**Кафедра физики**

**КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ**

**ПО ФИЗИКЕ**

ДЛЯ СТУДЕНТОВ ЗАОЧНИКОВ

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ

**Часть I**

**Механика, колебания,**

**теория относительности,**

**молекулярная физика**

**и термодинамика**

**В В Е Д Е Н И Е**

Целью настоящего учебного издания является оказание помощи студентам заочникам инженерно-технических специальностей высших учебных заведений в изучении физики.

Настоящее учебное издание является первой частью, состоящего из четырёх частей, учебного издания, охватывающего весь курс физики. Для удобства обучающихся каждая из частей издаётся отдельным изданием.

Каждая часть содержит две таблицы с номерами задач. Задачи располагаются сразу после таблиц. Номера задач, которые должен решить студент, расположены в строке, соответствующей последней цифре номера его зачётной книжки. Числа, соответствующие последней цифре номера зачётной книжки, расположены в крайнем левом столбце каждой из таблиц.

Столбцы таблицы нумерованы и соответствуют определённой теме курса физики. Название темы и номер её столбца совпадает с номером и названием подпункта **Содержания**.

**С О Д Е Р Ж А Н И Е**

**I. Контрольная работа № 1.** ***Механика, колебания, специальная теория* *относительности***  4

1.1. Кинематика. (№№ 101 – 110)

1.2. Динамика поступательного движения. (№№ 111 – 120)

1.3. Динамика вращательного движения. (№№ 121 – 130)

1.4. Работа. (№№ 131 – 140)

1.5. Сохранение импульса. Соударения. (№№ 141 – 150)

1.6. Динамика вращательного движения. (№№ 151 – 160)

1.7. Колебания. (№№ 161 – 170)

1.8. Специальная теория относительности. (№№ 171 – 180)

**II. Контрольная работа № 2.** ***Молекулярная физика и термодинамика*.**15

2.1. Количество вещества. (№№ 201 – 210)

2.2. Уравнение Менделеева-Клайперона. (№№ 211 – 220)

2.3. Кинетические характеристики газов. (№№ 221 – 230)

2.4. Процессы. (№№ 231 – 240)

2.5. Длина пробега. (№№ 241 – 250)

2.6. Первое начало термодинамики. (№№ 251 – 260)

2.7. Второе начало термодинамики. (№№ 261 – 270)

**III. Справочные материалы.** 22

3.1 Основные законы и формулы

3.2 Физические величины и их единицы в системе СИ

3.3 Таблицы констант

**IV. Литература.**

**Контрольная работа № 1**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Таблица № 1: номера задач по темам** | | | | | | | | |
| Последняя цифра зачетной книжки | **Номера тем** | | | | | | | |
| 1.1 | 1.2 | 1.3 | 1.4 | 1.5 | 1.6 | 1.7 | 1.8 |
| **Номера задач** | | | | | | | |
| 1 | 101 | 111 | 121 | 131 | 141 | 151 | 161 | 171 |
| 2 | 102 | 112 | 122 | 132 | 142 | 152 | 162 | 172 |
| 3 | 103 | 113 | 123 | 133 | 143 | 153 | 163 | 173 |
| 4 | 104 | 114 | 124 | 134 | 144 | 154 | 164 | 174 |
| 5 | 105 | 115 | 125 | 135 | 145 | 155 | 165 | 175 |
| 6 | 106 | 116 | 126 | 136 | 146 | 156 | 166 | 176 |
| 7 | 107 | 117 | 127 | 137 | 147 | 157 | 167 | 177 |
| 8 | 108 | 118 | 128 | 138 | 148 | 158 | 168 | 178 |
| 9 | 109 | 119 | 129 | 139 | 149 | 159 | 169 | 179 |
| 10 | 110 | 120 | 130 | 140 | 150 | 160 | 170 | 180 |

***101.*** Движение двух материальных точек описывается уравнениями (в единицах СИ). x1 = 20 + 4t – 4t2 и x2 = 10 + 2t + t2..В какой момент времени скорости этих точек будут одинаковыми? Определить скорости и ускорения движения точек в этот момент времени.

***102.*** Материальная точка движется прямолинейно с начальной скоростью v0 = 10 м/с2 и постоянным ускорением a = -5 м/с2. определить во сколько раз путь, пройденный точкой, будет превышать модуль её перемещения спустя 3 секунды после начала отсчёта времени.

***103.*** Две материальные точки движутся по одной прямой, совпадающей с осью ОХ декартовой системы координат. В начальный момент времени первая точка имела координату X01 = 4 м, вторая X02 = 8 м. Скорости точек изменяются по законам V1 = bt + ct2 и V2 = - bt + ct2, где b = 1 м/с2, с = 2 м/с2 . Определить, через сколько времени от начала движения точки встретятся.

***104.*** Радиус-вектор движущейся материальной точки изменяется со временем по закону , где А = 3 м/с, B = 5 м/с2 . Определить скорость и ускорение точки через 0.2 с с момента начала движения.

***105.*** Аэростат поднимается с земли вертикально вверх с ускорением а = 2 м/с2. Через 5 секунд от начала его движения из него выпал предмет. Через какой промежуток времени предмет упадёт на землю?

***106.*** По наклонной доске пустили катиться снизу вверх шарик. На расстоянии L = 30 см от начала пути шарик побывал дважды: через t1 = 1 c и t2 = 2 c после начала движения. Определить начальную скорость и ускорение движения шарика, считая его постоянным.

***107.*** Тело вращается вокруг неподвижной оси по закону φ = 10 - 2t2 + t3 рад. В какой момент времени угловая скорость будет равна 4 c-1. Определить угловое ускорение в этот момент времени.

***108.*** Колесо вращается вокруг неподвижной оси с угловым ускорением ε = Аt2 + В, где А = 12 рад/с4, В = 4 рад/с2. . На какой угол повернётся колесо через 2 с, если в начальный момент времени угловая скорость ω0 = 0 и угол поворота φ0 = 0

***109.*** Тело брошено под углом 30º к горизонту со скоростью v0=30 м/с. Каковы будут нормальное an и тангенциальное aτ ускорения тела через время t=1 c после начала движения. Сопротивление воздуха не учитывать.

***110.*** С вышки брошен камень в горизонтальном направлении со скоростью v0=10 м/с. Определить скорость, тангенциальное и нормальное ускорения движения через 2 с после его начала. Сопротивление воздуха не учитывать.

***111.*** По полу лифта, который начинается двигаться вверх с ускорением a=2.5 м/с2, равномерно перемещают брусок прикладывая силу F=10 Н, направленную вверх под углом α=30º к полу. Коэффициент трения бруска о пол μ=0.1. Определить массу бруска.

***112.*** За какое время тело соскользнет с наклонной плоскости высотой h=9.8 м и с углом наклона β=60º, если по наклонной плоскости с углом наклона α=30º оно движется вниз равномерно?

***113.*** Ледяная горка составляет с горизонтом укол α=10º. По ней пускают вверх камень, который поднявшись на некоторую высоту, соскальзывает по тому же пути вниз. Каков коэффициент трения, если время спуска в n=2 раза больше времени подъема?

***114.*** Два тела массами 1 кг и 2 кг соединены пружиной, жесткость которой k=300 Н/м, лежат на горизонтальной плоскости. Ко второму телу приложили силу 10 Н под углом 30º к горизонту. Трение между первым телом и плоскостью отсутствует, а коэффициент трения между вторым телом и плоскостью равен 0.5. Определить ускорение системы и удлинение пружины в установившемся движении. Массой пружины пренебречь.

***115.*** При сгорании пороха на пулю в стволе винтовки начинает действовать сила изменяющаяся со временем по закону F=αt, где α=10 МН/с. Приняв, что сила трения остается постоянной и равной 100 Н, определить скорость пули через 1 мс после начала действия силы. Масса пули 10 г.

***116.*** Моторная лодка массой 400 кг начинает двигаться по озеру. Сила тяги мотора равна 0.2 кН. Считая силу сопротивления пропорциональной скорости, определить скорость лодки через 20 секунд после начала её движения. Коэффициент сопротивления 20 кг/с.

***117.*** Катер массой 2 т трогается с места и в течение 10 с развивает при движении по спокойной воде скорость 4 м/с. Определить силу тяги мотора, считая её постоянной. Силу сопротивления движению считать пропорциональной скорости. Коэффициент сопротивления 100 кг/с.

***118.*** Груз массой 0.2 кг, привязанный к нити длиной 0.4 м , вращают в горизонтальной плоскости с постоянной скоростью так, что нить описывает коническую поверхность. При этом угол отклонения нити от вертикали 36º. Определить угловую скорость вращения груза и силу натяжения нити.

***119.*** Определить радиус круговой орбиты искусственного спутника Земли, период обращения которого равен одним суткам. Радиус Земли принять 6400 км.

***120.*** Спутник обращается вокруг Земли по круговой орбите на высоте h=520 км. Определить период обращения спутника. Ускорение свободного падения у поверхности Земли принять равным 10 м/с2, её радиус 6400 км. Какой продолжительности должны быть сутки на Земле, чтобы тела на экваторе были невесомыми?

141***121.*** На сплошной цилиндр массой m=8 кг намотана тонкая нить, свободный конец которой прикреплен к потолку. Найти расстояние на которое опустится цилиндр под действием силы тяжести за первые 2 секунды своего движения и силу натяжения нити. Трением пренебречь.

***122.*** По касательной к шкиву маховика в виде сплошного диска диаметром D=80 см и массой m=15 кг приложена сила F=1 кН. Определить угловое ускорение ε и частоту вращения n маховика через время t=10 с после начала действия силы, если радиус r шкива равен 12 см. Учесть, что при вращении на маховик действует постоянный момент сил трения Mтр=25.8 Н·м.

***123.*** На обод маховика диаметром 60 см намотан шнур, к концу которого привязали груз массой 2 кг. Определить момент инерции маховика и его массу, если он вращаясь равноускоренно под действием сил тяжести груза за время t=3 c. приобрел угловую скорость 9 рад/с.

124***124.*** Найти угловое ускорение ступенчатого блока с радиусами R=30 см и r=20 см и моментом инерции 1 кг·м2, если массы грузов привязанных к нитям m1=1.5 кг, m2=1 кг. Рассчитать силы натяжения нитей. Трением и массой нитей пренебречь.

***125.*** Однородный стержень длиной 60 см и массой m=0.5 кг вращается вокруг оси, проходящей через его середину согласно уравнению φ = At + Bt3, где A=2 рад/с, B=0.2 рад/с3. Определить вращающий момент сил действующих на стержень через время t=2 с после начала вращения. Трением пренебречь.

***126126.*** На пустотелый цилиндр с тонкими стенками намотаны две нити, свободные концы которых прикреплены к потолку. Под действием силы тяжести цилиндр опускается и нити раскручиваются. Найти его массу и ускорение, с которым он пускается, если сила натяжения каждой нити T=100 Н. Трением пренебречь.

***127127.*** Момент инерции ступенчатого блока 1 кгм2, радиусы R=2 м и R=1 м. Массы грузов m1=10 кг, m2=2 кг. Коэффициент трения груза m2 о горизонтальную плоскость 0.1. Найти ускорения грузов.

***128128.*** Найти массу диска, если груз массой m1=1 кг поднимается с ускорением a=0.4 м/с2. Груз массой m2 скользит по наклонной плоскости с углом наклона α=60º. Коэффициент трения 0.1.

***129***.129 Найти угловое ускорение диска массой m=1 кг и радиусом R=0.3 м на который намотан шнур с привязанными грузами m1=0.5 кг и m2=2 кг. Рассчитать натяжение шнура между грузами.

***130.130*** Грузы массой m1=2 кг и m2=1 кг связаны невесомой нитью, перекинутой через блок, масса которого равномерно распределена по ободу. Масса блока m=1 кг. В начальный момент грузы удерживают на одинаковой высоте. Найти расстояние между грузами по вертикали через 2 секунды после начала движения.

Диск диаметром d=1.6 м и массой m=500 кг вращается с частой n0=3000 об/мин. К его цилиндрической поверхности прижимается тормозная колодка с силой F=200 Н. Коэффициент трения колодки о диск 0.4. Сколько времени он вращается и сколько оборотов он сделает до остановки? Найти также тормозной момент.

***131.*** Найти работу подъема груза по наклонной плоскости длиной 2 м, если масса груза равна 100 кг, угол наклона 30º, коэффициент трения 0.1 и груз движется с ускорением 1 м/с2.

***132.*** Пружина жесткостью 500 Н/м сжата силой 100 Н. Определить работу внешней силы, дополнительно сжимающей пружину еще на 2 см.

***133.*** Из пружинного пистолета с пружиной жесткостью 150 Н/м был произведен выстрел пулей массой 8 г. Определить скорость пули при вылете из пистолета, если пружина была сжата на 4 см.

***134.*** Из шахты глубиной 600 м поднимают клеть массой 3 т на канате, каждый метр которого имеет массу 1.5 кг. Какая работа совершается при поднятии клети на поверхность Земли? Каков коэффициент полезного действия подъемного устройства?

***135.*** Какая работа будет совершена силами гравитационного поля при падении на Землю тела массой 2 кг: 1) с высоты 1000 км; 2) из бесконечности?

***136.*** Определить вторую космическую скорость ракеты, запущенной с поверхности Земли.

*Примечание.* Второй космической (или параболической) скоростью называется минимальная скорость, которую нужно сообщить телу, чтобы оно удалилось с поверхности Земли в бесконечность (при этом сопротивление воздуха в расчет не принимается и предполагается, что на тело действует только поле тяготения Земли).

***137.*** Однородная цепочка длиной 2 м лежит на столе. Часть это цепочки спускается со стола так, что она начинает скользить вниз. Масса цепочки 500 г. Коэффициент трения между цепочкой и столом 0.1. Какая работа против силы трения совершается при соскальзывании всей цепочки?

***138.*** Определить линейную скорость центра шара, скатившегося без скольжения с наклонной плоскости высотой 1 м.

***139.*** Сколько времени будет скатываться без скольжения обруч с наклонной плоскости длиной 2 м и высотой 10 см?

***140.*** Диск и шар скатываются без скольжения с одинаковой высоты. Определить отношение линейных скоростей диска и шара в конце наклонной плоскости.

***141.*** На полу стоит тележка в виде длинной доски, снабженной легкими колесами. На одном конце доски стоит человек. Масса его m1=60 кг, масса доски m2=20 кг. С какой скоростью (относительно пола) будет двигаться тележка, если человек пойдет вдоль неё со скоростью (относительно доски) v=1 м/с. Массой колес и трением пренебречь.

***142.*** Насколько переместится относительно берега лодка длиной L=3.5 м и массой m1=200 кг, если стоящий на корме человек массой m2=80 кг переместится на нос лодки? Считать лодку расположенной перпендикулярно берегу.

***143.*** Шар массой m1=4 кг движется со скоростью v1=5 м/с и сталкивается с шаром массой m2=6 кг, который движется ему навстречу со скоростью v2=2 м/с. Определить скорости u1 и u2 шаров после удара. Удар считать абсолютно неупругим, прямым, центральным.

***144144.*** В незакрепленный покоящийся клин массой m1=1 кг попадает горизонтально летящий стальной шарик массой m2=0.1 кг и после абсолютно упругого удара о поверхность клина отскакивает вертикально вверх. На какую высоту поднимется шарик, если скорость клина после удара оказалась равной 1 м/с? Трением пренебречь.

***145.*** Из орудия, не имеющего противооткатного устройства, производилась стрельба в горизонтальном направлении. Когда орудие было неподвижно закреплено, снаряд вылетел со скоростью v1=600 м/с, а когда орудию дали возможность свободно откатываться назад, снаряд вылетел со скоростью v2=580 м/с. С какой скоростью. откатилось при этом орудие?

***146.*** Два груза массами m1=10 кг и m2=15 кг подвешены на нитях длиной L=2 м так, что грузы соприкасаются. Меньший груз отклонили на угол α=60º и отпустили. На какую высоту поднимутся оба груза после неупругого удара? Какое количество теплоты выделится при соударении?

***147.*** По небольшому куску мягкого железа, лежащему на наковальне массой m1=300 кг, ударяет молот массой m2=8 кг. Определить КПД η удара, если удар неупругий. Полезной считать энергию затраченную на деформацию куска железа.

***148.*** Определить КПД η неупругого удара бойка массой m1=0.5 т, падающего на сваю массой m2=120 кг. Полезной считать энергию затраченную на вбивание сваи.

***149.*** Из ствола автоматического пистолета вылетает пуля массой m1=10 г со скоростью v=300 м/с. Затвор пистолета массой m2=200 г прижимается к стволу пружиной, жесткость которой k=25 кН/м. На какое расстояние отойдет затвор после выстрела? Считать, что пистолет жестко закреплен.

***150150.*** На гладкой горизонтальной поверхности находится деревянный ящик с песком массой M=50 кг. В него попадает пуля массой m=10 г, летящая со скоростью v0=800 м/с. Найдите максимальную деформацию пружины, удерживающей ящик, если её жесткость k=1 кН/м. Трением пренебречь.

***151.*** Платформа в виде горизонтально расположенного диска может вращаться вокруг вертикальной оси, проходящей через центр платформы. На платформе находится человек, которого в условиях задачи можно рассматривать как материальную точку. Расходом энергии на преодоление сил трения пренебречь.

***152.*** Начало условия см. в задаче 151. Человек массой 60 кг стоит на краю платформы массой 100 кг, делающей 5 об/мин. Сколько оборотов в минуту будет делать платформа, если человек перейдет в центр платформы?

***153.*** Начало условия см. в задаче 151. Человек массой 60 кг стоит на краю платформы массой 100 кг. Человек обходит платформу вдоль её края и останавливается в той точке платформы, из которой начал обход. На какой угол (в градусах) повернулась платформа?

***154***. Начало условия см. в задаче 151. Человек массой 70 кг стоит на краю неподвижной платформы массой 180 кг. С какой угловой скоростью будет вращаться эта платформа, если человек пойдет по её краю со скоростью 1.8 м/с относительно платформы?

***155.*** Начало условия см. в задаче 151. Человек массой 75 кг стоит на краю платформы делающей 3 об/мин. С какой скоростью должен идти человек вдоль края платформы, чтобы его скорость относительно Земли стала равной нулю. Масса платформы 120 кг, а её радиус 1.6 м.

***156.*** На краю неподвижной скамьи Жуковского диаметром 0.8 м и массой 6 кг стоит человек массой 60 кг. С какой угловой скоростью начнет вращаться скамья, если человек поймает летящий на него мяч массой 0.5 кг? Траектория мяча горизонтальна и проходит на расстоянии 0.4 м от оси скамьи. Скорость мяча 5 м/с. Определить работу, которую совершает человек, чтобы удержать его.

***157.*** Однородный стержень длиной 1 м может свободно вращаться вокруг горизонтальной оси, проходящей через один из его концов. В другой конец абсолютно неупруго ударяет пуля массой 7 г, летящая перпендикулярно стержню со скоростью 360 м/с. Определить массу стержня, если в результате попадания пули он отклонился на угол 60º.

***158.*** Однородный стержень длиной 1 м и массой 0.7 кг подвешен на горизонтальной оси, проходящей через верхний конец стержня. В точку, отстоящую от оси на 2/3 длины, абсолютно упруго ударяет пуля массой 5 г летящая перпендикулярно стержню и его оси. После удара стержень отклонился на угол 60º. Определить скорость пули.

***159.*** На скамье Жуковского сидит человек и держит на вытянутых руках гири массой 5 кг. каждая. Расстояние от каждой гири до оси скамьи 70 см. Скамья вращается с частотой 1c-1.

Определить частоту вращения скамьи, если человек сожмет руки так, что расстояние от каждой гири до оси скамьи станет равным 20 см. Момент инерции человека и скамьи относительно оси 2.5 кг·м2.

***160.*** На скамье Жуковского стоит человек и держит в руках стержень вертикально по оси скамьи. Скамья с человеком вращается с угловой скоростью 4 рад/сек. С какой угловой скоростью будет вращаться скамья с человеком, если повернуть стержень так, чтобы он занял горизонтальное положение. Суммарный момент инерции человека и скамьи 5 кг·м2. Длина стержня 1.8 м, его масса 6 кг. Считать, что центр масс стержня с человеком находится на оси платформы.

***161.*** Точка совершает простые гармонические колебания, уравнение которых *х=*A sin ωt, где A=5 см, ω=2 с-1. В момент времени, когда точка обладала потенциальной энергией П=0.1 Дж, на неё действовала возвращающая сила F=5 мН. Найти этот момент времени t.

***162.*** Материальная точка массой 2 г совершает гармонические колебания. В некоторый момент смещение точки x=5 см, её скорость v=20 см/с а ускорение a=80 см/с2. Определить круговую частоту, период, амплитуду, фазу колебания в данный момент времени, а также полную энергию колеблющейся точки.

***163.*** Амплитуда колебаний маятника длиной 1 м за 10 минут уменьшилась в два раза. Определить логарифмический декремент затухания колебаний.

***164.*** Амплитуда колебаний маятника длиной 10 м за 10 минут уменьшилась в два раза. Определить логарифмический декремент затухания колебаний.

***165.*** К спиральной пружине подвесили грузик, масса которого много больше массы пружины. При этом пружина растянулась на 9 см. Каков будет период колебаний грузика если его немного оттянуть вниз и затем отпустить?

***166.*** Однородный тонкий обруч радиусом 0.5 м совершает свободные гармонические колебания вокруг горизонтальной оси перпендикулярной плоскости обруча и проходящей через его край. Определить период колебаний обруча.

***167.*** математический маятник длиной 40 см и физический маятник в виде тонкого прямого стержня длиной 60 см синхронно колеблются около одной и той же горизонтальной оси. Определить расстояние от центра масс стержня до оси колебаний.

***168.*** Точка участвует в двух одинаково направленных колебаниях: *х1=*A1 sin ωt и *х2=*A2 sin ωt, где A1=1 см; A2=2 см; ω=1 см-1. Определить амплитуду результирующего колебания, его частоту и начальную фазу. Найти уравнение этого движения.

***169.*** Точка участвует в двух одинаково направленных колебаниях с одинаковыми периодами равными 1.5 с и амплитудами равными 2 см. Начальные фазы колебаний π/2 и π/3. Определить амплитуду и начальную фазу результирующего колебания. Найти его уравнение и построить векторную диаграмму сложения амплитуд для t=0.

***170.*** Точка участвует одновременно в двух взаимно перпендикулярных колебаниях: *х=*A1 sin ω1t и *y=*A2 sin ω2t, где A1=8 см; A2=4 см; ω1=ω2=2 см-1. Написать уравнение траектории и построить её. Показать направление движения точки.

***171.*** При какой скорости релятивистская масса частицы в три раза больше массы покоя этой частицы?

***172.*** Найти скорость протона, если его полная энергия в два раза больше энергии покоя.

***173.*** Какую часть скорости света должна составлять скорость частицы, чтобы её кинетическая энергия была равна её энергии покоя?

***174.*** Определить скорость электрона если его кинетическая энергия равная: 1) 4 МэВ; 2) 1  КэВ.

***175.*** Протону с энергией покоя 938 МэВ сообщена кинетическая энергия 47 МэВ. На сколько процентов возросла его релятивистская масса?

***176.*** Определить релятивистский импульс и кинетическую энергию электрона, движущегося со скоростью, равной 0.85 скорости света.

***177.*** Найти скорость, при которой кинетическая энергия любой частицы вещества равна энергии покоя.

***178.*** Кинетическая энергия релятивистской частицы равна её энергия покоя. Во сколько раз возрастет импульс частицы, если её кинетическая энергия увеличится в четыре раза?

***179.*** Определить импульс протона, если его кинетическая энергия равна энергии покоя.

***180.*** Релятивистский протон обладал кинетической энергией, равной энергии покоя. Определить во сколько раз возрастет его кинетическая энергия, если его импульс увеличится в два раза.

**Контрольная работа №2**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Таблица № 2: номера задач по темам** | | | | | | | |
| **Последняя цифра зачетной книжки** | **Номера тем** | | | | | | |
| 2.1 | 2.2 | 2.3 | 2.4 | 2.5 | 2.6 | 2.7 |
| **Номера задач** | | | | | | |
| 1 | 201 | 211 | 221 | 231 | 241 | 251 | 261 |
| 2 | 202 | 212 | 222 | 232 | 242 | 252 | 262 |
| 3 | 203 | 213 | 223 | 233 | 243 | 253 | 263 |
| 4 | 204 | 214 | 224 | 234 | 244 | 254 | 264 |
| 5 | 205 | 215 | 225 | 235 | 245 | 255 | 265 |
| 6 | 206 | 216 | 226 | 236 | 246 | 256 | 266 |
| 7 | 207 | 217 | 227 | 237 | 247 | 257 | 267 |
| 8 | 208 | 218 | 228 | 238 | 248 | 258 | 268 |
| 9 | 209 | 219 | 229 | 239 | 249 | 259 | 269 |
| 10 | 210 | 220 | 230 | 240 | 250 | 260 | 270 |

***201.*** Определить количество вещества и число атомов азота массой 0.2 кг

***202.*** Сколько молекул содержится в 1 см3 воды при температуре 4.ОС? Какова масса молекулы воды?

***203.*** В баллоне вместимостью 3л содержится кислород массой 10 г. Определить концентрацию молекул газа.

***204.*** Определить количество вещества водорода, заполняющего сосуд объемом 3л, если концентрация молекул газа в сосуде 2∙1018 м3

***205.*** На изделие, поверхность которого 20 см2, нанесен слой серебра толщиной 1 мкм. Сколько атомов серебра содержится в покрытии?

***206.*** Находившаяся в стане вода массой 200г полностью испарилась за 20 суток. Сколько в среднем молекул воды вылетает с её поверхности за одну секунду?

***207.*** В озеро средней глубины 10м и площадью 10 км2 бросили кристаллик поваренной соли NaCl массой 0.01г. Сколько ионов хлора оказалось бы в наперстке воды объемом 2см2, зачерпнутом из этого озера, если считать что соль, растворившись, равномерно распределится в озере?

***208.*** Сколько атомов водорода содержится в метане CH4 массой 0.1 кг?

***209.*** Капля воды испарилась за 1 час. Сколько в среднем молекул воды испарялось за 1 секунду, если первоначальная масса была равна 0.2 г ?

***210.*** Зная, что диаметр молекулы кислорода равен 0.31 нм, подсчитать длину цепочки, которую можно построить из 1 мг молекул кислорода, если эти молекулы расположить вплотную в один ряд.

***211.*** В баллоне находится смесь газов - азота и гелия. Масса азота в 2 раза больше массы гелия. Парциальное давление гелия 5∙104 Па. Каково давление смеси газов на стенки сосуда?

***212.*** Баллон вместимостью 20 л заполнен азотом при температуре 400 К. Когда часть газа израсходовалась, давление в баллоне понизилось на 200 кПа. Определить массу израсходованного газа. Процесс считать изотермическим.

***213.*** В баллоне вместимостью 15 л находится аргон подавлением 600 кПа и при температуре 300 К. Когда из баллона было взято некоторое количество газа, давление понизилось до 400 кПа, а температура установилась 260 К. Определить массу аргона взятого из баллона.

***214.*** В сосуде под поршнем массой 1 кг и площадью 10 см2 находится 1 г неона. На сколько поднимется поршень при нагревании газа на 10 0С ? Атмосферное давление 105 Па.

***215.*** В цилиндре, площадь основания которого равна 100 см2, находится воздух при температуре 120С. Атмосферное давление 101 кПа. На высоте 60 см от основания цилиндра расположен поршень. На сколько сантиметров опустится поршень, если на него поставить гирю массой 100, а воздух в цилиндре при этом нагреть до 270С. Трение поршня о стенки цилиндра и массу самого поршня не учитывать.

***216.*** Пустой футбольный мяч накачивают поршневым насосом до давления P=2 атм. Сколько взмахов следует сделать поршнем если при первом и каждом последующем взмахе насос засасывает V1=200 см3 воздуха? Объем мяча V=3 л. Атмосферное давление Pатм=1 атм, T=const.

***217.*** До какого давления накачан футбольный мяч ёмкостью V=3 л, если при этом сделано 40 качаний поршневым насосом? Объём камеры насоса 150 см3. Мяч вначале был пустой. Атмосферное давление P0=100 кПа, температуру воздуха считать постоянной.

***218.*** Три баллона соединены трубкам с кранами. В первом баллоне объемом 5 л находится газ под давлением 1.5∙105 Па, во втором объёмом 10 л находится газ под давлением 3∙105 Па, третий баллон объемом 15 л – пустой. Определить какое установится давление после открытия кранов.

***219.*** Какой объем занимает смесь 1 кг кислорода и 2 кг гелия при нормальных условиях? Какова молярная масса смеси?

***220.*** Два сосуда, содержащие одинаковую массу одного и того же газа, соединены трубкой с краном. В первом сосуде давление 105 Па, во втором 3∙105 Па. Температура одинаковая. Какое давление установится после открытия крана.

***221.*** Чему равны средние кинетические энергии поступательного и вращательного движения молекул, содержащихся в 2 кг водорода при температуре 400 К?

***222.*** Определить среднее значение полной кинетической энергии молекул двухатомного газа, заключенного в сосуде объёмом 2 л подавлением 1.5∙105Па. Какая часть этой энергии приходится на долю поступательного движения молекул и какая часть – на долю вращательного?

***223.*** Определить среднюю кинетическую энергию поступательного движения и среднее значение полной кинетической энергии молекулы водяного пара при температуре 600 К.

***224.*** Определить среднее значение полной кинетической энергии одно молекулы гелия, кислорода и водяного пара при температуре 400 К

***225.*** Взвешенные в азоте мельчайшие пылинки движутся так, как если бы они были очень крупными молекулами. Масса каждой пылинки 6∙10-10 г, температура газа 400 К. Определить средние квадратичные скорости, а также средние кинетические энергии поступательного движения молекул азота и пылинки.

***226.*** Молярная внутренняя энергия кислорода равна 6.02 кДж/моль. Определить среднюю кинетическую энергию поступательного движения одной молекулы.

***227.*** Водород находится при температуре 300 К. Определить среднюю кинетическую энергию вращательного движения одной молекулы, а также внутреннюю энергию 0.5 моля водорода.

***228.*** При какой температуре молекулы кислорода имеют такую же среднюю квадратичную скорость как и молекулы водорода при температуре 100 К?

***229.*** Средняя квадратичная скорость молекулы некоторого газа при нормальных условиях равна 460 м/с. Какое количество молекул содержится в 1 г. Этого газа? Какова средняя кинетическая энергия этих молекул.

***230.*** Средняя энергия молекулы одноатомного газа равна 6∙10-21 Дж. Определить число молекул газа в единице объёма при давлении 0.2 МПа.

***231.*** Определить показатель адиабаты идеального газа, который при температуре 350 К и давлении 0.4 МПа занимает объём 300 л и имеет теплоёмкость 857 Дж/К.

***232.*** При адиабатном сжатии газа его объём уменьшается в 10 раз, а давление увеличивается в 21.4 раза. Определить отношение Cp/Cv теплоёмкостей газа и число степеней свободы его молекул.

***233.*** Найти показатель адиабаты для смеси газов, содержащей гелий массой 10 г и водород массой 4 г.

***234.*** Газ массой 2 кг при температуре 410 К занимает объём 0.1 м3 Определить давление газа, если его удельная теплоёмкость при постоянном давлении 519 Дж/кг∙К, постоянная адиабаты γ=1.67.

***235.*** Трехатомный газ подавлением 240 кПа и температуре 20 0С занимает объём 10 л. Определить теплоёмкость этого газа при постоянном давлении.

***236.*** При адиабатном расширении кислорода массой 67.2 г его объём увеличился в 10 раз. Во сколько раз уменьшилась его температура. Определить теплоёмкость кислорода при постоянном давлении и постоянном объёме.

***237.*** Воздух, занимавший объем 10 л под давлением 100 кПа, был адиабатно сжат до объёма 1 л. Под каким давлением находится воздух после сжатия?

***238.*** Определить показатель адиабаты для смеси газов, содержащей кислород и аргон, если количества вещества того и другого газа в смеси одинаковы и раны ν.

***239.*** Одноатомный газ при нормальных условиях занимает объём 5 л. Вычислить теплоёмкость при постоянном объёме.

***240.*** Определить молярную массу двух атомного газа и его удельную теплоёмкость при постоянном объёме и постоянном давлении если известно, что разность Cp-Cv удельных теплоёмкостей этого газа равна 260 Дж/кг∙К.

***241***. Определить среднюю арифметическую, среднюю квадратичную и наиболее вероятную скорости молекул газа, плотность которого равна 0.3 кг/м3 при давлении 40 кПа.

***242.*** Определить массу газа, находящегося в баллоне объёмом 8 л при давлении 5∙105 Па, если средняя арифметическая скорость его молекул 400 м/с.

***243.*** Средняя длина свободного пробега молекул кислорода при давлении 1.01∙105 Па равна 67.2 нм. Вычислить среднюю арифметическую скорость молекул и среднее число соударений в секунду для одной молекулы этого газа.

***244.*** При каком давлении средняя длина свободного пробега молекул водорода равна 2.5 см при температуре 68 0С? (Диаметр молекулы водорода принять равным

2.3∙10-10 м).

***245.*** Определить среднюю длину свободного пробега молекул и число соударений за одну секунду молекулы гелия если газ находится под давлением 2 кПа при температуре 200 К.

***246.*** Определить среднюю длину свободного пробега молекул и число соударений за одну секунду, происходящих между всеми молекулами азота, в сосуде ёмкостью 4 л., содержащемся при нормальных условиях, диаметр молекул 3.1∙10-10 м.

***247.*** Определить плотность разряженного азота, если средняя длина свободного пробега молекул 10 см, диаметр одной молекулы 0.31 нм. Какова концентрация молекул?

***248.*** В сферической колбе объемом 3 л, содержащей азот, создан вакуум с давлением 80 мкПа. Температура газа 250 К. Можно ли считать вакуум в колбе высоким? (Вакуум считается высоким, если длина свободного пробега молекул много больше линейного размера сосуда).

***249.*** Определить среднюю длину свободного пробега молекул кислорода, находящегося в сосуде ёмкостью 2 л. При температуре 27 0С и давлением 100 кПа. Рассчитать число соударений, происходящих между всеми молекулами в этом сосуде за 1 с. (Эффективный диаметр молекулы кислорода равен 2.9∙10-10 м).

***250.*** Определить среднюю квадратичную и наиболее вероятную скорости молекул водорода в сосуде, если средняя арифметическая скорость равна 1854 м/с.

***251.*** Кислород массой 160 г нагревают при постоянном давлении от 320 К до 340 К. Определить количество теплоты, полученное газом, изменение внутренней энергии и работу расширения газа.

***252.*** Кислород массой 400 г был нагрет на 50 К при постоянном давлении. Определить изменение внутренней энергии газа, количество теплоты, полученное газом, совершенную им работу.

***253.*** Определить работу которую совершит азот, если ему при постоянном давлении сообщить количество теплоты 21 кДж. Определить также изменение его внутренней энергии.

***254.*** Какая доля количества теплоты, подводимой к идеальному газу при изобарном процессе, расходуется на увеличение внутренней энергии газа и какая доля – на работу расширения? Рассмотреть три случая, если газ: 1) одноатомный, 2) двухатомный, 3) трёхтомный.

***255.*** Азот массой 12 г находится в закрытом сосуде объёмом 2 л. При температуре 10 0С. После нагревания давление в сосуде стало 13.3∙105 Па. Какое количество теплоты было сообщено газу при нагревании?

***256.*** Водород при нормальных условиях имел объём 100 м3. Определить изменение внутренней энергии газа при его адиабатном расширении до объёма 150 м3.

***257.*** При адиабатном расширении кислорода с начальной температурой 320 К его внутренняя энергия уменьшилась на 8.4 кДж, а объём увеличился в 10 раз. Определить массу кислорода.

***258.*** Водород объёмом 1 м3, находившийся при нормальных условиях нагревали сначала изохорно, так что его давление увеличивалось в 5 раз, а затем изобарно до объёма в 3 раза больше первоначального. Определить изменение внутренней энергии газа, работу совершенную им, и полученное количество теплоты.

***259.*** В цилиндре под давлением находится водород массой 0.02 кг при температуре 300 К. Водород сначала расширялся адиабатно, увеличив свой объём в пять раз, а затем был сжат изотермически, причем объём газа уменьшился в пять раз. Найти температуру в конце адиабатного расширения и полную работу совершенную газом.

***260.*** Кислород массой 2 кг занимает объём 1м3 и находится под давлением 0.2 МПа. Газ был нагрет сначала при постоянном давлении до объёма 3 м3, а затем при постоянном объёме до давления 0.5 МПа. Определить изменение внутренней энергии газа, совершенную им работу, количество теплоты переданное газу.

***261.*** Идеальная тепловая машина, работающая по циклу Карно, совершает за один цикл работу 1.5∙105 Дж. Температура нагревателя 400 К. температура холодильника 260 К. Определить КПД машины, количество теплоты, получаемое машиной за один цикл от нагревателя, и количество теплоты, отдаваемое за один цикл холодильнику.

***262.*** В цикле Карно газ получил от нагревателя количество теплоты 500 Дж и совершил работу 100 Дж. Температура нагревателя 400 К. Определить температуру холодильника.

***263.*** Температура холодильника тепловой машины работающей по циклу Карно 290 К. Во сколько раз увеличится КПД цикла, если температуру нагревателя повысить от 400 К до 600 К?

***264.*** Идеальный газ совершает цикл Карно. Работа изотермического расширения газа равна 5 Дж. Определить работу изотермического сжатия, если термический КПД цикла равен 0.2.

***265.*** Идеальный газ совершающий цикл Карно получает от нагревателя количество теплоты 84 кДж. Определить работу газа, если температура нагревателя в три раза выше температуры холодильника.

***266.*** В результате изотермического расширения объём одного киломоля углекислого газа увеличился в три раза. Определить изменение энтропии газа.

***267.*** Определить изменение энтропии при изобарном расширении азота массой 4 г от объёма 5 л до объёма 9 л.

***268.*** Определить изменение энтропии при изохорном охлаждении 2 кмолей кислорода от 500 К до 250 К.

***269.*** Лед массой 2 кг, находящийся при температуре -13 0С, нагрели до 0 0С и расплавили. Определить изменение энтропии.

***270.*** Воду массой 1 кг находящуюся при температуре 13 0С нагрели до кипения и превратили в пар. Определить изменение энтропии.

**III. Справочные материалы**

**3.1. Основные законы и формулы**

*Механика, колебания, специальная теория относительности.*

Средняя и мгновенная скорости

, 

Среднее и мгновенное ускорения



Таненциальная и нормальная

составляющие уравнения



Полное ускорение



Кинематические уравнения равнопеременного

поступательного движения



Угловая скорость



Угловое ускорение



Кинематические уравнения равнопеременного

Вращательного движения



Связь между линейными и угловыми величинами

при вращательном движении





Импульс(количество движения)



Второй закон Ньютона



Сила трения скольжения



Закон сохранения импульса

(для замкнутой системы)



Работа переменной силы на участке траектории 1-

траектории 1-2



Мгновенная мощность



Кинетическая энергия



Потенциальная энергия тела, поднятого над

Поверхностью Земли



Потенциальная энергия упруго деформированного тела



Полная механическая энергия системы



Закон сохранения механической энергии

(для консервативной системы)



Скорость шаров массами m1 и m2 после абсолютного упругого центрального удара





Скорость шаров после абсолютно неупругого удара



Момент инерции системы(тела)



Моменты инерции полого и сплошного цилиндров (или диска) относительно оси симметрии



Момент инерции шара относительно оси, проходящей через центр шара,



Момент инерции тонкого стрежня относительно оси, перпендикулярной стрежню и проходящей через его середину,



Момент инерции тонкого стержня, относительно оси, перпендикулярной стрежню и проходящей через его конец,



Теорема Штейнера



Кинетическая Энергия вращающегося тела относительно неподвижной оси



Момент силы относительно неподвижной точки



Момент силы относительно неподвижной оси



Момент импульса материальной точки относительно неподвижной точки



Момент импульса твердого тела относительно неподвижной оси



Уравнение динамики вращательного движения твердого тела



Закон всемирного тяготения



Сила тяжести



Напряженность поля тяготения



Потенциал поля тяготения



Взаимосвязь между потенциалом поля тяготения и его напряженностью



Уравнение неразрывности для несжимаемой жидкости



Уравнение Бернулли



Релятивистское замедление хода часов



Релятивистское (Лоренцово) сокращение длинны стержня



Релятивистский закон сложения скоростей



Релятивистский импульс



Закон взаимосвязи массы и энергии



Связь между полной энергией и импульсом релятивистской частицы



Кинематическая энергия в релятивистской динамике



Энергия покоя



*Молекулярная физика и термодинамика*

Закон Бойля- Мариотта

** **

Законы Гей-Люссака

 при 

 при 

Закон Дальтона



Уравнение Клайперона – Менделеева при произвольной массы газа



Основное уравнение молекулярно-кинетической теории



Средняя квадратичная скорость молекулы



Средняя арифметическая скорость молекулы



Наиболее вероятная скорость молекулы



Закон Максвелла о распределении молекул по скоростям



Функция распределения молекул по энергиям теплового движения



Барометрическая формула



Средняя длинна свободного пробега молекул



Среднее число столкновений молекулы за 1 с



Закон теплопроводности Фурье



Теплопроводность (коэффициент)



Закон диффузии Фика



Диффузия (коэффициент)



Закон Ньютона для внутреннего трения (вязкости)



Динамическая вязкость



Средняя энергия молекулы



Внутренняя энергия произвольной массы газа



Первое начало термодинамики



Молярная теплоемкость газа при постоянном объеме



Молярная теплоемкость газа при постоянном давлении



Уравнение Майера



Работа газа при изменении его объема



Работа газа при изобарном расширении



Работа газа при изотермическом расширении



Уравнение адиабатного процесса (уравнение Пуассона)



Работа газа при адиабатном расширении



Неравенство Клаузиуса



Изменение энтропии системы при ее равновесном переходе из состояния 1 в состояние 2



Формула Больцмана



Термический КПД для кругового процесса



Термический КПД цикла Карно



Внутренняя энергия 1 моль реального газа



Уравнение Ван-дер-Ваальса для 1 моль реального газа



|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **3.2. ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ И ИХ ЕДИНИЦЫ В СИСТЕМЕ СИ** | | | | |
| **Величина** | **Размерность** | **Е д и н и ц а** | | |
| **Наименование** | **Обозначение** | |
| **меж-нар.** | **русское** |
| ***О с н о в н ы е е д и н и ц ы*** | | | | |
| Длина | L | метр | m | м |
| Масса | M | килограмм | kg | кг |
| Время | T | секунда | s | с |
| Сила электри- | I | ампер | A | А |
| ческого тока |  |  |  |  |
| Термодинами- |  |  |  |  |
| ческая темпера- | Θ | кельвин | K | К |
| тура |  |  |  |  |
| Количество | N | моль | mol | моль |
| вещества |  |  |  |  |
| Сила света | J | кандела | cd | кд |
| ***Д о п о л н и т е л ь н ы е е д и н и ц ы*** | | | | |
| Плоский угол | --- | радиан | rad | рад |
| Телесный угол | --- | стерадиан | sr | ср |
| ***П р о и з в о д н ы е е д и н и ц ы*** | | | | |
| Скорость | LT-1 | метр в секунду | m/s | м/с |
| Ускорение | LT-2 | метр в сек за сек | m/s2 | м/с2 |
| Угловая скорость | T-1 | радиан в секунду | rad/s | рад/с |
| Частота | T-1 | герц | Hz | Гц |
| Плотность | ML-3 | к-гр на куб. метр | kg/m3 | кг/м3 |
| Импульс | MLT-1 | к-гр-метр в сек | kg\*m/s | кг\*м/с |
| Сила | MLT-2 | ньютон | N | Н |
| Давление | ML-1T-2 | паскаль | Pa | Па |
| Работа, энергия | ML2T-2 | джоуль | J | Дж |
| Мощность | ML2T-3 | ватт | W | Вт |
| Уделльная | L2T-2Θ-1 | джоуль на кило | J/(kg\*K) | Дж / |
| теплоёмкость |  | грамм-кельвин |  | (кг\*К) |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **ЗНАЧЕНИЯ НЕКОТОРЫХ ВНЕСИСТЕМНЫХ ЕДИНИЦ В СИ** | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Величина** | | **Единица** | | | | **Содердит единиц СИ** | | |
| Длина | | ангстрем (Å) | | | | 10-10 м | | |
|  |  | астрономическая единица (а. е.) | | | | 1,49597870 10+11 м | | |
|  |  | световой год (св. год) | | | | 9,460530 10+15 м | | |
|  |  | парсек (пк) | | | | 3,085678 10+16 м | | |
| Масса | | атомная единица массы (а. е. м.) | | | | 1,6605402 10-27 Дж | | |
| Площадь | | барн (б) | | | | 10-28 м2 | | |
| Объём | | литр (л) | | | | 10-3 м3 | | |
| Сила | | килограмм-сила (кгс) | | | | 9,80665 Н | | |
| Работа, энергия | | килограмм-сила-метр (кгс\*м) | | | | 9,80665 Дж | | |
|  |  | киловат-час (кВт\*ч) | | |  | 3,6 10+6 Дж | | |
|  |  | лошадиная сила-час (л. с.\*ч) | | | | 2,64780 10+6 Дж | | |
|  |  | электрон-вольт (эВ) | | |  | 1,60217733 10-19 Дж | | |
| Мощность | | лошадиная сила (л. с.) | | | | 735,489 Вт | | |
| Количество | |  |  |  |  |  | | |
| теплоты | | калория (кал) | |  |  | 4,1868 Дж | | |
| Температура | |  |  |  |  |  |  |  |
| Цельсия | | градус Цельсия (оС) | | |  | t = T - 273,15 | | |
| Удельная | | калория на грамм-градус | | | |  |  |  |
| теплоёмкость | | Цельсия (кал/ (г\*оС) ) | | |  | 4,1868 10+3 Дж / (кг\*К) | | |
| Давление | | милиметр ртутного столба | | | |  |  |  |
|  |  | (мм рт. ст. ), торр (Торр) | | | | 133,322 Па | |  |
|  |  | физическая атмосфера (атм) | | | | 101325 Па | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **3.3. ТАБЛИЦЫ КОНСТАНТ** | | | | | |
| Скорость света в вакууме | | | с = 3 10 8 м/с | | |
| Гравитационная постоянная | | | G = 6,67\*10-11 м3/(кг\*с2) | | |
| **ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ КОНСТАНТЫ** | | | | | |
| Постоянная Авогадро | | | NA = 6,02\*10 23 моль-1 | | |
| Универсальная газовая постоянная | | | R = 8,31 Дж/(моль\*К) | | |
| Постоянная Больцмана | | | k = 1,38\*10-23 Дж/К | | |
| Молярный объём идеального газа | | | Vm = 22,4\*10-3 м-3/моль | | |
| Постоянная Лошмидта | | | n0 = 2,69\*10 25 м-3 | | |
| **АТОМНЫЕ КОНСТАНТЫ** | | | | | |
| Масса покоя электрона | | | me = 9,11\*10-31 кг | | |
| Масса покоя протона | | | mp = 1,67\*10-27 кг | | |
| Масса покоя нейтрона | | | mn = 1,67\*10-27 кг | | |
| **АСТРОНОМИЧЕСКИЕ ПОСТОЯННЫЕ** | | | | | |
| Ускорение свободного падения | | | 9,81 м/с2 | | |
| Масса Земли | | | МЗ = 5,98\*10 24 кг | | |
| Радиус Земли | | | RЗ = 6378 км | | |
| Расстояние от Земли до Луны (сред.) | | | RЗ-Л = 3,84\*10 8 м | | |
| Расстояние от Земли до Солнца (сред.) | | | RЗ-С = 1,50\*10 11 м | | |
| Масса Солнца | | | МС = 1,99\*10 30 кг | | |
| **МНОЖИТЕЛИ И ПРИСТАВКИ КРАТНЫХ И ДОЛЬНЫХ ЕДИНИЦ** | | | | | |
| множитель | наименование | обознач. | множитель | наименование | обознач. |
| 10 18 | экса | Э | 10-1 | деци | д |
| 10 15 | пета | П | 10-2 | санти | с |
| 10 12 | тера | Т | 10-3 | милли | м |
| 10 9 | гига | Г | 10-6 | микро | мк |
| 10 6 | мега | М | 10-9 | нано | н |
| 10 3 | кило | к | 10-12 | пико | п |
| 10 2 | гекто | г | 10-15 | фемто | ф |
| 10 1 | дека | да | 10-18 | атто | а |

**IV. Литература.**

*Трофимова Т.И.* Краткий курс физики. - М. Высшая школа, 2004. - 352 с.

*Детлаф А.А., Яворский Б.М.* Курс физики. - М.: Издательский центр «Академия», 2003.– 720 с.

*Иродов И.Е.* Курс общей физики. – М.: «Лаборатория Базовых Знаний», 2003. – тт. 1, 2, 3, 4, 5.

*Савельев И.В.* Курс общей физики. - М.: ООО «Издательство АСТ», 2003.- тт. 1, 2, 3, 4, 5.

*Сивухин Д.В.* Общий курс физики. - М.: ФИЗМАТЛИТ; Издательство МФТИ, 2002.- тт. 1, 2, 3, 4, 5.