

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 27.03.01
«Стандартизация и метрология»

Пенза 2016

УДК 53(075)
ББК 22.3я7
Ф50

Рекомендовано Редсоветом университета

Рецензент – кандидат технических наук, доцент
С.В. Тертычная (ПГУ)

Ф50 **Физика:** метод. указания к контрольным работам по направлению подготовки 27.03.01 «Стандартизация и метрология» / Т.С. Шмарова. – Пенза: ПГУАС, 2016. – 28 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», «Строение атомного ядра»).

Методические указания разработаны на кафедре «Физика и химия» и предназначены для контроля знаний студентов направления подготовки 27.03.01 «Стандартизация и метрология».

© 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 27.03.01 «Стандартизация и метрология» 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 формирует у обучающихся следующие компетенции:

- **способность к самоорганизации и самообразованию**

В результате освоения данной компетенции обучающийся должен:

знать: основные познавательные процессы, понятия «мотивация» и «потребность»; методы формирования волевых качеств личности; основы культуры мышления; способы организации самостоятельной работы;

уметь: применять методы и средства познания для интеллектуального развития, повышения культурного уровня; стремиться к саморазвитию, анализируя недостатки и исправляя ошибки в применении знаний; диагностировать неполноту знаний; организовывать учебную деятельность: ставить цель, планировать, определять оптимальное соотношение цели и средств; применять методы формирования волевых качеств; осваивать самостоятельно новые разделы фундаментальных наук, используя достигнутый уровень знаний; выстраивать перспективы профессионального саморазвития; предвидеть возможные результаты своих действий;

владеть: методами формирования волевых качеств; приемами развития памяти, мышления; развитой мотивацией к саморазвитию и самообразованию; методами развития личности; методами научного познания; навыками планирования и организации работы; навыками контроля и оценки своей деятельности;

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

В результате освоения данной компетенции обучающийся должен:

знать: физико-математические методы решения конкретных естественнонаучных и технических проблем; сущность работы с компьютером как средством управления информацией;

уметь: применять полученные знания по физике при изучении других дисциплин, выделять конкретное физическое содержание в прикладных задачах профессиональной деятельности; использовать методы физического моделирования, применять методы физико-математического анализа к решению конкретных естественнонаучных и технических проблем; использовать различные источники информации для решения познавательных и коммуникативных задач;

владеть: способами решения теоретических и экспериментальных задач; основами работы с компьютером как средством управления информацией на уровне, позволяющем использовать компьютерную технику в своей профессиональной деятельности;

• способность и готовность участвовать в организации работы по повышению научно-технических знаний, в развитии творческой инициативы, рационализаторской и изобретательской деятельности, во внедрении достижений отечественной и зарубежной науки, техники, в использовании передового опыта, обеспечивающих эффективную работу учреждения, предприятия

В результате освоения данной компетенции обучающийся должен:

знать: современные достижения в науке и технике; основные физические явления и основные законы физики; границы их применимости, применение законов в важнейших практических приложениях; основные физические величины и физические константы, их определение, смысл, способы и единицы их измерения;

уметь: организовывать эксперимент; анализировать и обобщать полученные результаты; выполнять опыты, лабораторные работы, экспериментальные исследования с использованием измерительных приборов; применять законы и методы математики, естественных, гуманитарных и экономических наук в профессиональной деятельности;

владеть: навыками планирования и организации работы; навыками контроля и оценки своей деятельности; навыками ведения физического эксперимента с использованием современной научной аппаратуры; способностью к использованию инновационных идей, формирующих новые подходы к изучению физических явлений; методами исследования объектов и явлений природы; эвристическими методами решения проблем.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ

Прежде чем приступать к решению задач контрольной работы, необходимо изучить теоретический материал по данному разделу курса физики.

Методика решения задач по физике включает в себя несколько этапов.

1. Внимательно изучите условие задачи, попытайтесь понять физическую сущность рассматриваемых в ней явлений или процессов, уясните основной вопрос задачи.

2. Кратко запишите условие задачи. Выпишите все данные, известные и искомые величины, при этом переведите значения всех величин в СИ.

3. Начертите рисунок, схему или чертеж. Правильно выполненный рисунок способствует пониманию сущности рассматриваемых процессов и явлений.

4. Выясните, с помощью каких физических законов можно описать рассмотренную в задаче ситуацию. Напишите уравнения состояния или процессов в общем виде. Если в закон входят векторные величины, то запишите этот закон в векторном виде.

5. Применяя условие задачи, следует конкретизировать общие уравнения. При этом получается система уравнений, описывающих данную задачу. Выберите направления координатных осей и запишите векторные соотношения в проекциях на оси координат в виде скалярных уравнений, связывающих известные и искомые величины.

6. Решите полученное уравнение (или систему уравнений) относительно искомой величины. В результате будет выведена формула, представляющая собой алгебраическое решение задачи. Проверьте правильность решения с помощью обозначений единиц физических величин (размерностей).

7. Подставьте в общее решение числовые значения физических величин и произведите вычисления с учетом правил приближенных вычислений.

8. Проанализируйте и проверьте полученный результат, оцените его реальность. Запишите его в единицах СИ или в тех единицах, которые указаны в условии задачи. Анализируя ход решения и результат, дайте ответ на вопрос, поставленный в задаче.

Контрольная работа №1. ЭЛЕМЕНТЫ КИНЕМАТИКИ. ДИНАМИКА

Пример 1. Задан радиус-вектор точки: $\vec{r} = At\vec{i} + Bt^2\vec{j} + C\vec{k}$, где $A=1$ м/с, $B=2$ м/с², $C=3$ м. Определите модуль скорости в момент времени 2 с.

Дано:

$$\vec{r} = At\vec{i} + Bt^2\vec{j} + C\vec{k}$$

$$A=1 \text{ м/с}$$

$$B=2 \text{ м/с}^2$$

$$C=3 \text{ м}$$

$$t=2 \text{ с}$$

$$v - ?$$

Решение.

Так как $\vec{r} = x\vec{i} + y\vec{j} + z\vec{k}$, то

$$x = At, \quad y = Bt^2, \quad z = C.$$

$$v_x = \frac{dx}{dt} = A; \quad v_y = \frac{dy}{dt} = 2Bt; \quad v_z = \frac{dz}{dt} = 0;$$

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2 + v_z^2} = \sqrt{A^2 + 4B^2t^2}.$$

Расчет: $v = \sqrt{1^2 + 4 \cdot 2^2 \cdot 2^2} = \sqrt{65} \approx 8,1 \text{ м/с}.$

Ответ: 8,1 м/с.

Пример 2. Частица массой 100 кг движется вдоль прямой под действием силы, изменяющейся с течением времени по закону $F = bt$, где $b=10$ Н/с. Определите время, за которое скорость частицы увеличится с 5 м/с до 25 м/с.

Дано:

$$F = bt$$

$$m=100 \text{ кг}$$

$$b=10 \text{ Н/с}$$

$$v_0=5 \text{ м/с}$$

$$v=25 \text{ м/с}$$

$$t - ?$$

Решение.

По второму закону Ньютона $a = \frac{F}{m}$, по определению $a = \frac{dv}{dt}$. Следовательно: $\frac{F}{m} = \frac{dv}{dt}$.

Так как $F = bt$, то $\frac{bt}{m} = \frac{dv}{dt}$.

$$tdt = \frac{m dv}{b}; \quad \int_0^t t dt = \int_{v_0}^v \frac{m dv}{b}; \quad \frac{t^2}{2} = \frac{m}{b} \int_{v_0}^v dv;$$

$$t = \sqrt{\frac{2m}{b}(v - v_0)}.$$

Расчет: $t = \sqrt{\frac{2 \cdot 100}{10}(25 - 5)} = 20 \text{ с}.$

Ответ: 20 с.

Вариант 1

1. Точка движется вдоль прямой, совпадающей с осью ОХ. Ее координата изменяется по закону $x = 27t - t^3$. Определите среднюю скорость точки на промежутке времени от 1 с до 3 с.

2. Уравнение перемещения точки имеет вид $s = 2t + 3t^2$. Найдите скорость тела в момент времени 3 с.

3. Определите путь, пройденный телом, которое движется по прямолинейной траектории в течение 10 с, если его скорость изменяется по закону $v = 30 + 2t$.

4. Радиус-вектор тела изменяется со временем по закону $\vec{r} = 3t\vec{i} + 0,5t^2\vec{j}$. Определите модуль скорости тела в момент времени 4 с.

5. Заданы уравнения движения точки: $x = 3t$, $y = 3t\left(1 + \frac{1}{12}t\right)$. Определите модуль вектора скорости в момент времени 2 с.

Вариант 2

1. Точка движется по окружности так, что ее угловая скорость изменяется по закону $\omega = -8t$. Определите угловое перемещение точки за промежуток времени от 0 до 3 с.

2. Заданы проекции вектора ускорения точки: $a_x = 0,8t$, $a_y = 0,8$. Определите ее тангенциальное ускорение в момент времени 2 с, если в начальный момент времени точка находилась в покое.

3. Материальная точка движется по окружности радиусом 1 м согласно уравнению $s = 8 - 0,2t^2$. Определите нормальное ускорение точки в момент времени 3 с.

4. На тело массой 2 кг, движущееся вдоль прямой, действует сила $F = 3t$. Определите путь, пройденный телом за первые четыре секунды при условии, что в начальный момент времени скорость тела 2 м/с.

5. Автомобиль массой 2 т движется со скоростью 90 км/ч. В начальный момент времени на него начинает действовать сила торможения, изменяющаяся по закону $F = 10t$. Через какое время автомобиль остановится и какой путь он пройдет до остановки?

Контрольная работа №2.
МЕХАНИКА ТВЕРДОГО ТЕЛА.
РАБОТА И ЭНЕРГИЯ

Пример 1. По заданному уравнению вращения $\varphi = At^3 - Bt^2$ ($A=1 \text{ рад/с}^3$, $B=5 \text{ рад/с}^2$) однородного цилиндра радиусом $\sqrt{2}$ м и массой 60 кг определите вращающий момент внешних сил, действующих на него в момент времени 2 с.

Дано:

$$\varphi = At^3 - Bt^2$$

$$A=1 \text{ рад/с}^3$$

$$B=5 \text{ рад/с}^2$$

$$R = \sqrt{2} \text{ м}$$

$$m=60 \text{ кг}$$

$$t=2 \text{ с}$$

$$M - ?$$

Решение.

Согласно основному уравнению динамики вращательного движения: $M = I\alpha$, где I – момент инерции цилиндра, α – его угловое ускорение.

$$I = \frac{mR^2}{2}; \quad \omega = \frac{d\varphi}{dt} = 3At^2 - 2Bt;$$

$$\alpha = \frac{d^2\varphi}{dt^2} = \frac{d\omega}{dt} = 6At - 2B;$$

$$M = \frac{m}{2}R^2(6At - 2B).$$

Расчет: $M = \frac{60}{2}(\sqrt{2})^2(6 \cdot 1 \cdot 2 - 2 \cdot 5) = 120 \text{ Н}\cdot\text{м}.$

Ответ: 120 Н·м.

Пример 2. Материальная точка движется прямолинейно по горизонтальной плоскости по закону $S = Ct^4$, где $C=1 \text{ м/с}$, под действием силы $F = Bt^2$, где $B=12 \text{ Н/с}^2$. Определите работу этой силы по перемещению точки из начального положения в точку, где $S=4 \text{ м}$.

Дано:

$$S = Ct^4$$

$$C=1 \text{ м/с}$$

$$F = Bt^2$$

$$B=12 \text{ Н/с}^2$$

$$S=4 \text{ м}$$

$$A - ?$$

Решение.

Работа переменной силы: $A = \int_0^s F ds.$

Перейдем к новой переменной интегрирования:

$$d[S(t)] = S' dt = (Ct^4)' dt = 4Ct^3 dt.$$

$$A = \int_0^t F 4Ct^3 dt = \int_0^t Bt^2 4Ct^3 dt = 4BC \frac{t^6}{6} = \frac{2}{3} BCt^6.$$

Расчет: в полученной формуле t – момент времени, когда точка проходит путь 4 м. Найдем этот момент из формулы пути: $S = 4$; $Ct^4 = 4$;

$$t = \sqrt[4]{\frac{4}{C}}; \quad t = \sqrt[4]{\frac{4}{1}} = \sqrt{2} \text{ с.} \quad A = \frac{2}{3} \cdot 12 \cdot 1 \cdot (\sqrt{2})^6 = 64 \text{ Дж.}$$

Ответ: 64 Дж.

Вариант 1

1. Чему равен момент инерции тонкого однородного стержня массой m и длиной l относительно оси, проходящей через его конец перпендикулярно стержню?

2. Величина момента импульса тела относительно неподвижной оси изменяется по закону $L(t) = -\frac{1}{3}t^3 + 4t$. Найдите зависимость величины момента сил, действующих на тело.

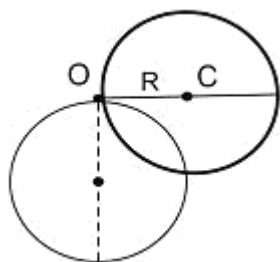


Рис. 1

3. Тонкий обруч радиусом 1 м (рис. 1), способный свободно вращаться вокруг горизонтальной оси, проходящей через точку O перпендикулярно плоскости рисунка, отклонили от вертикали на угол $\frac{\pi}{2}$ и отпустили. Определите угловое ускорение обруча в начальный момент времени.

4. Величина момента импульса тела изменяется с течением времени по закону $L = 2t^2 + 7t - 5$. Чему равен момент инерции тела, если в момент времени 2 с угловое ускорение составляет 3 рад/с²?

5. Однородный диск радиусом 0,2 м и массой 5 кг вращается вокруг оси, проходящей через его центр. Зависимость угловой скорости от времени описывается уравнением $\omega = 2 + 8t$. Найдите величину касательной силы, приложенной к ободу диска. Трением пренебречь.

Вариант 2

1. Тонкостенный цилиндр массой 2 кг и радиусом 0,3 м вращается вокруг своей оси с частотой 20 об/мин. Определите, с какой частотой он будет вращаться через 1 с после приложения вращающего момента внешних сил $M = 3t^2$.

2. Горизонтальная балка массой 150 кг лежит обоими концами на опорах. На балке на расстоянии в четверть ее длины от одного из концов установлен груз массой 200 кг. Определите реакции опор.

3. Потенциальная энергия частицы задается функцией $U = -xyz$. Чему равна F_x – компонента вектора силы, действующей на частицу в точке A(1, 2, 3)?

4. Материальная точка массой 100 г начинает двигаться под действием силы $\vec{F} = 3t\vec{i} + 2t^2\vec{j}$. Зависимость радиуса-вектора материальной точки от времени имеет вид $\vec{r} = t^2\vec{i} + t^3\vec{j}$. Определите мощность, развиваемую силой в момент времени 1 с.

5. Тело массой 1 кг поднимают по наклонной плоскости. Высота наклонной плоскости 1 м, длина ее основания 2 м, коэффициент трения 0,2. Определите минимальную работу, необходимую для подъема тела.

Контрольная работа №3. ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ

Пример 1. На двух одинаковых каплях воды находится по лишнему электрону, причем сила электростатического отталкивания капелек уравновешивает гравитационную силу их взаимного притяжения. Каковы радиусы капелек? Плотность воды 10^3 кг/м^3 .

Дано: $m_1 = m_2 = m$ $q_1 = q_2 = e$ $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$ $R_1 = R_2 = R$ $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$ $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2$ $F_3 = F_r$ $\rho = 10^3 \text{ кг/м}^3$	Решение. Так как силы электростатического и гравитационного взаимодействия равны и противоположны по направлению, то $F_3 = F_r$. Используя закон Кулона и закон всемирного тяготения, запишем: $\frac{q_1 q_2}{4\pi\epsilon_0 r^2} = G \frac{m_1 m_2}{r^2}; \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0} = G m^2.$ Выразим массу капли воды через плотность и объем: $m = \rho V = \rho \frac{4}{3} \pi R^3$. Получим: $\frac{e^2}{4\pi\epsilon_0} = \frac{16}{9} G \pi^2 R^6 \rho^2; R = \sqrt[6]{\frac{9e^2}{64\pi^3 \epsilon_0 G \rho^2}}$
$R - ?$	$\text{Расчет: } R = \sqrt[6]{\frac{9 \cdot (1,6 \cdot 10^{-19})^2}{64 \cdot 3,14^3 \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \cdot 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 10^6}} = 1,64 \cdot 10^{-4} \text{ м.}$

Ответ: $1,64 \cdot 10^{-4} \text{ м.}$

Пример 2. Сила тока в проводнике изменяется со временем по закону $I = C + Bt$, где $C = 4 \text{ А}$; $B = 2 \text{ А/с}$. Какой заряд проходит через сечение проводника в интервале времени от $t_1 = 1 \text{ с}$ до $t_2 = 3 \text{ с}$?

Дано: $I = C + Bt$ $C = 4 \text{ А}$ $B = 2 \text{ А/с}$ $t_1 = 1 \text{ с}$ $t_2 = 3 \text{ с}$	Решение. В случае непостоянного тока сила тока $I = \frac{dq}{dt}$, поэтому за бесконечно малый промежуток времени dt через поперечное сечение проводника проходит заряд: $dq = Idt$. За промежуток времени от t_1 до t_2 заряд равен:
$q - ?$	$q = \int_{t_1}^{t_2} Idt = \int_{t_1}^{t_2} (C + Bt) dt = \int_{t_1}^{t_2} C dt + \int_{t_1}^{t_2} Bt dt = C(t_2 - t_1) + \frac{B(t_2^2 - t_1^2)}{2}.$

Расчет: $q = 4 \cdot (3 - 1) + \frac{2 \cdot (3^2 - 1^2)}{2} = 16 \text{ Кл.}$

Ответ: 16 Кл.

Вариант 1

1. Два проводника заряжены до потенциалов 30 В и –20 В. Заряд 100 нКл переносят с первого проводника на второй. Какую работу совершают при этом силы поля?

2. К незаряженному конденсатору электроемкостью C параллельно присоединили второй конденсатор такой же емкости с зарядом Q . Определите энергию электрического поля полученной системы.

3. Электростатическое поле создается бесконечной плоскостью, равномерно заряженной с поверхностной плотностью 1 нКл/м^2 . Определите разность потенциалов между двумя точками этого поля, лежащими на расстоянии 20 см и 50 см от плоскости.

4. Расстояние между зарядами 22,5 нКл и –44 нКл равно 5 см. Найдите напряженность поля в точке, находящейся в 4 см от первого и в 3 см от второго заряда.

5. Определите линейную плотность заряда положительно заряженной тонкой бесконечной нити, если напряженность электрического поля, создаваемая этой нитью на расстоянии 10 см от нее, равна 10 В/м.

Вариант 2

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. Птица сидит на проводе линии электропередачи, сопротивление которого $2,5 \cdot 10^{-5} \text{ Ом}$ на каждый метр длины. Под каким напряжением находится птица, если по проводу течет ток силой 2 кА, а расстояние между лапами птицы составляет 5 см?

3. Электропроводка должна выполняться из достаточно толстого провода, чтобы он сильно не нагревался и не создавал угрозы пожара. Каким должен быть диаметр медного провода, если проводка рассчитана на максимальную силу тока 16 А и на погонном метре провода должно выделяться не более 2 Вт тепла? Удельное сопротивление меди равно $17 \text{ нОм} \cdot \text{м}$.

4. Имеется моток медной проволоки с площадью поперечного сечения $0,4 \text{ мм}^2$. Масса проволоки 0,3 кг. Определите сопротивление проволоки. Удельное сопротивление и плотность меди равны соответственно $0,017 \text{ мкОм} \cdot \text{м}$ и $8,6 \text{ г/см}^3$.

5. Плотность электрического тока в медном проводе равна 10 А/см^2 . Определите плотность тепловой мощности тока, если удельное сопротивление меди равно $1,7 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$.

Контрольная работа №4. КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ

Пример 1. Материальная точка совершает гармонические колебания вдоль оси X . По прошествии времени $t_1=0,1$ с от начала движения смещение точки от положения равновесия $x_1=0,05$ м, скорость $v_{1x}=0,62$ м/с, ускорение $a_{1x}=-5,4$ м/с². Определите: 1) амплитуду, циклическую частоту и начальную фазу колебаний; 2) смещение, скорость и ускорение в начальный момент времени.

Дано:

$$t_1=0,1 \text{ с}$$

$$x_1=0,05 \text{ м}$$

$$v_{1x}=0,62 \text{ м/с}$$

$$a_{1x}=-5,4 \text{ м/с}^2$$

$$A - ?$$

$$\omega_0 - ?$$

$$\varphi_0 - ?$$

$$x(0) - ?$$

$$v_x(0) - ?$$

$$a_x(0) - ?$$

Решение.

Закон колебаний материальной точки:

$$x = A \sin(\omega t + \varphi_0).$$

Законы изменения скорости и ускорения со временем:

$$v_x = \frac{dx}{dt} = A\omega \cos(\omega t + \varphi_0);$$

$$a_x = \frac{dv}{dt} = -A\omega^2 \sin(\omega t + \varphi_0).$$

Подставим данные из условия:

$$x_1 = A \sin(\omega t_1 + \varphi_0); \quad (1)$$

$$v_{x1} = A\omega \cos(\omega t_1 + \varphi_0); \quad (2)$$

$$a_{x1} = -A\omega^2 \sin(\omega t_1 + \varphi_0). \quad (3)$$

Из уравнений (1) и (3) получим: $a_{x1} = -x_1\omega^2$; $\omega = \sqrt{\frac{-a_{1x}}{x_1}}$.

Возведя в квадрат уравнения (1) и (2) (предварительно следует второе уравнение разделить на ω) и почленно сложив их, получаем $x_1^2 + \frac{v_{1x}^2}{\omega^2} = A^2$,

откуда амплитуда колебаний $A = \sqrt{x_1^2 + \frac{v_{1x}^2}{\omega^2}}$.

Начальную фазу найдем из уравнения (1): $\varphi_0 = \arcsin \frac{x_1}{A} - \omega t_1$.

По найденным значениям амплитуды, циклической частоты и начальной фазы найдем координату, скорость и ускорение точки в начальный момент времени.

$$\text{Расчет: } \omega = \sqrt{\frac{5,4}{0,05}} = 10,4 \text{ с}^{-1}; \quad A = \sqrt{25 \cdot 10^{-4} + \frac{0,62^2}{10,4^2}} = 0,078 \text{ м};$$

$$\varphi_0 = \arcsin \frac{0,05}{0,078} - 10,4 \cdot 0,1 = -0,35 \text{ рад} = -\frac{\pi}{9} \text{ рад};$$

$$x(0) = 0,078 \sin\left(-\frac{\pi}{9}\right) = -0,027 \text{ м}; \quad v_x(0) = 0,078 \cdot 10,4 \cos\left(-\frac{\pi}{9}\right) = 0,76 \text{ м/с};$$

$$a_x(0) = -0,078 \cdot 10,4^2 \sin\left(-\frac{\pi}{9}\right) = 2,89 \text{ м/с}^2.$$

Ответ: 0,078 м; 10,4 с⁻¹; $-\frac{\pi}{9}$ рад; -0,027 м; 0,76 м/с; 2,89 м/с².

Пример 2. Поперечная волна распространяется вдоль упругого шнура со скоростью $v=10$ м/с. Амплитуда колебаний точек шнура $A=5$ см, период колебаний $T=1$ с. Запишите уравнение волны и определите: 1) длину волны; 2) фазу колебаний, смещение, скорость и ускорение точки, расположенной на расстоянии $x_1=9$ м от источника колебаний в момент времени $t_1=2,5$ с.

Дано:
 $v=10$ м/с
 $A=5$ см
 $T=1$ с
 $x_1=9$ м
 $t_1=2,5$ с

Решение.

Уравнение волны, распространяющейся вдоль шнура: $\xi = A \cos \omega \left(t - \frac{x}{v} \right)$, где $\omega = \frac{2\pi}{T}$ – циклическая

частота. Получим: $\xi = A \cos \frac{2\pi}{T} \left(t - \frac{x}{v} \right)$.

$\xi(x, t) - ?$

$\lambda - ?$

$\varphi_1 - ?$

$\xi_1 - ?$

$v_1 - ?$

$a_1 - ?$

Длина волны $\lambda = vT$, фаза волны

$$\varphi_1 = \frac{2\pi}{T} \left(t_1 - \frac{x_1}{v} \right).$$

Скорость точки $v = \frac{d\xi}{dt} = -A \frac{2\pi}{T} \sin \frac{2\pi}{T} \left(t_1 - \frac{x_1}{v} \right)$;

ускорение $a = \frac{dv}{dt} = -A \frac{4\pi^2}{T^2} \cos \frac{2\pi}{T} \left(t_1 - \frac{x_1}{v} \right)$.

Расчет: $\xi(x, t) = 0,05 \cos \frac{2\pi}{1} \left(t - \frac{x}{10} \right) = 0,05 \cos \left(2\pi t - \frac{\pi x}{5} \right)$;

$$\xi = 0,05 \cos \frac{2\pi}{1} \left(2,5 - \frac{9}{10} \right) = 0,05 \cos 3,2\pi = -0,04 \text{ м};$$

$$\lambda = 10 \cdot 1 = 10 \text{ м}; \quad \varphi_1 = \frac{2\pi}{1} \left(2,5 - \frac{9}{10} \right) = 3,2\pi \text{ рад};$$

$$v_1 = -0,05 \frac{2\pi}{1} \sin \frac{2\pi}{1} \left(2,5 - \frac{9}{10} \right) = -0,185 \text{ м/с};$$

$$a_1 = -0,05 \frac{4\pi^2}{1} \cos 3,2\pi = -1,6 \text{ м/с}^2.$$

Ответ: $\xi(x, t) = 0,05 \cos\left(2\pi t - \frac{\pi x}{5}\right)$; 10 м; $3,2\pi$ рад; $-0,04$ м; $-0,185$ м/с; $-1,6$ м/с².

Вариант 1

1. Маятник настенных механических часов представляет собой легкий стержень с грузиком. Для регулировки точности хода часов грузик можно перемещать по стержню. Как изменится период колебаний маятника, если грузик переместить с конца стержня на середину?

2. Амплитуда колебаний груза массой 1,5 кг, скрепленного с горизонтальной пружиной, жесткость которой 1200 Н/м, равна 0,1 м. Определите полную механическую энергию системы и ее период колебаний, а также потенциальную и кинетическую энергию системы при фазе 50° . Колебания происходят по косинусоидальному закону с нулевой начальной фазой.

3. Диск радиусом 20 см подвешен на веревке длиной 30 см, прикрепленной к его ободу. Найдите период качаний диска вокруг точки подвеса.

4. Частица участвует в двух однонаправленных колебаниях: $x_1 = A_1 \sin \omega t$ и $x_2 = A_2 \cos \omega t$, где $\omega = 1 \text{ с}^{-1}$, $A_1 = 0,001$ м, $A_2 = 0,002$ м. Определите амплитуду результирующего колебания, его частоту и начальную фазу. Запишите уравнение результирующего колебания.

5. Маятник совершает вынужденные колебания со слабым коэффициентом затухания, которые подчиняются дифференциальному уравнению $\frac{d^2x}{dt^2} + 0,5 \frac{dx}{dt} + 900x = 0,1 \cos 150t$. Во сколько раз нужно уменьшить частоту вынуждающей силы, чтобы амплитуда колебаний стала максимальной?

Вариант 2

1. Затухающие колебания частицы описываются уравнением $x(t) = 0,7e^{-0,4t} \cos(1,5t + 0,6)$. Определите период свободных колебаний частицы в том случае, когда силы сопротивления отсутствуют.

2. Через сколько времени после начала колебаний энергия колебаний камертона с частотой 600 Гц уменьшится в 10^6 раз, если логарифмический декремент колебаний равен 0,0008?

3. На сколько резонансная частота отличается от частоты собственных колебаний осциллятора, равной 1 кГц, если коэффициент затухания 400 с^{-1} ?

4. Уравнение бегущей волны имеет вид $\xi = 6 \cdot 10^{-3} \cos(1570t - 4,6x)$. Чему равно отношение амплитудного значения скорости частиц среды к скорости распространения волны?

5. В упругой среде плотностью ρ распространяется плоская синусоидальная волна. Во сколько раз увеличится плотность потока энергии, если амплитуда волны увеличится в 4 раза?

Контрольная работа №5. ОПТИКА

Пример 1. В опыте Юнга (рис. 2) отверстия освещались монохроматическим светом с длиной волны 600 нм. Расстояние между отверстиями 1 мм, расстояние от отверстий до экрана 3 м. Найти положение первых трех светлых полос.

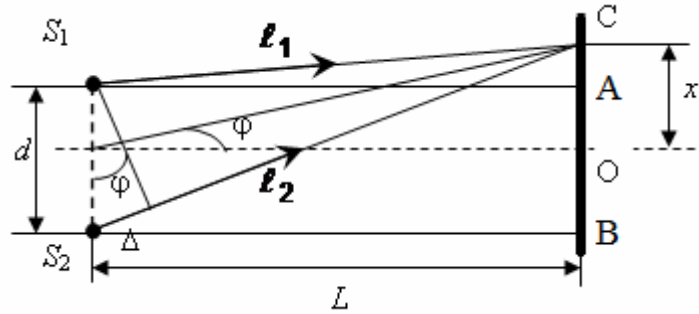


Рис. 2

Дано:

$$\lambda = 600 \text{ нм} = 6 \cdot 10^{-7} \text{ м}$$

$$d = 1 \text{ мм} = 10^{-3} \text{ м}$$

$$L = 3 \text{ м}$$

$$m_1 = 1$$

$$m_2 = 2$$

$$m_3 = 3$$

$$x_1 = ?$$

$$x_2 = ?$$

$$x_3 = ?$$

Решение.

На рис. 2 треугольники AS_1C и BS_2C прямоугольные. Для них запишем выражения:

$$l_1^2 = L^2 + \left(x - \frac{d}{2}\right)^2; \quad l_2^2 = L^2 + \left(x + \frac{d}{2}\right)^2.$$

Вычтем из второго уравнения первое:

$$(l_2 - l_1)(l_2 + l_1) = \left(x + \frac{d}{2}\right)^2 - \left(x - \frac{d}{2}\right)^2.$$

Учтем, что $l_2 + l_1 \approx 2L$, $(l_2 - l_1) = \Delta$ и преобразуем правую часть равенства:

$$2\Delta L = 2xd + \frac{d^2}{2}.$$

Так как расстояние между источниками много меньше расстояния от источников до экрана, то $\frac{d^2}{2} \approx 0$.

Условие максимума интерференции: $\Delta = m\lambda$.

$$\text{Получим: } 2m\lambda L = 2xd; \quad x = \frac{m\lambda L}{d}.$$

$$\text{Расчет: } x_1 = \frac{1 \cdot 3 \cdot 0,6 \cdot 10^{-6}}{10^{-3}} = 1,8 \cdot 10^{-3} \text{ м} = 1,8 \text{ мм}$$

$$x_2 = \frac{2 \cdot 3 \cdot 0,6 \cdot 10^{-6}}{10^{-3}} = 3,6 \cdot 10^{-3} \text{ м} = 3,6 \text{ мм};$$

$$x_3 = \frac{3 \cdot 3 \cdot 0,6 \cdot 10^{-6}}{10^{-3}} = 5,4 \cdot 10^{-3} \text{ м} = 5,4 \text{ мм}$$

Ответ: 1,8 мм; 3,6 мм; 5,4 мм.

Пример 2. Чему равно число штрихов на 1 мм длины дифракционной решетки, если зеленая линия ртути (длина волны 546,1 нм) в спектре первого порядка наблюдается под углом $19^\circ 8'$.

Дано:
 $l = 1 \text{ мм} = 10^{-3} \text{ м}$
 $\lambda = 546,1 \text{ нм} =$
 $= 546,1 \cdot 10^{-9} \text{ м}$
 $m = 1$
 $\varphi = 19^\circ 8'$

Решение.

Условие максимумов для дифракционной решетки:

$$d \sin \varphi = m\lambda, \text{ откуда } d = \frac{m\lambda}{\sin \varphi}.$$

$$\text{Число штрихов } N = \frac{l}{d}.$$

$$\text{Следовательно, } N = \frac{l \sin \varphi}{m\lambda}$$

$N = ?$

$$\text{Расчет: } N = \frac{10^{-3} \sin 19^\circ 8'}{1 \cdot 546,1 \cdot 10^{-9}} = 6 \cdot 10^5 \text{ м}^{-1} = 600 \text{ мм}^{-1}.$$

Ответ: 600 мм^{-1} .

Вариант 1

1. Расстояние между источниками в опыте Юнга увеличили в 2 раза. Как изменится расстояние от первого максимума интерференционной картины до центральной линии экрана?

2. При наблюдении интерференции фиолетового света в опыте Юнга расстояние между соседними темными полосами на экране равно 2 мм. Каким станет это расстояние, если источник фиолетового света заменили источником красного света, длина волны которого в 1,5 раза больше?

3. Определите число штрихов на 1 мм дифракционной решетки, если углу $\pi/2$ соответствует максимум пятого порядка для монохроматического света с длиной волны 0,5 мкм.

4. Естественный свет проходит через два поляризатора, угол между главными плоскостями которых 30° . Во сколько раз изменится интенсивность света, прошедшего через эту систему, если угол между плоскостями поляризаторов увеличить в два раза?

5. Анализатор в 2 раза уменьшает интенсивность линейно поляризованного света, проходящего к нему от поляризатора. Если между поляризатором и анализатором поместить кварцевую пластинку, то свет через такую систему проходить не будет. На какой угол при этом кварцевая пластинка поворачивает плоскость поляризации?

Вариант 2

1. Расстояние от источников до экрана уменьшили в 4 раза. Как изменится ширина интерференционной полосы при прочих равных условиях?

2. Плосковыпуклая линза выпуклой стороной лежит на стеклянной пластинке (установка для наблюдения колец Ньютона). На плоскую поверхность линзы нормально падает свет с длиной волны 0,6 мкм. Какова толщина воздушного зазора в том месте, где в отраженном свете видно первое темное кольцо?

3. Два полупрозрачных зеркала расположены параллельно друг другу. На них перпендикулярно плоскостям этих зеркал падает световая волна, частота которой равна $0,5 \cdot 10^{15}$ Гц. При каком минимальном расстоянии между зеркалами может наблюдаться первый интерференционный минимум в проходящем свете?

4. На дифракционную решетку по нормали к ее поверхности падает плоская световая волна с длиной волны λ . Каков наибольший порядок максимума, наблюдаемого в фокальной плоскости собирающей линзы, если постоянная решетки $d = 4,5\lambda$?

5. При падении света из воздуха на диэлектрик отраженный луч полностью поляризован. Угол падения 60° . Чему равен угол преломления?

Контрольная работа №6. КВАНТОВАЯ ПРИРОДА ИЗЛУЧЕНИЯ. ЭЛЕМЕНТЫ КВАНТОВОЙ МЕХАНИКИ

Пример 1. Давление света, производимое на зеркальную поверхность, равно 5 мПа. Определите концентрацию фотонов вблизи поверхности, если длина волны света, падающего на поверхность, равна 0,5 мкм.

Дано:
 $\lambda = 0,5 \text{ мкм} = 5 \cdot 10^{-7} \text{ м}$
 $p = 5 \text{ мПа} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ Па}$
 $c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
 $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

Решение.

Давление монохроматического света, падающего перпендикулярно поверхности, определяется по формуле:

$$p = \frac{h\nu}{c} N(\rho + 1),$$

$n - ?$

где N – число фотонов, падающих в единицу

времени на единицу площади поверхности; $\nu = \frac{c}{\lambda}$ – частота моно-

хроматического излучения; ρ – коэффициент отражения поверхности.

$\rho = 1$ для зеркальной поверхности.

Концентрация фотонов вблизи поверхности $n = \frac{N}{c}$.

Выразим число фотонов из формулы для давления и подставим в формулу для концентрации: $n = \frac{p\lambda}{2hc}$.

Расчет: $n = \frac{5 \cdot 10^{-3} \cdot 5 \cdot 10^{-7}}{2 \cdot 6,62 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8} = 6,3 \cdot 10^{15} \text{ м}^{-3}$.

Ответ: $6,3 \cdot 10^{15} \text{ м}^{-3}$.

Пример 2. Вычислите длину волны света, излучаемого атомом водорода при переходе электрона с пятого энергетического уровня на третий. Определите энергию, массу и количество движения испускаемого фотона.

Дано:
 $n = 3$
 $m = 5$

Решение.

Длину волны испускаемого излучения можно найти, воспользовавшись серийной формулой для водорода:

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right), \text{ где } R - \text{ постоянная Ридберга;}$$

m и n – главные квантовые числа. Выразим длину волны:

$$\lambda = \frac{n^2 m^2}{R(m^2 - n^2)}.$$

Энергия фотона $\varepsilon = h\nu = h\frac{c}{\lambda}$; масса фотона $m = \frac{\varepsilon}{c^2}$; количество движения (импульс) $p = mc$.

$$\text{Расчет: } \lambda = \frac{3^2 \cdot 5^2}{1,10 \cdot 10^7 \cdot (5^2 - 3^2)} = 1,28 \text{ мкм};$$

$$\varepsilon = 6,63 \cdot 10^{-34} \frac{3 \cdot 10^8}{1,28 \cdot 10^{-6}} = 1,55 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}; m = \frac{1,55 \cdot 10^{-19}}{(3 \cdot 10^8)^2} = 1,72 \cdot 10^{-35} \text{ кг};$$

$$p = 1,72 \cdot 10^{-35} \cdot 3 \cdot 10^8 = 5,15 \cdot 10^{-27} \text{ кг}\cdot\text{м/с}.$$

Ответ: 1,28 мкм; $1,55 \cdot 10^{-19}$ Дж; $1,72 \cdot 10^{-35}$ кг; $5,15 \cdot 10^{-27}$ кг·м/с.

Вариант 1

1. Сколько линий спектра атома водорода попадает в видимую область ($\lambda=0,40-0,76$ мкм)? Вычислите длины волн этих линий. Каким цветам они соответствуют?

2. Найдите скорость электрона на первой боровской орбите в атоме водорода. Радиус орбиты $0,53 \cdot 10^{-10}$ м.

3. Определите координаты точек ($0 < x < l$) глубокой потенциальной ямы, в которых плотность вероятности обнаружения электрона на первом энергетическом уровне равна $w = \frac{3}{2l}$. (l – ширина ямы).

4. Солнечный свет падает на зеркальную поверхность по нормали к ней. Интенсивность солнечного излучения равна $1,37$ кВт/м². Чему равно давление света на поверхность? Ответ выразите в мкПа и округлите до целых.

5. Черное тело нагрели до температуры 500 К. Найдите длину волны, на которую приходится максимум спектральной плотности излучения.

Вариант 2

1. Атом водорода переведен из нормального состояния в возбужденное, характеризующееся главным квантовым числом 3 . Какие спектральные линии могут появиться в спектре водорода при переходе атома из возбужденного состояния в нормальное?

2. Чему равен боровский радиус однократно ионизированного атома лития?

3. Частица находится в бесконечно глубокой одномерной потенциальной яме шириной l на втором энергетическом уровне. Определите вероятность обнаружения частицы в пределах от 0 до $\frac{l}{3}$.

4. Свет с длиной волны $0,5$ мкм нормально падает на зеркальную поверхность и производит на нее давление 4 мкПа. Определите число фотонов, ежесекундно падающих на 1 см^2 этой поверхности.

5. Уединенный медный шарик освещается ультрафиолетовым излучением с длиной волны 165 нм. Работа выхода для меди равна $4,5$ эВ. Найдите максимальный потенциал, до которого может зарядиться шарик.

Контрольная работа №7. ОСНОВЫ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕРМОДИНАМИКИ

Пример 1. В баллоне объемом $V=10$ л находится гелий под давлением $p_1=1$ МПа при температуре $T_1=300$ К. После того как из баллона было израсходовано $m=10$ г гелия температура в нём понизилась до $T_2=290$ К. Определите давление p_2 гелия, оставшегося в баллоне.

Дано:

$$V=10 \text{ л}$$

$$p_1=1 \text{ МПа}$$

$$T_1=300 \text{ К}$$

$$m=10 \text{ г}$$

$$T_2=290 \text{ К}$$

$$M=4 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$$

$$p_2=?$$

Решение.

Для решения задачи воспользуемся уравнением Клапейрона–Менделеева, применив его дважды к начальному и конечному состояниям газа. Для начального состояния уравнение имеет вид:

$$p_1 V = \left(\frac{m_1}{M} \right) R T_1,$$

а для конечного состояния:

$$p_2 V = \left(\frac{m_2}{M} \right) R T_2.$$

Выразим массы m_1 и m_2 гелия: $m_1 = \frac{M p_1 V}{R T_1}$; $m_2 = \frac{M p_2 V}{R T_2}$.

Израсходованная масса гелия равна: $m = m_1 - m_2 = \frac{M p_1 V}{R T_1} - \frac{M p_2 V}{R T_2}$. Отсю-

да найдем искомое давление: $p_2 = \frac{R T_2}{M V} \left(\frac{M p_1 V}{R T_1} - m \right) = \frac{T_2}{T_1} p_1 - \frac{m}{M} \frac{R T_2}{V}$.

Расчет: $p_2 = \frac{290}{300} 10^6 - \frac{10^{-2}}{4 \cdot 10^{-3}} \frac{8,31 \cdot 300}{10^{-2}} = 3,64 \cdot 10^5 \text{ Па}$.

Ответ: $3,64 \cdot 10^5 \text{ Па}$.

Пример 2. Найдите удельную теплоемкость при постоянном объеме некоторого многоатомного газа, если известно, что плотность этого газа при нормальных условиях равна $0,795 \text{ кг/м}^3$.

Дано:

$$\rho=0,795 \text{ кг/м}^3$$

$$p=1,013 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

$$T=273 \text{ К}$$

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

$$C_V \text{ -?}$$

Решение.

Удельная теплоемкость газа при постоянном объеме определяется по формуле

$$C_V = \frac{iR}{2M},$$

где i – число степеней свободы; R – универсальная газовая постоянная; M – молярная масса газа.

Молярную массу газа выразим из уравнения Клапейрона–Менделеева:

$$pV = \frac{m}{M} RT; M = \frac{m}{V} \cdot \frac{RT}{p}.$$

Учитывая, что $\frac{m}{V} = \rho$ (ρ – плотность газа), запишем выражение для молярной массы газа в виде: $M = \rho \frac{RT}{p}$.

$$\text{Для удельной теплоемкости получим: } C_v = \frac{iRp}{2\rho RT} = \frac{ip}{2\rho T}.$$

Расчет: при расчетах учтем, что число степеней свободы для многоатомного газа $i = 6$.

$$C_v = \frac{6 \cdot 1,013 \cdot 10^5}{2 \cdot 0,795 \cdot 273} = 1,4 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}.$$

Ответ: $1,4 \cdot 10^3$ Дж/(кг·К).

Вариант 1

1. Газ занимает объем 5 л под давлением 2 МПа. Определите кинетическую энергию поступательного движения всех его молекул.
2. Водород находится при температуре 300 К. Найдите среднюю кинетическую энергию вращательного движения одной молекулы, а также суммарную кинетическую энергию всех молекул этого газа. Количество вещества водорода 0,5 моль.
3. Определите удельные теплоемкости некоторого двухатомного газа, если его плотность при нормальных условиях равна $1,43 \text{ кг/м}^3$.
4. Найти изменение энтропии при изобарическом расширении 8 г гелия от объема 10 л до объема 25 л.
5. Идеальный газ, совершающий цикл Карно, 70 % теплоты, полученной от нагревателя, отдает холодильнику. За цикл газ получает 5 кДж теплоты. Определите термический КПД цикла и работу за цикл.

Вариант 2

1. Баллон содержал идеальный газ при температуре 27°C и давлении 4 МПа. Каким будет давление в баллоне, если из него выпустить половину массы газа, а температуру снизить до 12°C ?
2. Средняя квадратичная скорость молекул некоторого газа при нормальных условиях равна 461 м/с. Какое количество молекул содержится в 1 г этого газа?

3. В результате изотермического процесса давление идеального газа возросло в 2 раза. Как и во сколько раз изменились а) длина свободного пробега молекул, б) средняя частота столкновений?

4. Трехатомный газ массой 2 кг под давлением 240 кПа и температуре 20 °С занимает объем 10 л. Определите удельную теплоемкость этого газа при постоянном давлении.

5. Двухатомный идеальный газ, занимавший при давлении 200 кПа объем 6 л, расширяется до объема вдвое большего, чем начальный. Процесс происходит так, что $pV^2 = \text{const}$. Найдите изменение внутренней энергии газа.

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА №8.
АТОМНОЕ ЯДРО.
ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ

Пример 1. Вычислите дефект масс, энергию связи и удельную энергию связи ядра ${}_{88}^{226}\text{Ra}$.

Дано: $m_H = 1,00783$ а.е.м. $m_n = 1,00867$ а.е.м. $m_a = 226,0254$ а.е.м. $Z = 88$ $A = 226$ $c^2 = 931,5$ МэВ/а.е.м.	Решение. Дефект массы ядра определяется по формуле $\Delta m = Zm_H + (A - Z)m_n - m_a,$ где Z – зарядовое число, A – массовое число, m_H – масса атома водорода; m_n – масса нейтрона, m_a – масса атома. Энергия связи ядра определяется по формуле: $E_{св} = c^2 \Delta m.$ Удельная энергия связи определяется по формуле $\frac{E_{св}}{A}$.
$\Delta m - ?$ $E_{св} - ?$ $\frac{E_{св}}{A} - ?$	

Расчет:

$$\Delta m = 88 \cdot 1,00783 + (226 - 88) \cdot 1,00867 - 226,0254 = 1,8601 \text{ а.е.м.};$$

$$E_{св} = 931,5 \cdot 1,8601 = 1732,68 \text{ (МэВ)};$$

$$\frac{E_{св}}{A} = \frac{1732,68}{226} = 7,7 \frac{\text{МэВ}}{\text{нуклон}}.$$

Ответ: 1,8601 а.е.м.; 1732,68 МэВ; 7,7 МэВ/нуклон.

Пример 2. Сколько атомов распадается в 1 г трития ${}^3_1\text{H}$ за среднее время жизни этого изотопа?

Дано: $m = 1 \text{ г} = 10^{-3} \text{ кг}$ $t = \tau$ $M = 3 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$ <hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin: 5px 0;"/> $N' - ?$	Решение. Согласно закону радиоактивного распада, $N = N_0 e^{-\lambda t};$ где N_0 – начальное число радиоактивных ядер; N – оставшееся число радиоактивных ядер в момент времени t , λ – постоянная радиоактивного распада. Среднее время жизни τ радиоактивного изотопа – величина, обратная постоянной распада: $\tau = \frac{1}{\lambda}$.
---	--

По условию $t = \tau$. Подставив это время в закон радиоактивного распада, получим:

$$N = \frac{N_0}{e}.$$

Число атомов, распавшихся за время $t = \tau$, равно

$$N' = N_0 - N = N_0 \left(1 - \frac{1}{e} \right).$$

Найдем число атомов N_0 , содержащихся в массе 1 г изотопа ${}^3_1\text{H}$:

$$N_0 = \frac{m}{M} N_A,$$

где M – молярная масса изотопа ${}^3_1\text{H}$, N_A – постоянная Авогадро.

Получим окончательную формулу для N' :

$$N' = \frac{m}{M} N_A \left(1 - \frac{1}{e} \right).$$

$$\text{Расчет: } N' = \frac{10^{-3} \cdot 6,02 \cdot 10^{23}}{3 \cdot 10^{-3}} \left(1 - \frac{1}{2,72} \right) = 1,27 \cdot 10^{23}.$$

Ответ: $1,27 \cdot 10^{23}$.

Вариант 1

1. Вычислите массу ядра изотопа ${}^{16}_8\text{O}$.
2. Сколько альфа-распадов и бета-распадов должно произойти при радиоактивном распаде ядра урана ${}^{238}_{92}\text{U}$ и конечном превращении его в стабильное ядро свинца ${}^{198}_{82}\text{Pb}$?
3. Начальное число ядер радиоактивного изотопа 10^{10} , его период полураспада равен 20 мин. Сколько ядер останется нераспавшимися через 40 минут?
4. Две элементарные частицы – протон и антипротон, имеющие массу по $1,67 \cdot 10^{-27}$ кг каждый, соединяясь, превращаются в 2 гамма-кванта. Сколько при этом освобождается энергии (в эВ)?
5. Определите энергетический выход ядерной реакции: ${}^9_4\text{Be} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^{12}_6\text{C} + {}^1_0\text{n}$.

Вариант 2

1. Найдите энергию связи нуклонов в ядре дейтерия.
2. Сколько альфа-распадов и бета-распадов должно произойти, чтобы уран ${}^{235}_{92}\text{U}$ превратился в стабильный изотоп свинца ${}^{207}_{82}\text{Pb}$?
3. Постоянная распада изотопа радия ${}^{219}_{88}\text{Ra}$ равна 700 с^{-1} . За какое время число радиоактивных ядер уменьшится в e^2 ($e \approx 2,7$) раз?

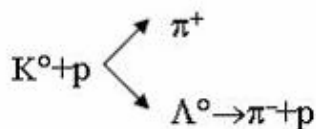


Рис. 3

4. Взаимодействие K-мезона с протоном в водородной пузырьковой камере идет по схеме, представленной на рис. 3. Определите заряд и спин K-мезона.
5. Чему равна энергия при делении одного ядра урана: ${}^{235}_{92}\text{U} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^{142}_{56}\text{Ba} + {}^{91}_{36}\text{Kr} + 3 {}^1_0\text{n}$? Удельная энергия связи ядер бария 8,38 МэВ/нуклон, криптона 8,55 МэВ/нуклон и урана 7,59 МэВ/нуклон.

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. Ливенцев, Н.М. Курс физики [Текст] / Н.М. Ливенцев. – СПб.: Лань, 2012. – 672 с.
2. Тополов, В.Ю. Анализ ответов при решении задач по общей физике [Текст] / В.Ю. Тополов, А.С. Богатин. – СПб.: Лань, 2012. – 80 с.
3. Калашников, Н.П. Графические методы решения задач по молекулярно-кинетической теории и термодинамике идеальных газов [Текст] / Н.П. Калашников, В.П. Красин. – СПб.: Лань, 2011. – 192 с.
4. Миронова, Г.А. Молекулярная физика в вопросах и задачах [Текст] / Г.А. Миронова, Н.Н. Брандт, А.М. Салецкий. – СПб.: Лань, 2012. – 352 с.
5. Брандт, Н.Н. Электростатика в вопросах и задачах [Текст] / Н.Н. Брандт, Г.А. Миронова, А.М. Салецкий. – СПб.: Лань, 2011. – 288 с.
6. Крамм, М.Н. Сборник задач по основам электродинамики [Текст] / М.Н. Крамм. – СПб.: Лань, 2011. – 256 с.
7. Аплеснин, С.С. Задачи и тесты по оптике и квантовой механике [Текст] / С.С. Аплеснин, Л.И. Чернышева, Н.В. Филенкова. – СПб.: Лань, 2012. – 336 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ	5
Контрольная работа №1. ЭЛЕМЕНТЫ КИНЕМАТИКИ. ДИНАМИКА.....	6
Контрольная работа №2. МЕХАНИКА ТВЕРДОГО ТЕЛА. РАБОТА И ЭНЕРГИЯ	8
Контрольная работа №3. ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ	10
Контрольная работа №4. КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ	12
Контрольная работа №5. ОПТИКА.....	15
Контрольная работа №6. КВАНТОВАЯ ПРИРОДА ИЗЛУЧЕНИЯ. ЭЛЕМЕНТЫ КВАНТОВОЙ МЕХАНИКИ	18
Контрольная работа №7. ОСНОВЫ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕРМОДИНАМИКИ	20
КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА №8. АТОМНОЕ ЯДРО. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ.....	23
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	25
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	26

Учебное издание

Шмарова Татьяна Сергеевна

ФИЗИКА

Методические указания к контрольным работам
по направлению подготовки 27.03.01 «Стандартизация и метрология»

В авторской редакции

Верстка Т.А. Лильп

Подписано в печать 17.04.16. Формат 60×84/16.

Бумага офисная «Снегурочка». Печать на ризографе.

Усл.печ.л. 1,63. Уч.-изд.л. 1,75. Тираж 80 экз.

Заказ № 293.

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