

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Пензенский государственный университет
архитектуры и строительства»
(ПГУАС)

ФИЗИКА

Методические указания
к контрольным работам
по направлению подготовки
23.03.01 «Технология транспортных процессов»

Пенза 2016

УДК 53(075)
ББК 22.3я7
Ф50

Рекомендовано Редсоветом университета
Рецензент – кандидат физико-математических
наук, доцент кафедры физики и химии П.П. Мельниченко (ПГУАС)

Физика: метод. указания к контрольным работам по направлению подготовки 23.03.01 «Технология транспортных процессов» / Т.С. Шмарова. – Пенза: ПГУАС, 2016. – 22 с.

Приведены варианты контрольных работ по основным разделам курса общей физики («Физические основы механики», «Электричество и магнетизм», «Молекулярная физика и термодинамика», «Оптика и квантовая физика»).

Методические указания разработаны на кафедре «Физика и химия» с учетом компетентностного подхода к процессу обучения и предназначены для контроля знаний студентов направления подготовки 23.03.01 «Технология транспортных процессов».

© Пензенский государственный университет
архитектуры и строительства, 2016
© Шмарова Т.С., 2016

ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящие методические указания разработаны в соответствии с программой курса «Физика» ФГОС ВО для направления подготовки 23.03.01 «Технология транспортных процессов» и имеет целью совершенствование компетенций как в процессе овладения студентами знаниями о явлениях природы в вузе, так и в последующей профессиональной и научной деятельности.

Методические указания содержат варианты контрольных работ по основным разделам физики: механике, электричеству и магнетизму, молекулярной физике, термодинамике, оптике, квантовой физике. Проверка умения решать задачи позволяет преподавателю оценить глубину усвоения материала студентами, помогает определить знание формул и способность их применять.

Контроль знаний является одним из путей повышения качества обучения. Правильно организованная проверка способствует выработке у студентов навыка самостоятельной работы по изучению дисциплины.

Систематический контроль способствует формированию компетенций:

- **Способность к самоорганизации и самообразованию.**

Показатели достижения заданного уровня освоения компетенции:

знать:

- предмет и историю физики, фундаментальные законы природы;
- основные общие проблемы (особенности организации материи на физическом уровне).

уметь:

- приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии;
- ставить цель, выбирать пути ее достижения и анализировать полученные результаты;
- ставить задачу исследования и решать ее на основе современного программного обеспечения современных персональных компьютеров.

владеть:

- навыками логического, творческого, системного мышления и самостоятельной работы с литературой для поиска информации об отдельных определениях, понятиях и терминах;
- способами решения теоретических и практических типовых и системных задач, связанных с профессиональной деятельностью;
- приемами осуществления экспериментальных исследований с использованием современной аппаратуры и компьютерных средств обработки результатов (в процессе выполнения лабораторных работ).

- **Способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности.**

Показатели достижения заданного уровня освоения компетенции:

знать:

– информационно-коммуникационные технологии, применяемые для решения стандартных задач профессиональной деятельности.

уметь:

– учитывать основные требования информационной безопасности при решении профессиональных задач.

владеть:

– способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности.

- **Способность применять систему фундаментальных знаний (математических, естественнонаучных, инженерных и экономических) для идентификации, формулирования и решения технических и технологических проблем в области технологии, организации, планирования и управления технической и коммерческой эксплуатацией транспортных систем.**

Показатели достижения заданного уровня освоения компетенции:

знать:

– фундаментальные основы естествознания (основные физические явления и основные физические законы в области механики, термодинамики, электричества и магнетизма, оптики и атомной физики);

– границы их применимости;

– применение законов физики в важнейших практических приложениях;

– современные достижения и проблемы естествознания

уметь:

– указывать, какие физические законы описывают данное явление или процесс;

– истолковывать смысл физических величин и понятий;

– объяснить основные наблюдаемые природные и техногенные явления и эффекты с позиций фундаментальных физических взаимодействий;

– работать с приборами и оборудованием в современной физической лаборатории;

– интерпретировать результаты исследований и делать выводы;

– использовать методы физического моделирования, применять методы физико-математического анализа к решению конкретных естественнонаучных и технических проблем.

владеть:

- основными законами физики применительно к проблемам защиты окружающей среды, использования современных методов получения энергии;
- навыками использования физических методов в экспериментальном исследовании окружающей среды;
- приемами правильной эксплуатации основных приборов и оборудования современной физической лаборатории;
- методами обработки и интерпретирования результатов эксперимента;
- приемами использования методов физического моделирования в производственной практике.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ

Результат контрольной работы зависит от уровня подготовки. Во-первых, необходимо, чтобы изучение материала было систематическим, так как выучить все в последний день очень тяжело. Во-вторых, пользуясь конспектами лекций, следует выписать и заучить основные формулы и физические законы. Эти записи нужно всегда держать возле себя и систематически повторять материал. В-третьих, разобрать решения всех задач, выполненных на практических занятиях.

При выполнении контрольной работы нужно оформлять условие и решение задачи, придерживаясь следующих правил:

1. Сделайте краткую запись условия, применяя общепринятые в физике обозначения физических величин.
2. Выполните перевод единиц измерения в систему СИ.
3. Начертите необходимые рисунки, поясняющие сущность описываемых в задаче явлений.
4. Запишите законы и формулы, необходимые для решения задачи. Выведите общую формулу.
5. Выполните расчеты.
6. Запишите и проанализируйте ответ задачи.

Контрольная работа №1. ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МЕХАНИКИ

Пример 1. Тело массой 2 кг движется прямолинейно так, что его длина пути изменяется по закону: $S = A - Bt + Ct^2 - Dt^3$, где $C=2 \text{ м/с}^2$, $D=0,4 \text{ м/с}^3$. Определите силу, действующую на тело в конце первой секунды движения.

Дано:

$$m=2 \text{ кг}$$

$$S = A - Bt + Ct^2 - Dt^3$$

$$C=2 \text{ м/с}^2$$

$$D=0,4 \text{ м/с}^3$$

$$t=1 \text{ с}$$

$$F - ?$$

Решение.

Вспользуемся вторым законом Ньютона в импульсной форме: $F = m \frac{dv}{dt}$. Скорость – это производная пути по времени:

$$v = \frac{ds}{dt} = -B + 2Ct - 3Dt^2.$$

Найдем производную скорости по времени:

$$\frac{dv}{dt} = 2C - 6Dt.$$

Подставим полученное выражение во второй закон Ньютона:

$$F = m(2C - 6Dt) = 2m(C - 3Dt).$$

Расчет: $F = 2 \cdot 2 \cdot (2 - 3 \cdot 0,4 \cdot 1) = 3,2 \text{ Н}$.

Ответ: 3,2 Н.

Пример 2. Сплошной цилиндр массой 2 кг и радиусом 10 см вращается с угловой скоростью 10 рад/с вокруг оси, совпадающей с одной из образующих цилиндрической поверхности. Найдите момент импульса цилиндра относительно его оси вращения.

Дано:

$$m=2 \text{ кг}$$

$$r=10 \text{ см}=0,1 \text{ м}$$

$$\omega=10 \text{ рад/с}$$

$$L - ?$$

Решение.

Найдем момент инерции цилиндра относительно указанной оси по теореме Штейнера:

$$I = I_0 + md^2 = \frac{mr^2}{2} + mr^2 = \frac{3mr^2}{2}.$$

Момент импульса определяется по формуле:

$$L = I\omega = \frac{3mr^2\omega}{2}.$$

Расчет: $L = \frac{3 \cdot 2 \cdot 0,1^2 \cdot 10}{2} = 0,3 \text{ кг}\cdot\text{м/с}$.

Ответ: 0,3 кг·м/с.

Вариант 1

1. Тело вращается вокруг неподвижной оси. Зависимость скорости от времени $\omega(t)$ приведена на рис. 1. Чему равно тангенциальное ускорение точки, находящейся на расстоянии 1 м от оси вращения?

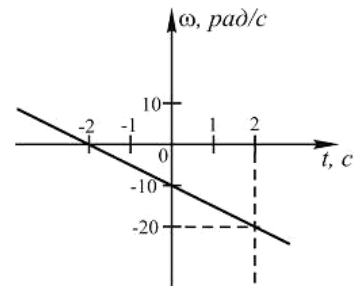


Рис. 1

2. Импульс тела относительно неподвижной системы координат изменяется по закону $p = at$. Постройте график, правильно отражающий зависимость от времени величины силы, действующей на тело.

3. Как изменится момент инерции, если ось вращения тонкого кольца перенести из центра масс на расстояние $2R$ (рис. 2)?

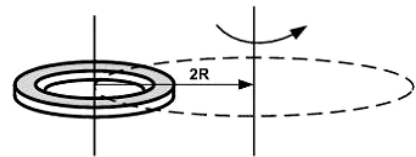


Рис. 2

4. На частицу, находящуюся в начале координат, действует сила, вектор которой определяется выражением $\vec{F} = 4\vec{i} + 3\vec{j}$, где \vec{i} и \vec{j} — единичные векторы декартовой системы координат. Чему равна работа, совершенная этой силой при перемещении частицы в точку с координатами (4; 3)?

Вариант 2

1. Вращение твердого тела происходит по закону $\varphi = 17t^3$. Определите его угловое ускорение через 1 с от начала движения.

2. Импульс тела относительно неподвижной системы координат изменяется по закону $p = at^2$. Постройте график, правильно отражающий зависимость от времени величины силы, действующей на тело.

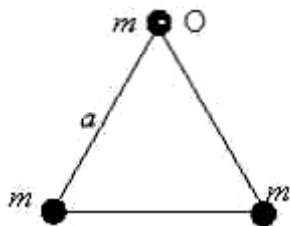


Рис. 3

3. На рис. 3 изображена система трех точечных масс, расположенных в вершинах равностороннего треугольника со стороной a . Чему равен момент инерции системы относительно оси, проходящей через точку O перпендикулярно чертежу?

4. Человек массой 80 кг спустился по лестнице длиной 5 м с высоты 4 м на поверхность земли. Как при этом изменилась потенциальная энергия человека?

Вариант 3

1. Радиус-вектор материальной точки изменяется со временем по закону $\vec{r} = 4t^2\vec{i} + 3t\vec{j} + 2\vec{k}$. Определите модуль скорости через 2 секунды от начала движения точки.

2. На рис. 4 приведен график зависимости скорости тела v от времени t . Масса тела 10 кг. Чему равна сила, действующая на тело?

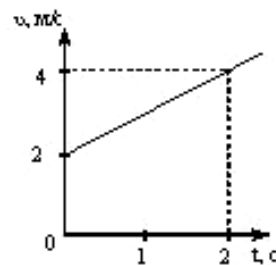


Рис. 4

3. Момент импульса тела относительно неподвижной оси изменяется по закону $L = ct^3$. Постройте график, правильно отражающий зависимость от времени величины момента сил, действующих на тело.

4. Как изменится момент инерции, если ось вращения тонкостенной трубки перенести из центра масс на образующую (рис. 5)?

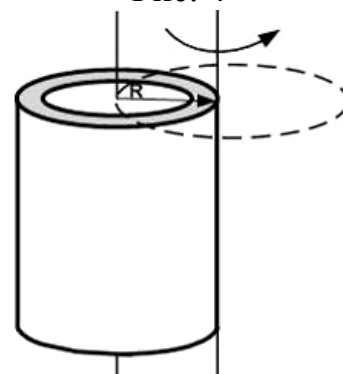


Рис. 5

Вариант 4

1. Каким радиус-вектором определяется положение центра масс системы двух частиц относительно точки O (рис. 6)?

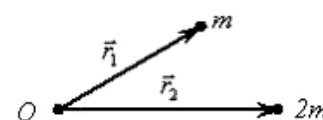


Рис. 6

2. Импульс тела относительно неподвижной системы координат изменяется по закону $p = at^3$.

Постройте график, правильно отражающий зависимость от времени величины силы, действующей на тело.

3. Момент импульса тела относительно неподвижной оси изменяется по закону $L = at$. Постройте график, правильно отражающий зависимость от времени величины момента сил, действующих на тело.

4. Тело массой 2 кг бросили с поверхности Земли вертикально вверх со скоростью 20 м/с. Определите максимальное значение его потенциальной энергии, если на поверхности Земли потенциальная энергия тела равна нулю и силами сопротивления воздуха можно пренебречь.

Контрольная работа №2. ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ

Пример 1. Свинцовый шарик плотностью $11,3 \text{ г/см}^3$ и диаметром $0,5 \text{ см}$ помещен в глицерин плотностью $1,26 \text{ г/см}^3$. Определите заряд шарика, если в однородном электрическом поле шарик оказался взвешенным. Электрическое поле направлено вверх, его напряженность 4 кВ/см .

Дано:

$$\rho = 11,3 \text{ г/см}^3 = 11,3 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$$

$$d = 0,5 \text{ см}$$

$$\rho_1 = 1,26 \text{ г/см}^3 = 1,26 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$$

$$E = 4 \text{ кВ/см} = 4 \cdot 10^5 \text{ В/м}$$

$q - ?$

Решение.

Поскольку шарик находится в равновесии, то $\sum_{i=1} \vec{F} = 0$ или $m\vec{g} + \vec{F}_e + \vec{F}_A = 0$.

Запишем это уравнение в скалярном виде с учетом направления сил (рис. 7):

$$mg - F_e - F_A = 0.$$

$$\text{Сила тяжести: } mg = \rho_1 V g = \frac{4}{3} \pi \left(\frac{d}{2}\right)^3 \rho_1 g = \frac{1}{6} \pi d^3 \rho_1 g.$$

Сила, действующая на заряд со стороны электростатического поля: $F_e = qE$.

Величина выталкивающей силы определяется законом

$$\text{Архимеда: } F_A = \rho V g = \frac{4}{3} \pi \left(\frac{d}{2}\right)^3 \rho g = \frac{1}{6} \pi d^3 \rho g.$$

С учетом полученных для сил выражений получим:

$$\frac{1}{6} \pi d^3 \rho_1 g - qE - \frac{1}{6} \pi d^3 \rho g = 0. \text{ Следовательно:}$$

$$q = \frac{\pi d^3 g (\rho_1 - \rho)}{6E}$$

$$\text{Расчет: } q = \frac{3,14 \cdot 125 \cdot 10^{-9} \cdot 9,8 \cdot 10^3 \cdot 10,04}{6 \cdot 4 \cdot 10^5} = 1,61 \cdot 10^{-8} \text{ Кл.}$$

Ответ: $1,61 \cdot 10^{-8}$ Кл.

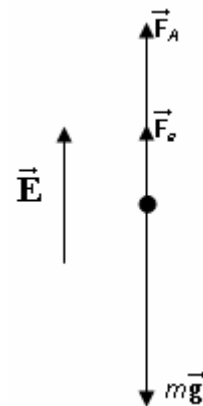


Рис. 7

Пример 2. На виток радиусом 18 см в зазоре между полюсами электромагнита действует максимальный вращающий момент 0,065 Н·м. Какова индукция магнитного поля в зазоре, если сила тока, текущего по витку, 4 А?

Дано:

$$r = 18 \text{ см} = 0,18 \text{ м}$$

$$M_{\max} = 0,065 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

$$I = 4 \text{ А}$$

$B - ?$

Решение.

По определению модуля вектора магнитной индукции: $B = \frac{M_{\max}}{IS}$, где $S = \pi r^2$ – площадь витка.

$$\text{Поэтому } B = \frac{M_{\max}}{I\pi r^2}.$$

$$\text{Расчет: } B = \frac{0,065}{4 \cdot 3,14 \cdot 0,18^2} = 0,16 \text{ Тл.}$$

Ответ: 0,16 Тл.

Вариант 1

1. Два заряда в вакууме на расстоянии 11 см взаимодействуют с такой же силой, как в скипидаре на расстоянии 7,4 см. Определите диэлектрическую проницаемость среды.

2. Зависимость силы тока от времени представлена на графике (рис. 8). Какой заряд пройдет по проводнику в интервале времени от 5 с до 10 с?

3. Вольтамперная характеристика резистора изображена на рис. 9. Чему равно сопротивление резистора?

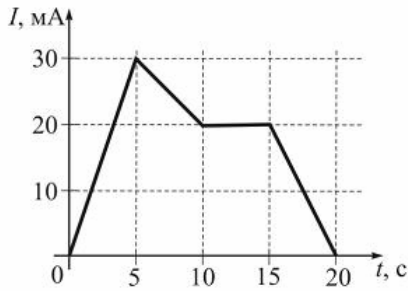


Рис. 8

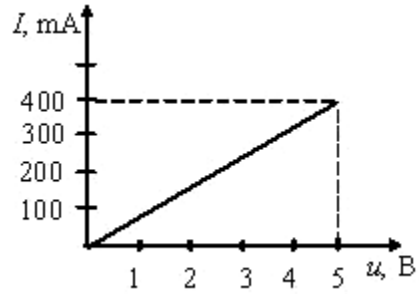


Рис. 9

4. На рис. 8 показана зависимость силы тока от времени в электрической цепи с индуктивностью 1 мГн. Найдите модуль среднего значения ЭДС самоиндукции (в мкВ) на интервале от 5 до 10 с.

Вариант 2

1. Определите модуль вектора напряженности электростатического поля в точке М (0,1; 0,2; 0,8), потенциал которой $\varphi = Axy$, где $A = 10 \frac{\text{В}}{\text{м}^2}$.

2. Зависимость силы тока от времени представлена на графике (рис 10). Какой заряд пройдет по проводнику в интервале времени от 10 с до 15 с?

3. На рис.11 представлена зависимость плотности тока, протекающего в проводниках 1 и 2, от напряженности электрического поля. Чему равно отношение удельных сопротивлений ρ_1 / ρ_2 этих проводников?

4. По катушке, индуктивность которой 40 мГн, протекает ток, меняющийся во времени по закону $I = 8t^2$. Чему равна ЭДС самоиндукции, возникающая в катушке в момент времени 3 с?

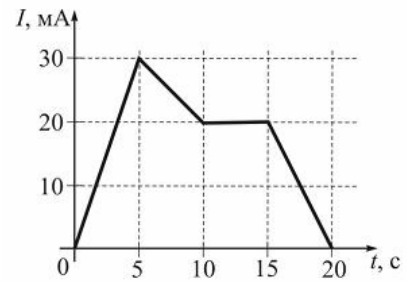


Рис. 10

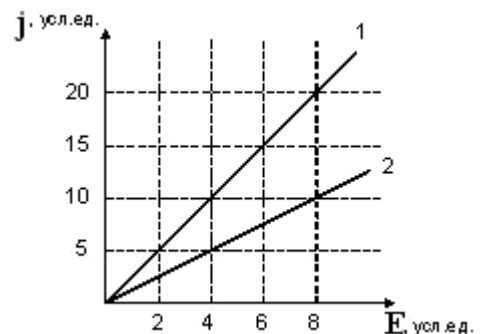


Рис. 11

Вариант 3

1. Принимая Землю как шар радиусом 6400 км, определите заряд Земли, если напряженность электрического поля у ее поверхности составляет 130 В/м. Определите потенциал поверхности Земли.

2. Зависимость силы тока от времени представлена на графике (рис. 12). Какой заряд пройдет по проводнику в интервале времени от 15 с до 20 с?

3. На рис. 13 представлена вольтамперная характеристика резистора, подключенного к источнику тока с ЭДС 16 В. Через резистор протекает ток 2,5 А. Чему равно внутреннее сопротивление источника тока?

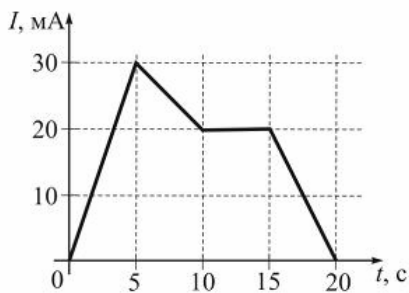


Рис. 12

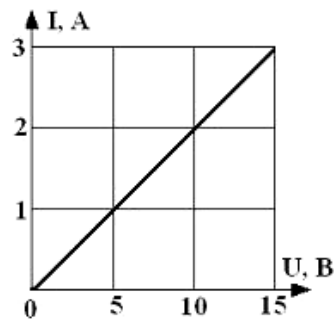


Рис. 13

4. На рис. 12 показана зависимость силы тока от времени в электрической цепи с индуктивностью 1 мГн. Найдите модуль среднего значения ЭДС самоиндукции (в мкВ) на интервале от 15 до 20 с.

Вариант 4

1. Определите модуль вектора напряженности электростатического поля в точке М (0,1; 0,2; 0,8), потенциал которой $\varphi = B(x^2 - y^2)$, где

$$B = 40 \frac{\text{В}}{\text{м}^2}.$$

2. Сила тока за 10 с равномерно возрастает от 1 А до 3 А. Какой заряд переносится за это время через поперечное сечение проводника?

3. Вольтамперная характеристика активных элементов цепи 1 и 2 представлена на рис. 14. Какая мощность выделяется на элементе 1 при напряжении 30 В?

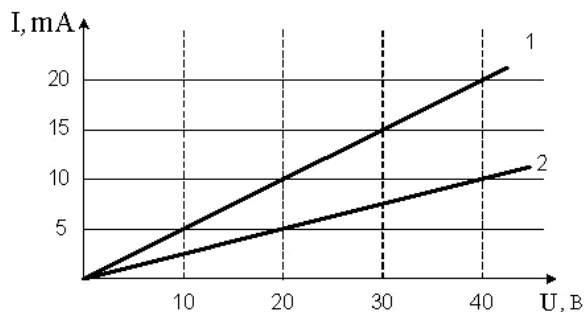


Рис. 14

4. Контур площадью 10^{-2} м^2 расположен перпендикулярно к линиям магнитной индукции. Магнитная индукция изменяется по закону $B = (2 + 5t^2) \cdot 10^{-2}$. По какому закону изменяется магнитный поток, пронизывающий контур?

Контрольная работа №3.
КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ. ВОЛНОВАЯ И КВАНТОВАЯ
ОПТИКА ЭЛЕМЕНТЫ КВАНТОВОЙ МЕХАНИКИ

Пример 1. Запишите уравнение гармонических колебаний частицы, если ее максимальное ускорение $0,5 \text{ м/с}^2$, период колебаний 2 с , а смещение от положения равновесия в начальный момент времени $0,025 \text{ м}$.

Дано:

$$a_{\max} = 0,5 \text{ м/с}^2$$

$$T = 2 \text{ с}$$

$$x_0 = 0,025 \text{ м}$$

$$x(t) = ?$$

Решение.

Уравнение гармонических колебаний будем искать в виде: $x(t) = A \cos(\omega t + \varphi_0)$, в котором неизвестными величинами являются амплитуда A , циклическая частота ω и начальная фаза φ_0 .

Зная период, найдем циклическую частоту:

$$\omega = \frac{2\pi}{T}.$$

Амплитуду колебаний найдем по известному максимальному ускорению. Скорость частицы: $v = \frac{dx}{dt} = -A\omega \sin(\omega t + \varphi_0)$. Ускорение частицы:

$a = \frac{dv}{dt} = -A\omega^2 \cos(\omega t + \varphi_0)$, откуда видно, что максимальное значение у-

скорения $a_{\max} = A\omega^2$. Следовательно: $A = \frac{a_{\max}}{\omega^2} = \frac{a_{\max} T^2}{4\pi^2}$.

Начальную фазу найдем из уравнения гармонических колебаний, учитывая, что при $t=0$ — $x_0 = A \cos \varphi_0$.

$$\text{Следовательно: } \varphi_0 = \arccos \frac{x_0}{A} = \arccos \frac{4\pi^2 x_0}{a_{\max} T^2}.$$

$$\text{Расчет: } \omega = \frac{2\pi}{2} = \pi \text{ рад/с}; \quad A = \frac{0,5 \cdot 2^2}{4 \cdot 3,14^2} = 0,05 \text{ м};$$

$$\varphi_0 = \arccos \frac{4 \cdot 3,14^2 \cdot 0,025}{0,5 \cdot 2^2} = \frac{\pi}{3} \text{ рад};$$

$$x(t) = 0,05 \cos\left(\pi t + \frac{\pi}{3}\right).$$

$$\text{Ответ: } x(t) = 0,05 \cos\left(\pi t + \frac{\pi}{3}\right).$$

Пример 2. С какой скоростью должен двигаться электрон, чтобы его импульс был равен импульсу фотона с длиной волны $5,2 \cdot 10^{-7} \text{ м}$?

Дано:

$$m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$$

$$h = 6,67 \cdot 10^{-34} \text{ Дж}\cdot\text{с}$$

$$\lambda = 5,7 \cdot 10^{-7} \text{ м}$$

$v = ?$

Решение.

Согласно условию задачи

$$p_e = p_\gamma,$$

где $p_e = m_e v$ – импульс электрона; $p_\gamma = \frac{h}{\lambda}$ – импульс фотона.

$$\text{Тогда } m_e v = \frac{h}{\lambda}, \quad v = \frac{h}{\lambda m_e}.$$

$$\text{Расчет: } v = \frac{6,67 \cdot 10^{-34}}{5,2 \cdot 10^{-7} \cdot 9,1 \cdot 10^{-31}} = 0,14 \cdot 10^4 \text{ м/с} = 1,4 \text{ км/с}.$$

Ответ: 1,4 км/с.

Вариант 1

1. Уравнение плоской синусоидальной волны, распространяющейся вдоль оси OX со скоростью 500 м/с, имеет вид $\xi = 0,01 \sin(10^3 t - kx)$. Определите значение волнового числа.

2. Для т. А оптическая разность хода лучей от двух когерентных источников S_1 и S_2 равна 1,2 мкм (рис.15). Каков результат интерференции в т. А, если длина волны в вакууме 480 нм?

3. Укажите частицу, обладающую наименьшей длиной волны, если скорости частиц одинаковы.

- 1) альфа-частицы;
- 2) электроны;
- 3) нейтроны;
- 4) протоны.

4. Катод вакуумного фотоэлемента освещается светом с энергией квантов 10 эВ. Фототок прекращается при подаче на фотоэлемент задерживающего напряжения 4 В. Чему равна работа выхода электронов из катода (в эВ)?

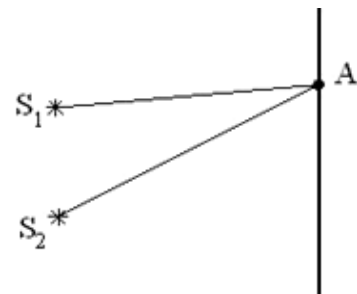


Рис. 15

Вариант 2

1. Звуковые колебания с частотой 500 Гц распространятся в упругой среде. Длина волны 0,5 м. Определите скорость распространения волны.

2. Постоянная дифракционной решетки равна 2 мкм. Каков наибольший порядок спектра для желтой линии натрия, соответствующей длине волны 589 нм?

3. Электрон локализован в пространстве в пределах $\Delta x = 1,0$ мкм. Учитывая, что постоянная Планка $\hbar = 1,05 \cdot 10^{-34}$ Дж·с, а масса электрона $m = 9,1 \cdot 10^{-31}$ кг, найдите наименьшее значение неопределенности скорости Δv_x (в м/с).

4. На зеркальную пластинку падает поток света. Как изменится световое давление, если число фотонов, падающих на единицу поверхности в единицу времени, увеличить в 2 раза, а зеркальную пластинку заменить черной?

Вариант 3

1. Уравнение плоской синусоидальной волны, распространяющейся вдоль оси Ox со скоростью 500 м/с, имеет вид $\xi = 0,01 \sin(10^3 t - kx)$. Определите длину волны.

2. При какой разности хода возникает максимум второго порядка при интерференции когерентных лучей с длиной волны 400 нм?

3. Два источника излучают свет с длиной волны 375 нм и 750 нм. Чему равно отношение импульсов фотонов, излучаемых первым и вторым источником?

4. На рис. 16 показаны кривые зависимости спектральной плотности энергетической светимости абсолютно черного тела от длины волны при разных температурах. Кривая 2 соответствует спектру излучения абсолютно черного тела при температуре 1500 К. Какой температуре (в К) соответствует кривая 1?

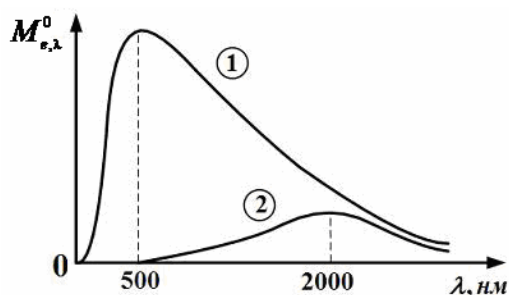


Рис. 16

Вариант 4

1. Амплитуда колебаний груза, скрепленного с горизонтальной пружиной, жесткость которой 1200 Н/м, равна 0,1 м. Определите полную механическую энергию системы.

2. При дифракции на дифракционной решетке с периодом, равным 0,004 мм, наблюдается зависимость интенсивности монохроматического излучения от синуса угла дифракции, представленная на рис. 17 (изображены только главные максимумы). Чему равна длина волны монохроматического излучения?

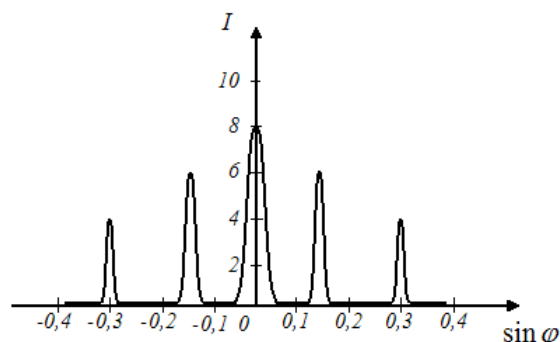


Рис. 17

3. Высокая монохроматичность лазерного излучения обусловлена относительно большим временем жизни электронов в метастабильном состоянии $\sim 10^{-3}$ с. Учитывая, что постоянная Планка $\hbar = 6,6 \cdot 10^{-16}$ эВ·с, найдите ширину метастабильного уровня (в эВ).

4. Давление света на поверхность, имеющую коэффициент отражения 0,25, составило 0,25 мкПа. Чему равна энергетическая освещенность этой поверхности?

Контрольная работа №4. МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА И ТЕРМОДИНАМИКА

Пример 1. Средняя квадратичная скорость молекул некоторого газа при нормальных условиях равна 461 м/с. Какое количество молекул содержится в 1 г этого газа ?

Дано:

$$m = 1 \text{ г} = 10^{-3} \text{ кг}$$

$$\langle v_{\text{кв}} \rangle = 461 \text{ м/с}$$

$$T = 273 \text{ К}$$

$$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$$

N - ?

Решение.

Число молекул газа: $N = \frac{m}{m_0}$, где m_0 – масса

одной молекулы.

Средняя кинетическая энергия поступательного движения одной молекулы определяется формулами:

$$\langle \varepsilon \rangle = \frac{m_0 \langle v_{\text{кв}} \rangle^2}{2}, \quad \langle \varepsilon \rangle = \frac{3}{2} kT,$$

где k – постоянная Больцмана.

Из формул для энергии найдем массу одной молекулы:

$$\frac{m_0 \langle v_{\text{кв}} \rangle^2}{2} = \frac{3}{2} kT, \quad m_0 = \frac{3kT}{\langle v_{\text{кв}} \rangle^2}.$$

Для числа молекул получим: $N = \frac{m \langle v_{\text{кв}} \rangle^2}{3kT}$.

$$\text{Расчет: } N = \frac{10^{-3} \cdot 461^2}{3 \cdot 1,38 \cdot 10^{-23} \cdot 273} = 1,88 \cdot 10^{22}.$$

Ответ: $1,88 \cdot 10^{22}$.

Пример 2. Азот массой 0,1 кг изобарно нагрет от температуры 200 К до 400 К. Определите работу, совершенную газом, полученную им теплоту и изменение внутренней энергии.

Дано:

$$i = 5$$

$$M = 28 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$$

$$m = 0,1 \text{ кг}$$

$$p = \text{const}$$

$$T_1 = 200 \text{ К}$$

$$T_2 = 400 \text{ К}$$

$$R = 8,31 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)}$$

ΔU - ?

A - ?

Q - ?

Решение.

Работа расширения газа при постоянном давлении: $A = p\Delta V = \frac{m}{M} R\Delta T = \frac{m}{M} R(T_2 - T_1)$.

Изменение внутренней энергии газа найдем по формуле: $\Delta U = \frac{m}{M} \frac{i}{2} R(T_2 - T_1)$.

Количество теплоты определим по уравнению первого начала термодинамики: $Q = \Delta U + A$.

Расчет:

$$A = \frac{0,1}{28 \cdot 10^{-3}} \cdot 8,31 \cdot (400 - 200) = 5936 \text{ Дж} = 5,9 \text{ кДж};$$

$$\Delta U = \frac{0,1}{28 \cdot 10^{-3}} \cdot 8,31 \cdot \frac{5}{2} \cdot 200 = 14839 \text{ Дж} = 14,8 \text{ кДж};$$

$$Q = 5936 + 14839 = 20777 \text{ Дж} = 20,8 \text{ кДж}.$$

Ответ: 5,9 кДж; 14,8 кДж; 20,8 кДж.

Вариант 1

1. Определите число степеней свободы и среднюю кинетическую энергию молекул гелия He.

2. При комнатной температуре отношение $\frac{C_p}{C_V}$ молярных теплоемкостей при постоянном давлении и постоянном объеме равно $\frac{5}{3}$ для...

1) гелия; 2) водяного пара;
3) воздуха; 4) кислорода.

3. Какое количество теплоты получил двухатомный газ, если при давлении $1,2 \cdot 10^5$ Па он расширился от $0,12 \text{ м}^3$ до $0,14 \text{ м}^3$?

4. Диаграмма циклического процесса идеального одноатомного газа представлена на рис. 18. Определите работу газа в килоджоулях в циклическом процессе.

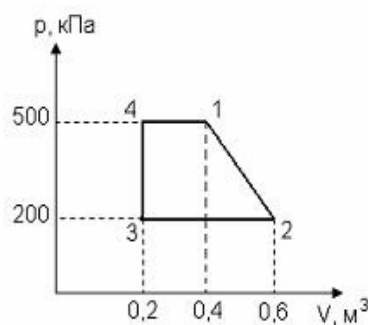


Рис. 18

Вариант 2

1. Определите число степеней свободы и среднюю кинетическую энергию молекул водорода H_2 при условии, что имеет место только поступательное и вращательное движение.

2. Молярная теплоемкость идеального газа при постоянном давлении равна $C_p = \frac{9}{2} R$. Определите число вращательных степеней свободы молекулы.

3. Одноатомному идеальному газу в результате изобарного процесса подведено количество теплоты. Какая часть теплоты $\frac{\Delta U}{Q}$ расходуется на увеличение внутренней энергии газа?

4. Нагреваемый при постоянном давлении идеальный газ совершил работу 400 Дж. Какое количество теплоты было передано газу?

Вариант 3

1. Определите число степеней свободы и среднюю кинетическую энергию молекул водяного пара H_2O при условии, что имеет место только поступательное и вращательное движение.

2. Для каких газов отношение молярных теплоемкостей $\frac{C_p}{C_v}$ равно $\frac{7}{5}$?

(Колебаниями атомов внутри молекулы пренебречь). Укажите не менее двух вариантов ответа.

1) гелий; 2) водяной пар; 3) воздух; 4) кислород.

р, кПа

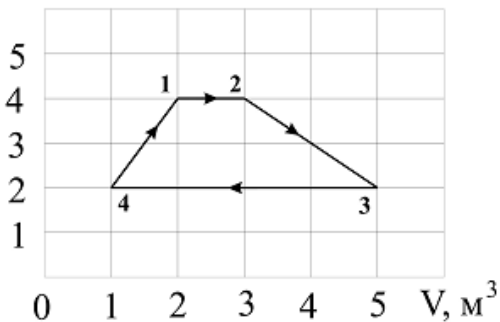


Рис. 19

3. Какую работу совершил воздух массой 200 г при его изобарном нагревании на 20 К? Какое количество теплоты ему сообщили?

4. Диаграмма циклического процесса идеального одноатомного газа представлена на рис. 19. Определите работу газа в килоджоулях в циклическом процессе.

Вариант 4

1. Определите число степеней свободы и среднюю кинетическую энергию молекул азота N_2 при условии, что имеет место только поступательное и вращательное движение.

2. Найдите кинетическую энергию всех молекул в 2 г неона (молярная масса $2 \cdot 10^{-3}$ кг/моль) при температуре 300 К.

3. Двухатомному идеальному газу в результате изобарного процесса подведено количество теплоты. Какая часть теплоты $\frac{\Delta U}{Q}$ расходуется на увеличение внутренней энергии газа?

4. В сосуде под поршнем находится 2 моль гелия. Найдите начальную температуру, если при сообщении 18 кДж теплоты объем гелия за счет поднятия поршня увеличился в 2,5 раза.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература

1. Трофимова, Т.И. Курс физики [Текст] / Т.И. Трофимова. – М.: Издательский центр «Академия», 2014.
2. Савельев, И.В. Курс общей физики [Текст]: в 3 т. / И.В. Савельев. – М.: КноРус, 2012.
3. Касаткина, И.Л. Физика. Справочник по основным формулам общей физики [Текст] / И.Л. Касаткина. – Ростов н/Д: Феникс, 2016. – 288 с.

Дополнительная литература

1. Трофимова, Т.И. Сборник задач по курсу физики с решениями [Текст] / Т.И. Трофимова, З.Г. Павлова. – М.: Абрис, 2012
2. Никеров, В.А. Механика и молекулярная физика [Текст] / В.А. Никеров – М.: Дашков и К, 2012.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бондарев, Б. В. Курс общей физики / Б. В. Бондарев, Н. П. Калашников, Г. Г. Спирин. – М. : Юрайт, 2013.
2. Грабовский, Р.И. Курс физики [Текст] / Р.И. Грабовский. – СПб.: Лань, 2012.
3. Сивухин, Д.В. Общий курс физики [Текст] / Д.В. Сивухин. – М.: Физматлит, 2014.
4. Трофимова, Т.И. Курс физики [Текст] / Т.И. Трофимова. – М.: КноРус, 2015.
5. Никеров, В.А. Механика и молекулярная физика [Текст] / В.А. Никеров. – М.: Дашков и К, 2012.
6. Хавруняк, В. Г. Курс физики / В. Г. Хавруняк. – М.: ИНФРА-М, 2014.

О Г Л А В Л Е Н И Е

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ	6
Контрольная работа №1. ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МЕХАНИКИ.....	7
Контрольная работа №2. ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ	9
Контрольная работа №3. КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ. ВОЛНОВАЯ И КВАНТОВАЯ ОПТИКА ЭЛЕМЕНТЫ КВАНТОВОЙ МЕХАНИКИ...	13
Контрольная работа №4. МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА И ТЕРМОДИНАМИКА	16
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	19
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	20

Учебное издание

Шмарова Татьяна Сергеевна

ФИЗИКА

Методические указания к контрольным работам
по направлению подготовки 23.03.01 «Технология транспортных
процессов»

В авторской редакции
Верстка Н.А. Сазонова

Подписано в печать 17.08.16. Формат 60×84/16.
Бумага офисная «Снегурочка». Печать на ризографе.
Усл. печ. л. 1,28. Уч.-изд. л. 1,375. Тираж 80 экз.
Заказ №481.

Издательство ПГУАС.
440028, г.Пенза, ул. Г.Титова, 28