**

### **5.1 Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям.**

Практические занятия служат связующим звеном между теорией и практикой. Они помогают углубить и закрепить теоретические знания, полученные на лекциях.

Перед каждым занятием студент должен повторить пройденный материал, используя конспекты лекций, методические указания, рекомендуемую литературу. Желательно дополнительно выписать наиболее важные формулы и выражения, чтобы при необходимости быстро найти их. В результате подготовки к занятию необходимо помнить наизусть те формулы, которые были отмечены лектором. Следует знать значения наиболее важных констант, встречающихся в данном разделе (скорость света и т.п.). Рекомендуется иметь индивидуальный справочник, в который по указанию преподавателя выписываются громоздкие (не требующие прочного запоминания) формулы, некоторые табличные интегралы и формулы связей между единицами измерений.

### **5.2 Методические рекомендации по подготовке к лабораторным работам.**

Инженер пользуется методами физики для решения инженерных задач. Он не должен открывать новые физические явления, но обязан уметь применять физические законы. Поэтому для студентов технических вузов наиболее существенно изучение элементов техники измерений, ознакомление с современными видами приборов, приобретение умения видеть физическую задачу в технической проблеме. Главные задачи лабораторного практикума по общей физике таковы: 1) экспериментальная проверка физических законов; 2) освоение методики измерений и приобретение навыков физического эксперимента; 3) изучение принципов работы физических приборов; 4) приобретения умения обработки результатов эксперимента.

Прежде чем приступить к выполнению эксперимента, студенту необходимо внимательно ознакомиться с методическим описанием лабораторной работы. Методические описания содержат:

- 1) название работы, ее цель;
- 2) перечень приборов и принадлежностей;
- 3) общую часть (справочные сведения о сути изучаемого явления или эффекта);
- 4) методику проведения работы;
- 5) описание измерений;
- 6) обработку результатов измерений;
- 7) контрольные вопросы.

Основная часть времени, выделенная на выполнение лабораторной работы, затрачивается на самостоятельную подготовку. Если студент приступает к работе без чёткого представления о теории изучаемого вопроса, он не может «узнать в лицо» физическое явление, не сумеет отделить изучаемый эффект от случайных помех, а также окажется не в состоянии судить об исправности и неисправности установки. Для облегчения подготовки к сдаче теоретического материала полезно ответить на контрольные вопросы, сформулированные в методическом описании. Для успешного выполнения лабораторной работы студенту необходимо разобраться в устройстве установки или макета. Проверив приборы установки, подготовив их к работе, студент приступает к наблюдению тех эффектов или явлений, которым посвящена данная работа. Опыт экспериментальной работы нельзя приобрести без самостоятельного экспериментирования. Отсчёт измеряемых величин полагается производить с максимальной точностью. Поэтому перед снятием результатов измерений необходимо проверять нулевые показания приборов и установить цены деления на шкалах. Этап обработки результатов измерений не менее важен, чем проведение эксперимента. Многие физические законы, полученные в результате экспериментальных исследований, выражаются в виде математических формул, связывающих числовые значения физических характеристик. Поэтому обязательно следите за тем, чтобы, при выполнении тех или иные измерения, были разумно согласованы друг с другом точность определения различных величин. Если в лабораторной работе исследуется зависимость одной величины от другой, эту зависимость следует представить графически. Число точек на различных участках кривой и масштабы выбираются с таким расчетом, чтобы наглядно были видны места изгибов, экстремумов и скачков. Кроме системы координат с равномерным масштабом применяют полулогарифмические и логарифмические шкалы. Вычисление искомой величины содержит и расчет погрешностей измерения. Выполнение каждой из запланированных работ заканчивается предоставлением отчета. Требования к форме и содержанию отчета приведены в каждой из лабораторий.