

С.М. Андриюшечкин

**ПРАКТИКУМ
ПО РЕШЕНИЮ ФИЗИЧЕСКИХ ЗАДАЧ**

Учебное пособие

Омск – 2010

Министерство образования и науки РФ
ГОУ ВПО «Сибирская государственная автомобильно-дорожная
академия (СибАДИ)»

С.М. Андрюшечкин

ПРАКТИКУМ
ПО РЕШЕНИЮ ФИЗИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

Учебное пособие

Омск
СибАДИ
2010

УДК 53 (076.5)
ББК 22.3 я 7
А 65

Рецензенты:

д-р физ.-мат. наук В. В. Пластинин (ОМГИС);
канд. физ.-мат. наук О.Л. Курнявко (ОмИВТ)

Работа одобрена редакционно-издательским советом академии в качестве учебного пособия для специальностей 270102 «Промышленное и гражданское строительство», 270100 «Строительство и архитектура».

Андрюшечкин С.М.

А 65 Практикум по решению физических задач: учебное пособие. – Омск: СибАДИ, 2010. – 62 с.

Учебное пособие предназначено для студентов вузов. В пособии приведены краткие методические указания и задачи к практическим занятиям по решению физических задач. Многовариантность предложенных задач повышает степень самостоятельности работы студентов и позволяет преподавателю объективно судить о глубине усвоения и степени понимания ими физических законов по теме практического занятия.

Табл.69. Ил.13. Библиогр.: 5 назв.

ВВЕДЕНИЕ

Данное пособие предназначено для организации работы студентов при проведении практических занятий, посвященных решению физических задач.

Краткие методические указания нацеливают студента на повторение того теоретического материала, знание которого необходимо на конкретном практическом занятии. Решение *задач для предварительной работы* позволяет студенту проверить свое умение использовать теоретический материал в стандартной физической ситуации. Многовариантность предложенных задач повышает степень самостоятельности его работы. *Задачи*, предназначенные для *анализа на практическом занятии*, решаются, как правило, под руководством преподавателя и позволяют упрочить полученные навыки решения задач. Решение *задач для самостоятельной работы на практическом занятии* позволяют преподавателю судить о глубине усвоения и степени понимания студентом физических законов по теме практического занятия.

Краткие методические указания, задачи для предварительной работы студента, задачи для самостоятельной работы на практических занятиях составлены автором. Среди задач, предназначенных для анализа на практическом занятии, имеются как задачи, составленные автором, так и общеизвестные задачи, почерпнутые из популярных сборников, перечень которых завершает пособие.

Занятие 1

ВВОДНОЕ ЗАНЯТИЕ

Задачи для анализа на практическом занятии

Задача 1.1

Оцените скорость движения пальца при щелчке.

Задача 1.2

По берегу озера прогуливается юноша. В озере купается девушка. Внезапно она почувствовала себя плохо, начинает тонуть и зовет на помощь. По какой траектории должен двигаться юноша, чтобы быстрее всего прийти на помощь? Первоначально расстояние от юноши до кромки озера равно H , расстояние от девушки до берега – h . Скорость бега юноши – v , скорость плавания – u .

Задача 1.3

Оцените коэффициент трения грифеля карандаша по бумаге.

Задача 1.4

Какой толщины стальной канат был бы необходим, чтобы с его помощью удерживать Луну при ее движении вокруг Земли взамен силы всемирного тяготения?

Занятие 2

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ

ПО ТЕМЕ «ДИНАМИКА ВРАЩАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ. ЗАКОНЫ СОХРАНЕНИЯ В МЕХАНИКЕ»

Для решения задач на данном практическом занятии вам необходимо:

- знать основные понятия кинематики и динамики вращательного движения (угловая и линейная скорости, угловое ускорение, касательное и центростремительное ускорения, момент силы, момент

импульса, момент инерции, кинетическая энергия вращающегося тела);

- знать определение и формулу для расчета импульса тела;
- уметь вычислять изменение векторной величины;
- знать формулировку и математическое выражение закона сохранения импульса;
- знать определение и формулу, определяющую кинетическую энергию тела;
- знать определение и формулу для расчета потенциальной энергии тела, поднятого над поверхностью Земли;
- знать определение и формулу для расчета потенциальной энергии при упругой деформации;
- знать формулировку, условия применения и математическое выражение закона сохранения механической энергии;
- уметь проанализировать, какие превращения механической энергии происходят в конкретной ситуации, описываемой в условии задачи.

Задачи для предварительной работы студентов

Задача 2.1

Тело массой m движется по окружности радиусом R так, что его линейная скорость v меняется с течением времени по закону $v = b + ct^2 + dt^3$. Определите угловую скорость, угловое ускорение, касательное и центростремительное ускорения, полное ускорение тела, момент силы, действующий на тело, момент импульса, кинетическую энергию вращающегося тела в момент времени t (табл. 1).

Таблица 1

Номер варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Масса тела m , кг	1,5	0,8	0,5	2,5	3,0	1,5	2,2	4,0	2,0	5,0	0,5	1,7
Радиус вращения тела R , м	1,2	2,5	2,0	1,5	2,3	3,5	2,0	3,0	2,0	2,0	0,8	4,0
Коэффициент b , м/с	0,8	2,0	3,0	4,0	6,0	4,0	5,0	0,5	2,0	2,5	5,0	4,0
Коэффициент c , м/с ²	0,5	1,6	7,0	3,2	4,5	1,5	3,0	12	2,4	4,0	8,0	8,0

Коэффициент $d, \text{ м/с}^3$	5,0	3,0	2,5	6,0	1,0	2,0	5,0	0,3	2,0	8,0	0,6	8,0
Время $t, \text{ с}$	4,0	2,0	3,0	1,5	3,5	2,5	5,0	3,0	2,5	6,0	2,0	1,5

Задача 2.2

Тело массой m движется равноускоренно с ускорением a и в момент времени t имеет импульс p . Начальная скорость тела v_0 . Определите величину, обозначенную * (табл. 2). Вектор начальной скорости тела и вектор ускорения тела сонаправлены.

Таблица 2

Номер варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Масса тела $m, \text{ кг}$	1,5	*	0,5	2,5	3,0	1,5	*	4,0	2,0	5,0	0,5	*
Ускорение тела $a, \text{ м/с}^2$	*	2,5	2,0	1,5	0,5	*	2,0	6,0	2,0	2,0	*	8,0
Время движения $t, \text{ с}$	2,0	2,0	3,0	4,0	*	4,0	5,0	0,5	2,0	*	5,0	4,0
Импульс тела $p, \text{ кг}\cdot\text{м/с}$	10	1,6	7,0	*	45	15	30	12	*	80	8,0	8,0
Начальная скорость $v_0, \text{ м/с}$	4,0	3,0	*	6,0	10	2,0	5,0	*	2,0	8,0	6,0	8,0

Задача 2.3

Рыбак массой m запрыгивает в неподвижно стоящую на воде у берега озера лодку массой M . При этом лодка приходит в движение со скоростью v' . Горизонтальная составляющая скорости рыбака в момент прыжка равна v . Определите величину, обозначенную * (табл. 3).

Таблица 3

Номер варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Масса рыбака $m, \text{ кг}$	60	70	80	*	70	80	60	*	80	60	70	*
Масса лодки $M, \text{ кг}$	40	50	*	40	50	60	*	40	60	40	*	50
Скорость лодки $v', \text{ м/с}$	1,2	*	3,4	1,8	2,9	*	1,1	2,5	2,8	*	2,1	3,6
Горизонтальная составляющая скорости рыбака в момент прыжка $v, \text{ м/с}$	*	4,0	6,0	3,0	*	6,0	2,0	4,0	*	2,0	4,0	6,0

Задача 2.4

На первоначально покоящееся тело массой m начинает действовать сила F . Через время t кинетическая энергия тела равна E . Определите величину, обозначенную * (табл. 4). Какую кинетическую энергию приобрело бы тело за то же самое время, если бы на тело действовала в β раз большая сила?

Таблица 4

Номер варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Масса тела m , кг	4,0	2,0	5,0	*	2,0	4,0	2,0	*	5,0	5,0	4,0	*
Сила, действующая на тело, F , Н	100	400	*	400	200	100	*	200	400	200	*	100
Время действия силы t , с	2,0	*	4,0	5,0	4,0	*	5,0	2,0	5,0	*	2,0	4,0
Кинетическая энергия тела E , кДж	*	100	200	300	*	200	300	100	*	300	100	200
β	3	2,5	2	1,5	2	3	1,5	2	2,5	2	3	2,5

Задача 2.5

Шайба массой m соскальзывает с наклонной плоскости высотой h и имеет у основания наклонной плоскости скорость v . Количество теплоты, выделившееся за счет трения при скольжении шайбы, равно Q . Определите величину, обозначенную * (табл. 5). Ускорение свободного падения принять равным 10 м/с^2 .

Таблица 5

Номер варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Масса шайбы m , кг	0,16	*	0,20	0,16	0,18	*	0,16	0,18	0,20	*	0,18	0,20
Высота наклонной плоскости h , см	*	50	60	70	*	60	70	50	*	70	50	60
Скорость шайбы у основания наклонной плоскости	3,2	2,3	2,0	*	2,4	2,5	2,3	*	2,6	2,6	1,5	*

$v, \text{ м/с}$												
Количество теплоты, выделившееся при скольжении шайбы, $Q, \text{ Дж}$	0,30	0,40	*	0,60	0,40	0,50	*	0,70	0,50	0,60	*	0,80

Задачи для анализа на практическом занятии

Задача 2.6

Стержень длиной 1,5 м и массой 10 кг может вращаться вокруг неподвижной оси, проходящей через верхний конец стержня. В середину стержня ударяет пуля массой 10 г, летящая в горизонтальном направлении в плоскости подвеса стержня со скоростью 500 м/с, и застревает в стержне. На какой угол отклонится стержень после удара?

Задача 2.7

Доказать, что после упругого нецентрального удара тела в неподвижное тело такой же массы тела разлетаются под прямым углом друг к другу.

Задачи для самостоятельной работы студентов на практическом занятии

Задача 2.8

Планета вращается вокруг звезды по эллипсу так, что наименьшее ее удаление от светила равно r , а наибольшее – R . Минимальная орбитальная скорость планеты u , а максимальная – U . Рассчитайте величину, обозначенную * (табл. 6). Расстояния r и R указаны в астрономических единицах. (1 а.е. = 149,6 млн км.)

Таблица 6

Номер варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Наименьшее расстояние r , а.е.	*	2,58	3,15	0,31	0,72	0,98	*	4,95	*	18,3	29,8	29,5
Наибольшее расстояние R , а.е.	4,09	*	4,85	0,47	0,73	*	1,67	5,45	10,1	*	30,3	49,5
Минимальная скорость u , км/с	15,5	18,2	*	38,9	*	29,3	22,0	12,4	9,13	6,49	*	3,66

Максимальная скорость U , км/с	21,1	22,0	13,7	*	35,2	30,3	26,5	*	10,2	7,12	5,47	*
----------------------------------	------	------	------	---	------	------	------	---	------	------	------	---

Задача 2. 9

Шар радиусом R вращается вокруг своей оси. Шар тормозят с помощью двух одинаковых диаметрально расположенных тормозных колодок, и частота вращения шара уменьшается от n_1 до n_2 за время t . При этом k (%) выделяющейся энергии идет на нагрев шара, и его температура увеличивается на Δt . Определите величину, обозначенную * (табл. 7). Вещество, из которого состоит шар, указано в табл. 7. Вычислите угловое ускорение, с которым происходит торможение шара, и силу трения, действующую на поверхность шара со стороны тормозной колодки.

Таблица 7

Номер варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Радиус шара R , см	12	8,0	*	6,0	8,0	*	10	10	6,0	10	8,0	*
Начальная частота вращения n_1 , об/с	300	400	200	*	250	150	*	400	300	250	*	100
Конечная частота вращения n_2 , об/с	*	200	100	200	100	50	50	*	200	100	150	50
Время торможения t , с	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
Коэффициент k , %	40	*	50	40	30	40	30	30	*	40	50	30
Увеличение температуры шара Δt , °C	4,0	4,5	8,5	0,6	*	0,4	1,0	7,0	1,5	*	2,5	0,3
Вещество	Al	Cu	Pb	Al	Cu	Al	Fe	Cu	Fe	Al	Cu	Sn

Задача 2. 10

Мяч массой m после удара о стенку продолжает двигаться с прежней по величине скоростью v , а направление скорости после удара составляет угол 90° с направлением скорости до удара (рис. 1). Модуль изменения импульса мяча при ударе равен $|\Delta p|$. Определите величину, обозначенную * (табл. 8).

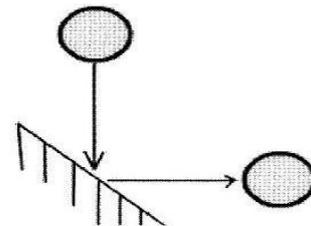


Рис. 1

Таблица 8

Номер варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Масса мяча m , кг	*	0,20	0,30	*	0,25	0,40	*	0,35	0,20	*	0,40	0,35
Скорость мяча v , м/с	10	*	15	6,0	*	10	15	*	12	2,0	*	10
Модуль изменения импульса мяча $ \Delta p $, кг·м/с	4,2	2,3	*	2,1	2,8	*	7,4	3,9	*	0,85	5,6	*

Задача 2. 11

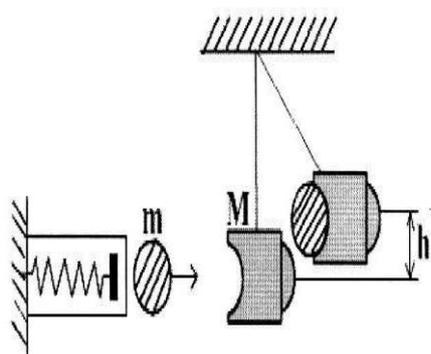


Рис. 2

м/с².

Пружину игрушечного пистолета жесткостью k сжимают на x и совершают выстрел в горизонтальном направлении. При этом шарик, вылетевший из пистолета, попадает в мишень массой M , подвешенную на легкой нити (рис. 2). После удара шарик застревает в мишени, и она поднимается на высоту h . Определите величину, обозначенную * (табл. 9). Масса шарика 8 г. Ускорение свободного падения принять равным 10

Таблица 9

Номер варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Сжатие пружины x , см	3,0	4,0	5,0	*	4,0	5,0	3,0	*	5,0	3,0	4,0	*
Жесткость пружины k , Н/м	200	250	*	250	150	200	*	200	250	150	*	150
Масса мишени M , г	50	*	60	70	60	*	70	50	70	*	50	60
Высота подъема мишени и шарика h , см	*	3,5	6,0	3,0	*	4,0	1,5	5,0	*	2,5	5,5	4,5

Занятие 3

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ПО ТЕМЕ «ОСНОВЫ МКТ»

Для решения задач на данном практическом занятии вам необходимо:

- знать физический смысл и численное значение числа Авогадро;

- знать определение молярной массы вещества и уметь рассчитать ее через массу молекулы вещества и число Авогадро;
- уметь рассчитать количество вещества (через число молекул вещества и число Авогадро или через массу вещества и его молярную массу);
- знать определение концентрации вещества и формулу, определяющую концентрацию;
- знать определение давления и формулу, определяющую давление;
- уметь применять для расчетов математическое уравнение, выражающее давление идеального газа через массу молекулы газа, концентрацию газа и средний квадрат скорости теплового движения молекул;
- знать, какова связь между абсолютной температурой (шкала Кельвина) и температурой по шкале Цельсия;
- уметь рассчитать среднюю квадратичную скорость поступательного движения молекул идеального газа;
- знать, как зависит давление, производимое идеальным газом на стенку баллона, от концентрации газа и его абсолютной температуры;
- знать, каково соотношение между давлениями, объемами, абсолютными температурами двух состояний идеального газа;
- знать, что называют изопроцессами и каковы математические соотношения между макропараметрами для двух состояний идеального газа при изопроцессах.

Задачи для предварительной работы студентов

Задача 3.1

Вещество массой M имеет объём V и содержит N молекул при концентрации вещества n и его плотности ρ . Определите величины, обозначенные * (табл. 10). Рассчитайте массу одной молекулы данного вещества.

Таблица 10

Номер варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Масса вещества m , г	54	200	*	18	178	*	572	180	*	162	365	*
Объём V , л	*	0,20	10	*	0,02	0,40	*	50	0,04	*	0,05	0,10
Число молекул $N, 10^{23}$	12	*	2,69	*	16,9	*	107,6	*	20,6	*	18,5	*

Концентрация вещества n , 10^{20} см ⁻³	*	334	*	0,27	*	408	*	307	*	448	*	586
Плотность вещества ρ , кг/м ³	2700	*	1,25	0,09	*	13600	1,43	*	2400	5400	*	10,5

Задача 3.2

При средней квадратичной скорости движения молекул $\langle v \rangle$ и концентрации n газ производит давление p на стенки баллона. Определите величину, обозначенную * (табл. 11). Тип газа указан в табл.11.

Таблица 11

Номер варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Газ	N ₂	O ₂	CO ₂	Rn	H ₂	Ne	Kr	Cl ₂	NH ₃	Ar	He	CH ₄
Концентрация газа n , 10^{25} м ⁻³	2,8	*	2,4	4,8	*	3,0	3,4	*	2,0	3,8	*	2,6
Средняя квадратичная скорость $\langle v \rangle$, м/с	*	500	400	*	200	600	*	320	660	*	1300	700
Давление газа p , кПа	120	150	*	200	120	*	150	200	*	200	100	*

Задача 3.3

При концентрации газа n и температуре t молекулы газа производят на стенки баллона давление p . Определите величину, обозначенную * (табл. 12).

Таблица 12

Номер варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Концентрация газа n , 10^{25} м ⁻³	2,5	4,0	*	1,5	3,0	*	2,0	4,5	*	1,8	6,0	*
Температура газа t , °С	27	*	127	227	*	377	327	*	177	277	*	77
Давление газа p , кПа	*	150	200	*	120	250	*	180	200	*	250	100

Задача 3.4

Если средняя квадратичная скорость поступательного движения молекул газа равна $\langle v \rangle$, то абсолютная температура газа составляет T . Определите величину, обозначенную * (табл. 13). Тип газа указан в табл. 13.

Таблица 13

Номер варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Газ	CO ₂	Rn	H ₂	Ne	Kr	Cl ₂	NH ₃	Ar	He	CH ₄	N ₂	O ₂
Скорость молекул газа $\langle v \rangle$, м/с	*	200	*	600	*	300	*	450	*	700	*	500
Абсолютная температура T , К	300	*	350	*	400	*	450	*	500	*	550	*
γ	2,5	2	3	1,5	2,5	2	3	1,5	2,5	2	3	14

Задача 3.5

Газ, первоначально имевший давление p_0 , объем V_0 , температуру t_0 , нагрели (охладили) до температуры t , сжали (предоставили возможность расшириться) до объема V так, что давление газа при той же массе стало равно p . Определите величину, обозначенную * (табл. 14). Молярную массу газа в данном процессе считать неизменной.

Таблица 14

Номер варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Первоначальное давление газа p_0 , кПа	*	20	30	40	50	60	*	30	40	50	60	10
Первоначальный объем газа V_0 , м ³	0,10	*	0,30	0,40	0,50	0,60	0,20	*	0,40	0,50	0,60	0,10
Первоначальная температура t_0 , °C	20	30	*	40	50	60	30	40	*	60	20	30
Давление газа p , МПа	0,050	0,10	0,15	*	0,05	0,10	0,10	0,05	0,10	*	0,15	0,050
Объем газа V , л	20	30	40	20	*	20	30	40	20	30	*	40
Температура газа t , °C	100	80	50	100	80	*	50	100	80	50	50	*

Задачи для анализа на практическом занятии

Задача 3.6

В обшивке космического спутника метеорит пробивает отверстие размером «в палец». Оцените, через какое время давление воздуха в спутнике понизится на 1 %.

Задача 3.7

Оцените, сколько килограммов воды содержится в качестве водяного пара в воздухе, находящемся в аудитории.

Задачи для самостоятельной работы студентов на практическом занятии

Задача 3.8

На поверхность изделия площадью S в течение времени t напыляют металлическое покрытие толщиной h , при этом каждую секунду осаждаются k атомов металла. Определите величину, обозначенную * (табл. 15), а также концентрацию атомов в напыленном слое, их общее число и массу одного атома.

Таблица 15

Номер варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Площадь поверхности S , см ²	*	100	5,0	4,0	*	2,0	3,0	1000	*	5,0	1,0	0,50
Толщина покрытия h , мкм	5,0	*	1,0	2,0	1,0	*	5,0	1,0	2,0	*	1,0	2,0
Число атомов, осаждающихся каждую секунду, k , $\times 10^{18} \text{c}^{-1}$	3,0	4,0	*	2,0	2,0	0,50	*	5,0	6,0	1,0	*	2,0
Время процесса t , мин	10	2,0	1,0	*	0,50	5,0	4,0	*	10	5,0	3,0	*
Металл	Al	Ni	Cr	Ag	Au	Pt	Al	Ni	Cr	Ag	Au	Pt

Задача 3.9

В вертикально расположенном цилиндре с гладкими внутренними стенками под поршнем массой m находится ν молей газа. При температуре t поршень находится на высоте h от дна цилиндра. Определите величину, обозначенную * (табл. 16). Давление воздуха снаружи считать малым. Ускорение свободного падения принять равным 10 м/с^2 . Постройте график зависимости высоты положения поршня h от температуры t газа.

Таблица 16

Номер варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Масса поршня m , кг	10	30	20	*	30	20	10	*	20	10	30	*

Количество вещества ν , моль	*	0,15	0,10	0,050	*	0,10	0,050	0,15	*	0,050	0,15	0,10
Температура $t, ^\circ\text{C}$	127	*	77	127	27	*	127	27	77	*	27	77
Высота положения поршня h , см	300	100	*	200	100	200	*	300	200	300	*	100

Задача 3.10

На рис. 3 изображены в одной из трёх возможных систем координат ($p - V$, $V - T$, $p - T$) графики процессов над газом некоторой массы. Начертите графики процессов в двух других системах координат. Номера вариантов указаны под графиками.

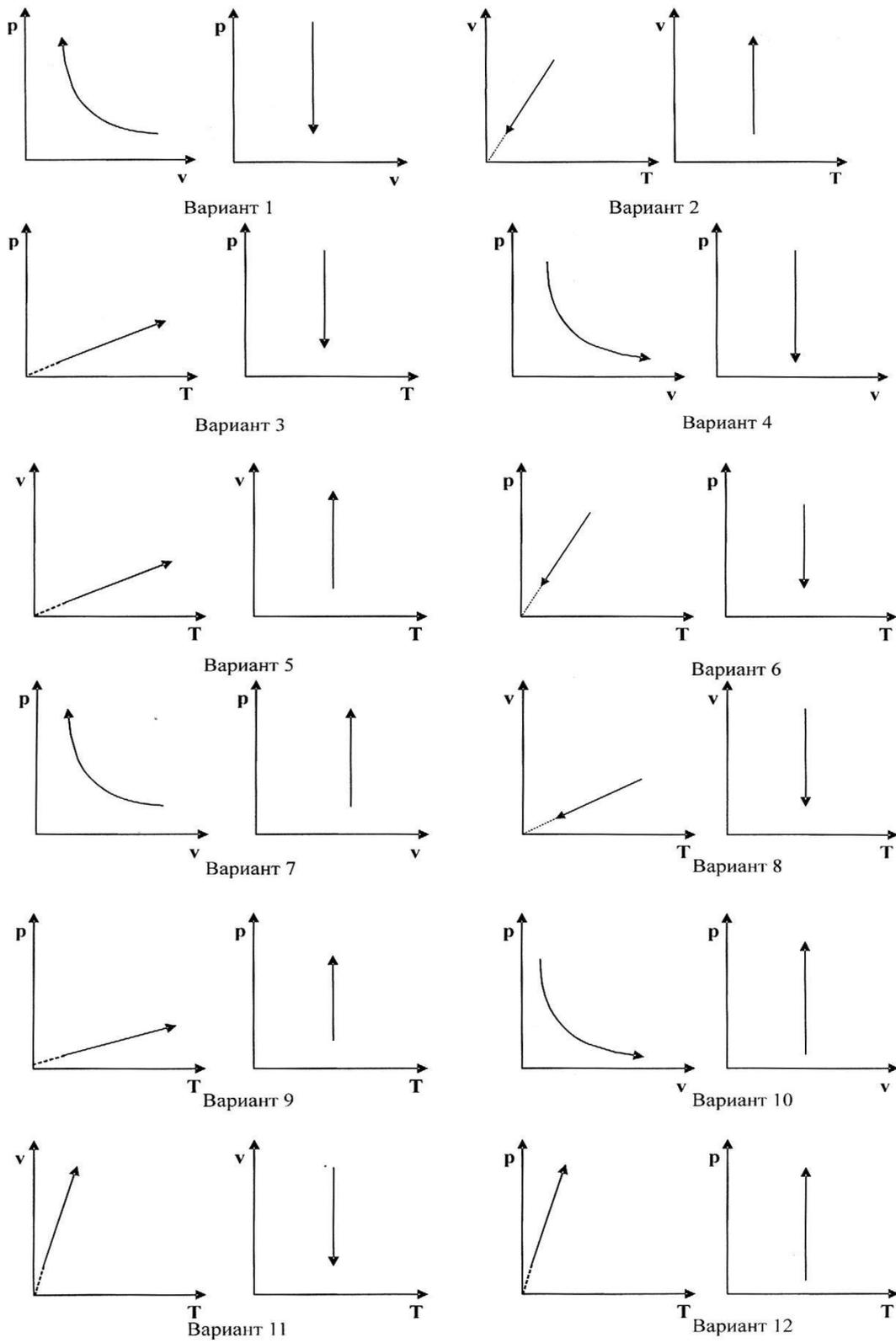


Рис. 3

Задача 3.11

Если считать, что в веществе с молярной массой M , имеющем в твердом состоянии плотность ρ , атомы располагаются вплотную друг к другу, то их диаметр можно принять равным d . Оцените величину, обозначенную * (табл. 17).

Таблица 17

Номер варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Молярная масса вещества M , г/моль	*	64	197	*	190	192	*	108	27	*	66	200
Плотность вещества ρ , г/см ³	7,3	*	19,3	11,3	*	22,4	21,5	*	2,7	7,8	*	13,6
Диаметр атома d , $\times 10^{-10}$ м	3,0	2,3	*	3,1	2,4	*	2,5	2,6	*	2,3	2,5	*

Занятие 4

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ПО ТЕМЕ «ПЕРВЫЙ ЗАКОН ТЕРМОДИНАМИКИ. ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ ЦИКЛЫ»

Для решения задач на данном практическом занятии вам необходимо:

- знать определение и формулу для расчета внутренней энергии идеального газа;
- знать формулировку и математическую формулу первого закон термодинамики;
- уметь применять уравнение Менделеева и Клапейрона для нахождения связи между изменением объема и изменением температуры в случае изобарного процесса;
- знать, как вычисляется работа газа в случае изобарного, изотермического, адиабатного процессов;
- знать формулы для расчета количества теплоты, выделяющейся (поглощающейся) в процессах нагревания и охлаждения, парообразования и конденсации, плавления и кристаллизации, а также выделяющейся при сгорании топлива;
- определение и формулу, определяющую мощность;
- определение и формулу, определяющую коэффициент полезного действия (КПД) двигателя;

- принципиальную схему устройства теплового двигателя;
- формулу для расчета КПД теплового двигателя и формулу для определения максимально возможного значения КПД идеального теплового двигателя.

Задачи для предварительной работы студентов

Задача 4.1

Аэростат объемом V наполнен гелием, обладающим внутренней энергией U . Давление газа p . Определите величину, обозначенную * (табл. 18).

Таблица 18

Номер варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Объем аэростата V , м ³	*	200	300	*	300	400	*	400	500	*	500	200
Внутренняя энергия гелия U , МДж	90	*	39	78	*	90	63	*	105	45	*	48
Давление газа p , кПа	120	130	*	130	140	*	140	150	*	150	120	*

Задача 4.2

Газ массой m находится в цилиндрическом сосуде с подвижным поршнем. При повышении температуры газа от T_0 до T газ, изобарно расширяясь, совершает работу A . Молярная масса газа M . Определите величину, обозначенную * (табл. 19).

Таблица 19

Номер варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Масса газа m , г	*	14	4,0	16	4,0	*	1,0	48	6,0	2,0	*	8,0
Начальная температура газа T_0 , К	300	*	250	350	300	400	*	400	250	300	450	*
Конечная температура газа T , К	450	550	*	400	450	500	350	*	450	600	500	350
Работа газа A , Дж	623	831	5820	*	1250	1660	415	1870	*	2490	312	831
Молярная масса газа M , г/моль	4	28	2	32	*	28	2	32	4	*	32	4

Задача 4.3

На рис. 4 дан график зависимости давления газа от объема. Определите работу газа и внешних сил в этом процессе. (Номер варианта соответствует номеру графика на рисунке.)

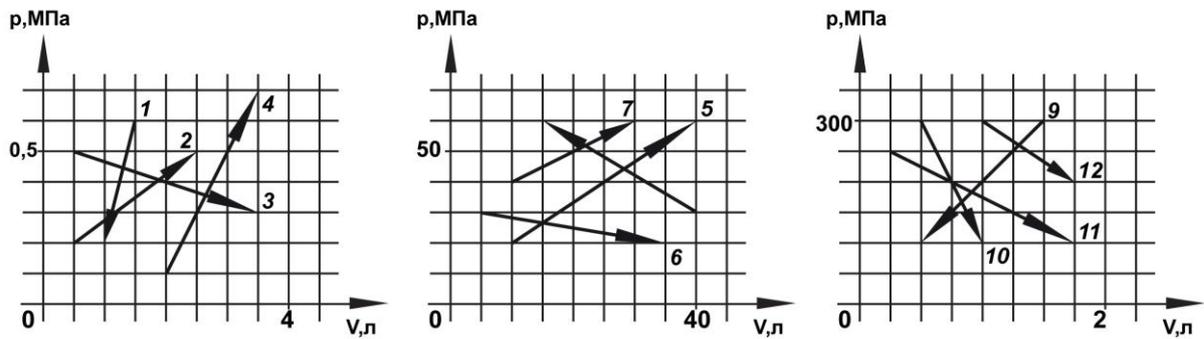


Рис. 4

Задача 4.4

При нагревании (охлаждении) идеальный газ в баллоне с подвижным поршнем расширяется (сжимается) и, перемещая поршень, совершает работу $A_{\text{газ}}$. Внутренняя энергия газа при этом изменяется от U_1 до U_2 . Количество теплоты, переданное газу в данном процессе, равно Q . Определите величину, обозначенную * (табл. 20). Можно ли по приведённым в условии задачи данным определить работу внешних сил, приложенных к поршню, и, если да, то чему она равна? Как изменилась (возросла или уменьшилась) температура газа в данном процессе?

Таблица 20

Номер варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Работа, совершённая газом, $A_{\text{газ}}$, кДж	*	3,0	5,0	6,0	*	3,5	5,0	6,5	*	4,0	4,5	5,5
Начальная внутренняя энергия газа U_1 , кДж	3,5	*	5,0	6,5	4,0	*	4,5	6,0	4,5	*	5,5	2,0
Конечная внутренняя энергия газа U_2 , кДж	3,0	5,0	*	4,5	3,5	6,0	*	34	2,5	7,0	*	4,0
Количество теплоты, переданное газу, Q , кДж	2,0	4,0	6,0	*	2,5	6,0	7,5	*	1,5	8,0	2,0	*

Задача 4.5

При температуре нагревателя t_n и температуре холодильника t_x коэффициент полезного действия идеального теплового двигателя равен η . Определите величину, обозначенную * (табл. 21).

Таблица 21

Номер варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Температура нагревателя t_n , °С	800	650	*	700	850	*	600	950	*	900	650	*
Температура холодильника t_x , °С	100	*	70	50	*	40	150	*	60	50	*	30
КПД идеального теплового двигателя η	*	0,6 3	0,5 8	*	0,6 9	0,7 1	*	0,7 0	0,51	*	0,6 7	0,6 5

Задачи для анализа на практическом занятии

Задача 4.6

Выведите формулу, определяющую связь между давлением и температурой, между объемом и температурой при адиабатном процессе.

Задача 4.7

Оцените, какая механическая работа могла бы быть совершена тепловым двигателем, использующим в качестве «нагревателя» Мировой океан, а в качестве «холодильника» – айсберг объемом 1 км^3 .

Задачи для самостоятельной работы студентов на практическом занятии

Задача 4.8

В процессе адиабатного сжатия ν молей одноатомного идеального газа внешними силами совершается работа A , и температура газа возрастает от t_1 до t_2 . Определите величину, обозначенную * (табл. 22). Приведите пример практического применения описанного в условии задачи физического процесса.

Таблица 22

Номер варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Количество вещества газа ν , моль	*	1,0	2,0	1,5	*	2,0	1,0	0,5	*	1,5	0,5	2,0
Работа внешних сил A , кДж	1,4	8,3	4,0	*	6,5	6,5	7,7	*	4,5	2,6	1,0	*
Начальная температура газа t_1 , °С	20	30	*	40	30	40	*	20	40	10	*	30
Конечная температура газа t_2 , °С	250	*	180	240	380	*	650	280	400	*	200	320

Задача 4.9

В закрепленном и расположенном горизонтально цилиндрическом баллоне находится одноатомный газ при давлении p_1 . Его первоначальный объем V_1 . В баллоне есть поршень массой m , который может перемещаться без трения. Если поршень отпустить, то в тот момент, когда давление газа в баллоне станет равным p_2 , а его объем V_2 , скорость поршня достигнет значения v_0 . Определите значение величины, обозначенной * (табл. 23). Система теплоизолирована, внешнее давление на нее отсутствует.

Таблица 23

Номер варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Первоначальное давление газа p_1 , кПа	10	12	7,0	9,0	8,0	*	6,3	17,8	8,2	11,4	27	*
Первоначальный объем газа V_1 , л	5,0	7,0	5,0	10	*	11	7,8	3,1	9,1	10,4	*	5,2
Масса поршня m , кг	3,0	4,0	1,5	*	6,0	3,0	3,0	4,0	1,5	*	6,0	1,0
Конечное давление газа p_2 , кПа	6,0	9,0	*	3,0	2,0	10	6,0	8,0	*	9,0	4,0	3,0
Конечный объем газа V_2 , л	6,8	*	7,0	19,3	27,6	14	8,0	*	10	12	11	9,0
Скорость поршня v_0 , м/с	*	2,6	3,7	6,9	4,5	5,0	*	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0

Задача 4.10

На диаграмме pV (рис. 5) представлен замкнутый цикл, состоящий в общем случае из изохор, изобар и адиабат. Определите работу

газа в каждом процессе и за цикл, количество полученной и отданной теплоты за цикл, КПД цикла, а также величины, обозначенные * (табл. 24). Газ одноатомный, количество его вещества равно ν .

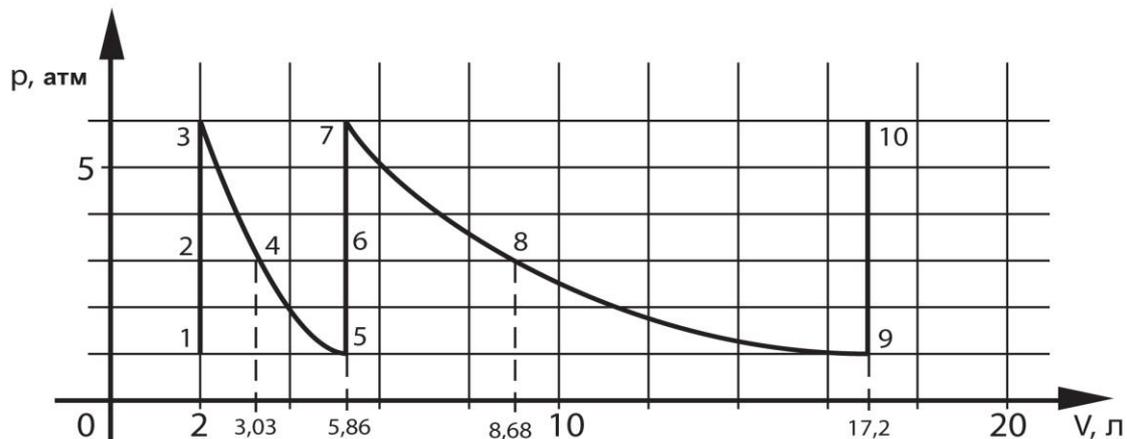


Рис. 5

Таблица 24

Номер варианта	Цикл	ν , моль	T_1 , К	T_2 , К	T_3 , К	T_4 , К	T_5 , К	T_6 , К	T_7 , К	T_8 , К	T_9 , К
1	1-3-5-1	0,3	*		*		*				
2	2-3-4-2	*		400	*	*					
3	3-7-6-4-3	0,2			*	*			*		
4	4-6-5-4	*				400	*	*			
5	1-2-4-5-1	0,1	*	*		*	*				
6	3-7-5-3	*			600		*		*		
7	1-2-6-5-1	0,3	*	*			*	*			
8	2-3-7-6-2	*		*	*			*	400		
9	1-3-7-5-1	*	*		*		300		*		
10	6-7-8-6	0,5						*	*	*	
11	5-7-9-5	0,5					*		*		*
12	5-6-8-9-5	*					*	600		*	*
13	7-11-9-7	*							*		*
14	7-11-10-8-7	1,5							*	*	
15	8-10-9-8	*								*	*
16	4-3-7-8-4	*			*	*			*	500	
17	5-3-7-9-5	*			*		300		*		*
18	4-8-9-5-4	1,0				*	*			*	*
19	2-3-7-8-2	*		*	*				400	*	
20	1-3-7-9-1	*	270		*				*		*
21	1-3-11-9-1	1,8	*		*						*
22	6-7-11-10-6	*						*	*		

23	5-6-10-9-5	*					*	*			600
24	5-7-11-9-5	1,2					*		*		*

Задача 4.11

Два металлических шара одинаковой массы движутся со скоростями v_1 и v_2 навстречу друг другу. При неупругом ударе их температура повышается на Δt . Определите величину, обозначенную * (табл. 25).

Таблица 25

Номер варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Металл	*	Cu	Sn	Pb	*	Sn	Pb	Ag	*	Pb	Ag	Cu
Скорость первого шара v_1 , м/с	1,0	*	3,0	2,0	3,0	*	3,0	2,0	2,0	*	1,0	5,0
Скорость второго шара v_2 , м/с	1,0	2,0	*	1,0	4,0	1,0	*	3,0	2,0	3,0	*	3,0
Изменение температуры Δt , $\times 10^{-3}^\circ\text{C}$	4,35	25,0	52,5	*	32,2	28,3	100	*	17,4	88,0	11,3	*

Занятие 5

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ПО ТЕМЕ «ЭЛЕКТРОСТАТИКА. ТЕОРЕМА ГАУССА»

Для решения задач на данном практическом занятии вам необходимо:

- знать формулировку и математическую формулу закона Кулона;
- знать формулировку и математическую формулу закона сохранения электрического заряда;
- знать определение напряженности электрического поля и формулу, определяющую напряженность;
- знать принцип суперпозиции электрических полей;
- знать определение потенциала электрического поля и формулу, определяющую потенциал;
- уметь рассчитать работу, совершаемую электрическим полем по перемещению заряженной частицы, а также происходящие при этом изменения ее кинетической и потенциальной энергий;
- знать формулу, связывающую напряженность и потенциал;

- знать определение емкости конденсатора (системы проводников) и формулу для расчета емкости плоского конденсатора;

- уметь рассчитать энергию электрического поля.

Задачи для предварительной работы студентов

Задача 5.1

Двум одинаковым шарикам сообщили заряды q_1 и q_2 соответственно. Шарики подвели друг к другу до соприкосновения и затем развели на расстояние l . При этом сила их кулоновского взаимодействия составила F . Определите величину, обозначенную * (табл. 26). Расстояние между шариками существенно больше их размеров.

Таблица 26

Номер варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Заряд первого шарика q_1 , нКл	6	5	*	-4	-2	12	*	6	-4	25	*	10
Заряд второго шарика q_2 , нКл	-2	*	-2	16	8	*	6	-8	12	*	7	-4
Расстояние между шариками l , см	*	10	4	3	*	5	5	4	*	10	20	*
Сила взаимодействия F , мкН	0,9	3,6	90	*	360	90	14,4	*	22,5	90	0,9	3,6

Задача 5.2

В вершинах A и B прямоугольного треугольника ABC (угол C прямой) находятся заряды q_A и q_B . Катеты AC и BC равны соответственно a и b . Напряженность электрического поля в вершине C равна E . Определите величину, обозначенную * (табл. 27).

Таблица 27

Номер варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Заряд q_A , нКл	*	30	40	50	70	*	20	30	40	50	*	10
Заряд q_B , нКл	30	*	50	60	80	20	*	40	50	60	80	*
Катет a , см	2	3	*	5	6	7	8	*	3	4	6	8
Катет b , см	3	4	6	*	8	9	10	4	*	6	8	9
Напряженность поля	540	375	260	210	*	29	39	710	440	*	150	26

E , кН/Кл												
-------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Задача 5.3

Положительно заряженная частица с зарядом q и массой m влетает в однородное электрическое поле с напряженностью E так, что вектор начальной скорости совпадает по направлению с вектором напряженности электрического поля. За время t скорость частицы увеличивается от начальной скорости v_0 до скорости v . Определите величину, обозначенную * (табл. 28).

Таблица 28

Номер варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Заряд частицы q , 10^{-19} Кл	1,6	3,2	1,6	4,8	1,6	*	1,6	4,8	1,6	3,2	4,8	*
Масса частицы m , 10^{-27} кг	5,01	6,64	3,34	9,99	*	11,6	9,99	11,6	1,67	6,64	*	3,34
Напряженность электрического поля E , кН/Кл	50	80	70	*	40	30	80	70	60	*	30	50
Время движения частицы t , мкс	2,0	0,5	*	1,5	0,52	7,25	2,2	1,3	*	1,8	2,1	1,7
Начальная скорость частицы v_0 , км/с	800	*	600	700	500	200	300	*	400	150	900	230
Конечная скорость частицы v , км/с	*	3500	1900	5000	2500	3200	*	4100	2100	3600	3500	4300

Задача 5.4

Частица с зарядом q , перемещаясь в электрическом поле из точки с потенциалом φ_1 в точку с потенциалом φ_2 , проходит разность потенциалов (напряжение) U . При этом электрическим полем совершается работа A . Определите величины, обозначенные * (табл. 29). Чему равны изменения кинетической и потенциальной энергий частицы в рассматриваемом случае?

Таблица 29

Номер варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Заряд q , 10^{-19} Кл	*	1,6	3,2	4,8	*	3,2	4,8	1,6	*	4,8	1,6	3,2
Потенциал φ_1 , В	200	*	550	*	*	*	780	600	850	*	900	*

Потенциал φ_2 , В	*	300	*	80	100	300	*	*	*	250	*	600
Напряжение U , В	50	*	*	200	100	*	*	200	500	*	*	100
Работа поля $A, 10^{-17}$ Дж	1,6	2,4	11,2	*	4,8	6,4	24	*	8,0	9,6	6,4	*

Задача 5.5

Плоский воздушный конденсатор емкостью C заряжен до напряжения U так, что напряженность электрического поля внутри конденсатора E , а заряд конденсатора q . Расстояние между пластинами конденсатора d . Определите величины, обозначенные * (табл. 30).

Таблица 30

Номер варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Емкость C , пФ	*	15	20	10	*	20	*	25	12	30	*	40
Напряжение U , В	20	*	*	100	*	75	90	*	*	50	*	40
Напряженность электрического поля E , кВ/м	*	400	200	*	250	300	*	200	100	*	150	200
Заряд конденсатора q , нКл	0,12	*	1,2	*	0,75	*	3,6	*	0,60	*	0,30	*
Расстояние d , мм	0,20	0,30	*	0,40	0,20	*	0,30	0,15	*	0,50	0,20	*

Задачи для анализа на практическом занятии

Задача 5.6

Напряженность электростатического поля $E(x)$ зависит только от координаты x : $E(x) = 2,3/(x+2)^2$, где координата x задана в метрах. Определите разность потенциалов между точками с координатами 2,5 и 3,0 м.

Задача 5.7

Электростатическое поле создается положительно заряженной бесконечной нитью с постоянной линейной плотностью 1 нКл/м. Какую скорость приобретет электрон, приближаясь под действием поля к нити вдоль линии напряженности с расстояния 2,5 см до расстояния 1,5 см?

Задачи для самостоятельной работы студентов

на практическом занятии

Задача 5.8

Два одинаковых металлических шарика диаметром d , расположенные на расстоянии l друг от друга, взаимодействуют с силой F в случае, если 10^{-9} % всех электронов, содержащихся в атомах первого шарика, перенесены на второй шарик. Вычислите величину, обозначенную * (табл. 31).

Таблица 31

Номер варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Металл	Al	Fe	Ag	Cu	Al	Fe	Ag	Cu	Al	Fe	Ag	Cu
Диаметр шарика d , см	*	0,60	0,80	*	0,70	1,0	*	0,90	1,2	*	0,60	1,6
Расстояние между шариками l , м	0,50	*	0,50	1,0	*	0,50	0,30	*	0,40	1,5	*	0,90
Сила взаимодействия F , мкН	0,24	36	*	37	5,0	*	280	866	*	866	55	*

Задача 5.9

Из бесконечности с равными скоростями v навстречу друг другу движутся одинаковые заряженные частицы, имеющие массу m и заряд q . Наименьшее расстояние, на которое они могут сблизиться, равно l . Определите величину, обозначенную * (табл. 32).

Таблица 32

Номер варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Скорость частиц v , км/с	*	1	8	2	*	3	1	2	*	5	7	3
Масса частиц $m, \times 1,7 \cdot 10^{-27}$ кг	1	*	1	5	4	*	1	4	3	*	2	1
Заряд частиц $q, \times 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл	1	1	1	*	2	2	1	*	1	1	1	*
Наименьшее расстояние между частицами l , нм	5,4	68	*	27	3,8	20	*	34	2,8	5,4	*	15

Задача 5.10

Частица, имеющая массу m_1 и заряд q_1 , движется навстречу частице, имеющей массу m_2 и заряд q_2 . При большом расстоянии друг от друга частицы обладают скоростями v_1 и v_2 соответственно. Минимальное расстояние, на которое сблизятся частицы, равно l . Определите величину, обозначенную * (табл. 33).

Таблица 33

Номер варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Масса первой частицы $m_1, \times 1,7 \cdot 10^{-27}$ кг	1	2	3	*	4	2	1	3	3	4	*	2
Масса второй частицы $m_2, \times 1,7 \cdot 10^{-27}$ кг	1	3	4	2	5	3	*	4	1	1	2	5
Заряд первой частицы $q_1, \times 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл	1	2	1	1	1	*	1	2	2	1	1	2
Заряд второй частицы $q_2, \times 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл	1	1	*	2	1	1	1	2	2	*	1	1
Скорость первой частицы $v_1, \times 10^4$ м/с	18	11	15	14	*	16	2,0	1,0	0,8	1,0	2,0	*
Скорость второй частицы $v_2, \times 10^4$ м/с	0	*	0,10	1,2	3,0	1,6	1,0	0,5	*	3,0	0,80	1,0
Минимальное расстояние между частицами $l, \times 10^{-8}$ см	*	4,7	12	6,0	0,73	4,4	4,5	*	10 0	4,2	5,2	19

Задача 5.11

Наэлектризованный шар радиусом r имеет объемную плотность заряда ρ . Сила, действующая на точечный заряд Q , находящийся на расстоянии d от поверхности шара, равна F . Определите величину, обозначенную * (табл. 34), энергию взаимодействия заряда Q и шара. Начертите графики зависимости напряженности и потенциала шара от расстояния R до его центра.

Таблица 34

Номер варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Величина точечного заряда $Q, \times 10^{-9}$ Кл	20	15	40	35	25	10	30	60	50	45	50	10
Плотность заряда шара $\rho, \times 10^{-6}$ Кл/м ³	*	30	60	40	*	70	85	70	*	40	10	90

Радиус шара r , см	3,0	*	8,0	7,0	12	*	8,0	4,0	5,0	*	3,0	8,0
Расстояние от поверхности шара до точечного заряда d , см	10	15	*	30	30	18	*	8,0	9,0	14	*	10
Сила взаимодействия F , мкН	24	53	590	*	370	260	850	*	600	530	63	*

Занятие 6

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ПО ТЕМЕ «ЗАКОН БИО – САВАРА - ЛАПЛАСА»

Для решения задач на данном практическом занятии вам необходимо:

- знать формулу для расчета силы, действующей на проводник с током, находящийся в магнитном поле (сила Ампера);
- знать формулу для расчета силы, действующей на движущуюся заряженную частицу в магнитном поле (сила Лоренца);
- уметь записать второй закон Ньютона, в том числе и для случая движения тела по окружности с постоянной скоростью;
- знать формулу закона Гука для расчета силы, возникающей при упругой деформации;
- знать, чему равна атомная единица массы (а. е. м.);
- знать формулу закона Ома для участка цепи;
- знать формулу закона Ома для полной цепи;
- знать формулу закона Био – Савара – Лапласа;
- знать формулы для расчета магнитной индукции поля, создаваемого бесконечным прямым проводником с током;
- знать формулы для расчета магнитной индукции поля, создаваемого конечным элементом прямого проводника с током;
- знать формулы для расчета магнитной индукции поля, создаваемого плоским круговым контуром – витком с током в центре данного кругового контура.

Задачи для предварительной работы студентов

Задача 6.1

Частица массой m , имеющая заряд q , влетает в магнитное поле с индукцией B так, что вектор скорости v частицы перпендикулярен линиям магнитной индукции. При таком направлении скорости траекторией частицы в магнитном поле является окружность диаметром d . Определите величину, обозначенную * (табл. 35). Как изменится диаметр окружности при увеличении скорости частицы в α раз?

Таблица 35

Номер варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Масса m , а. е. м.	4,0	7,0	10,0	*	12,0	14,0	16,0	2,0	*	12,0	11,0	6,0
Заряд q , 10^{-19} Кл	1,6	1,6	3,2	1,6	*	3,2	3,2	1,6	1,6	*	3,2	1,6
Индукция магнитного поля B , мТл	*	400	150	100	300	*	250	120	400	150	*	200
Скорость v , Мм/с	0,70	*	0,44	0,81	0,40	0,37	*	0,99	0,34	0,40	0,42	*
Диаметр окружности d , см	58,2	16,0	*	50,5	16,6	10,8	23,3	*	30,0	33,3	16,0	35,6
α	1,5	2	2,5	3	1,5	2	2,5	3	1,5	2	2,5	3

Задача 6.2

По двум параллельным горизонтально расположенным рельсам малого сопротивления может без трения скользить проводник длиной L , массой m и сопротивлением R . Система находится в однородном вертикально направленном магнитном поле с индукцией B (рис. 6).

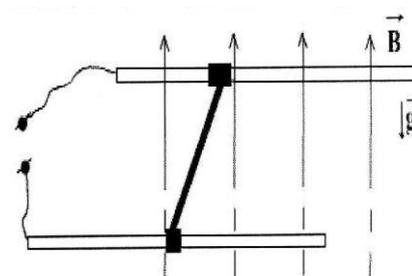


Рис. 6

Если к концам рельсов подать напряжение U , то проводник в начальный момент времени придет в движение с ускорением a . Определите величину, обозначенную * (табл. 36). Как изменится начальное ускорение движения проводника при увеличении напряжения в β раз? Почему в процессе дальнейшего движения проводника его ускорение будет меняться?

Таблица 36

Номер варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Длина проводника	*	10	6,0	8,0	4,0	10	*	12	6,0	4,0	8,0	5,0

L , см													
Масса проводника m , г	3,5	*	1,7	2,5	1,5	3,0	2,8	*	1,8	1,6	2,3	1,4	
Сопротивление проводника R , мОм	0,65	0,55	*	0,45	0,25	0,55	0,50	0,60	*	0,20	0,50	0,27	
Индукция магнитного поля B , мТл	2,0	1,5	1,0	*	1,5	1,0	2,0	0,5	2,0	*	1,5	1,0	
Напряжение U , мВ	15	12	8,0	10	*	12	14	15	6,0	5,0	*	8,0	
Ускорение проводника a , м/с ²	1,6	1,9	0,90	1,4	1,0	*	2,0	0,45	1,3	1,8	1,0	*	
β	3	2,5	2	1,5	3	2,5	2	1,5	3	2,5	2	1,5	

Задача 6.3

Если по длинному прямому проводнику пропустить ток силой I , то на расстоянии L от проводника модуль индукции магнитного поля составит B . Определите величину, обозначенную * (табл. 37).

Таблица 37

Номер варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Сила тока I , мА	45	*	99	75	*	65	85	*	35	25	*	55
Расстояние L , см	*	2,0	4,5	*	5,0	3,0	*	6,0	6,0	*	7,0	11
Индукция магнитного поля B , мкТл	15	65	*	46	24	*	42	12	*	22	25	*

Задача 6.4

Магнитная индукция поля, созданного током I в центре контура (кругового проводника) диаметром d , равна B . Определите величину, обозначенную * (табл. 38).

Таблица 38

Номер варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Сила тока I , А	*	1,5	0,8	*	3,2	2,4	*	6,0	2,0	*	3,5	1,8
Диаметр контура d , см	15	*	25	12	*	20	35	*	30	18	*	24
Индукция B , мкТл	16,7	9,4	*	4,0	22,3	*	17,9	25,1	*	18,1	18,3	*

Задача 6.5

Модуль вектора индукции магнитного поля равен B . Направление вектора B составляет с осью OX угол α . Проекция вектора B на оси OX и OY равны соответственно B_x и B_y . Определите величины, обозначенные * (табл. 39).

Таблица 39

Номер варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Модуль вектора B , мТл	*	*	*	92	70	56	*	*	*	42	68	36
Угол α , °	*	50	40	*	*	30	*	50	60	*	*	70
Проекция B_x , мТл	20	*	61	*	45	*	46	*	42	*	34	*
Проекция B_y , мТл	35	46	*	80	*	*	39	30	*	32	*	*

Задачи для анализа на практическом занятии

Задача 6.6

В одном из фантастических романов предлагался проект электростанции, использующей энергию морских течений и магнитное поле Земли. В океан погружены две горизонтальные металлические пластины площадью $S = 1 \text{ км}^2$, расположенные на расстоянии $L = 100 \text{ м}$ одна над другой. Морская вода, обладающая удельным сопротивлением $0,25 \text{ Ом}\cdot\text{м}$, течет с востока на запад со скоростью 1 м/с . Магнитное поле Земли в данном месте однородно, направлено с юга на север, а индукция этого поля 100 мкТл . В результате между пластинами появляется напряжение, а если их соединить проводами с внешней нагрузкой, то в ней выделяется мощность. Определите максимальную мощность, которую можно получить таким образом.

Задача 6.7

По проводу, изогнутому в виде прямоугольника, течет ток силой 10 А . Стороны прямоугольника равны соответственно 20 и 40 см . Какое значение имеет магнитная индукция поля, созданного проводником с током, в точке пересечения диагоналей прямоугольника, образованного проводом? Магнитным полем проводов, подводящих ток к прямоугольнику, пренебречь.

Задачи для самостоятельной работы студентов на практическом занятии

Задача 6.8

Два длинных прямых проводника пересекаются (без электрического контакта) под прямым углом по отношению друг к другу. При силе тока I_1 в одном проводнике и силе тока I_2 в другом проводнике магнитное поле в точке O (рис. 7) составляет B . Расстояния от точки O до проводников равны соответственно a и b . Определите величину, обозначенную * (табл. 40).

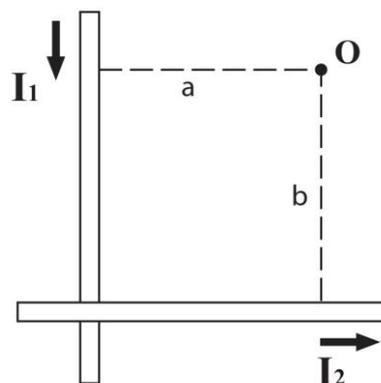


Рис. 7

Таблица 40

Номер варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Сила тока в первом проводнике I_1 , А	2,0	1,5	2,5	3,5	*	2,0	1,5	3,5	2,5	*	0,5	1,0
Сила тока во втором проводнике I_2 , А	1,0	2,0	3,0	*	5,0	2,5	2,0	4,0	*	4,5	1,0	2,0
Расстояние до первого проводника a , мм	6,0	8,0	*	11	12	16	14	*	5,0	7,0	9,0	4,0
Расстояние до второго проводника b , мм	4,0	*	5,0	12	14	18	*	21	7,0	9,0	16	*
Индукция магнитного поля B , мкТл	*	58,0	173	96,7	97,8	*	32,9	55,9	13,2	15,2	*	76,2

Задача 6.9

Из проволоки длиной L и сопротивлением R изготовили контур в форме кольца наибольшего возможного диаметра. К концам проволоки подключен источник напряжения с ЭДС \mathcal{E} . Величина магнитной индукции поля, созданного этим круговым проводником с током, в его центре составляет B . Определите величину, обозначенную * (табл. 41).

Таблица 41

Номер варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Длина проводника L , см	30	45	*	35	50	60	*	40	25	35	*	65
Сопротивление проводника R , мОм	9,0	8,5	7,5	*	5,5	6,5	6,0	*	7,0	9,5	8,0	*

ЭДС источника \mathcal{E} , мВ	*	84	45	92	*	75	65	38	*	65	24	46
Индукция магнитного поля B , мкТл	39	*	68	140	57	*	85	50	90	*	28	35

Задача 6.10

Прямой проводник длиной L , по которому течет ток (сила тока I), пронизывает однородное магнитное поле с индукцией B . Направление магнитного поля составляет с направлением тока угол α . Со стороны магнитного поля на проводник действует сила F . Определите величину, обозначенную * (табл. 42).

Таблица 42

Номер варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Сила тока I , А	5,0	2,0	3,0	2,5	*	1,5	4,5	3,5	6,0	*	4,0	5,5
Длина проводника L , см	12	6,0	15	*	40	30	20	25	*	8,0	5,0	16
Индукция магнитного поля B , мТл	80	70	*	75	60	50	65	*	30	40	90	35
Угол, который составляет направление магнитного поля с направлением тока, α , °	55	*	20	40	35	30	*	60	35	45	50	*
Сила, действующая на проводник с током, F , мН	*	7,3	10,8	29,8	13,8	*	29,3	56,8	84,3	1,13	*	21,8

Задача 6.11

Катушка громкоговорителя диаметром D содержит N витков провода. Механическая жесткость диффузора громкоговорителя k , индукция магнитного поля его постоянного магнита B . При силе тока I катушка громкоговорителя смещается на расстояние x . Определите величину, обозначенную * (табл. 43).

Таблица 43

Номер варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Сила тока I , А	0,50	0,70	1,0	1,3	1,5	*	0,50	0,70	1,0	1,3	1,5	*

катушке I , А												
Диаметр катушки D , мм	40	45	50	30	*	35	*	25	40	50	45	60
Число витков в катушке N	70	100	80	*	180	150	80	*	120	130	140	110
Индукция магнитного поля B , мТл	200	95	*	170	110	95	160	120	*	70	105	125
Жесткость диффузора k , Н/м	70	*	90	75	80	100	65	80	90	*	100	110
Смещение катушки x , мм	*	5,0	8,0	8,0	9,0	10	3,0	6,0	7,0	6,0	*	15

Занятие 7

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ПО ТЕМЕ «СВОБОДНЫЕ КОЛЕБАНИЯ»

Для решения задач на данном практическом занятии вам необходимо:

- знать определения и формулы для расчета основных величин, характеризующих гармоническое колебание, – амплитуды, периода, частоты, круговой частоты, фазы колебания;
- знать, какова зависимость координаты от времени при гармоническом колебании, и уметь находить, используя данную зависимость, значения амплитуды, периода, частоты, круговой частоты, фазы колебания;
- уметь рассчитывать скорость и ускорение колеблющегося тела, применяя математическую операцию дифференцирования;
- знать формулу для расчета периода колебания математического маятника;
- знать формулу Томсона для расчета периода (частоты) свободных электрических колебаний в колебательном контуре;
- знать, какова аналитическая запись зависимости заряда и силы тока от времени при гармоническом колебании; уметь находить, используя данную зависимость, значения амплитуды, периода, частоты, круговой частоты, фазы колебания;
- уметь рассчитывать силу тока в контуре по известной зависимости заряда от времени, применяя математическую операцию

дифференцирования;

- знать формулы для расчета энергии электрического поля конденсатора и энергии магнитного поля катушки с током;

- знать формулу для расчета ЭДС самоиндукции и формулу, определяющую связь между индуктивностью контура, силой тока в контуре и магнитным потоком.

Задачи для предварительной работы студентов

Задача 7.1

Частица совершает гармоническое колебание с амплитудой x_m , периодом T , частотой ν , круговой частотой ω . Вычислите величины, обозначенные * (табл. 44). Напишите функциональную зависимость координаты частицы от времени.

Таблица 44

Номер варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Амплитуда x_m , см	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	1,1	1,2
Период колебания T , с	0,02	*	*	0,04	*	*	0,05	*	*	0,01	*	*
Частота ν , Гц	*	*	100	*	*	200	*	*	300	*	*	400
Круговая частота ω , кГц	*	3,14	*	*	6,28	*	*	62,8	*	*	31,4	*

Задача 7.2

При исследовании неизвестной планеты астронавты установили, что период колебаний математического маятника с длиной нити l_1 составляет на этой планете T_1 , а период колебаний математического маятника с длиной нити l_2 составляет T_2 . Определите величину, обозначенную * (табл. 45).

Таблица 45

Номер варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Длина нити первого маятника l_1 , см	80	*	140	160	100	*	160	80	140	*	80	140
Период колебаний первого маятника T_1 , с	1,5	2,0	*	2,0	2,5	1,5	*	1,0	1,5	2,5	*	1,0
Длина нити второго	100	120	160	*	120	160	100	*	160	100	120	*

маятника l_2 , см												
Период колебаний второго маятника T_2 , с	*	3,0	2,5	1,5	*	3,0	2,0	1,5	*	2,0	1,0	2,0

Задача 7.3

Колебание заряда в колебательном контуре происходит по закону $q = q(t)$ (табл. 46). Определите круговую частоту, частоту, период колебания. Определите максимальное значение силы тока в контуре; максимальное значение магнитного потока, пронизывающего катушку; ЭДС самоиндукции и напряжения на конденсаторе, если индуктивность катушки L . Чему равна емкость конденсатора колебательного контура?

Таблица 46

Номер варианта	Зависимость заряда конденсатора от времени $q = q(t)$, Кл	Индуктивность контура L , мкГн
1	$q(t) = 1,5 \cdot 10^{-6} \cos(2 \cdot 10^5 \pi t + \pi/3)$	8,0
2	$q(t) = 0,3 \cdot 10^{-6} \sin(6 \cdot 10^5 \pi t + \pi/4)$	15
3	$q(t) = 0,7 \cdot 10^{-6} \cos(3 \cdot 10^5 \pi t + \pi/6)$	12
4	$q(t) = 2,2 \cdot 10^{-6} \sin(4 \cdot 10^5 \pi t + \pi/8)$	0,9
5	$q(t) = 0,8 \cdot 10^{-6} \cos(5 \cdot 10^5 \pi t + \pi/5)$	1,2
6	$q(t) = 0,6 \cdot 10^{-6} \sin(8 \cdot 10^5 \pi t + \pi/4)$	2,0
7	$q(t) = 0,4 \cdot 10^{-6} \cos(2 \cdot 10^5 \pi t + \pi/6)$	1,5
8	$q(t) = 0,2 \cdot 10^{-6} \sin(8 \cdot 10^5 \pi t + \pi/6)$	6,0
9	$q(t) = 0,9 \cdot 10^{-6} \cos(4 \cdot 10^5 \pi t + \pi/3)$	5,0
10	$q(t) = 1,2 \cdot 10^{-6} \sin(6 \cdot 10^5 \pi t + \pi/5)$	4,0
11	$q(t) = 3,0 \cdot 10^{-6} \cos(10^5 \pi t + \pi/3)$	3,0
12	$q(t) = 2,0 \cdot 10^{-6} \sin(4 \cdot 10^5 \pi t + \pi/4)$	2,0

Задача 7.4

В колебательном контуре конденсатор обладает емкостью C , катушка – индуктивностью L . После зарядки конденсатора в контуре возникает свободное электромагнитное

колебание частотой ν . Определите величину, обозначенную * (табл. 47). Как изменится частота колебаний контура, если параллельно имеющемуся конденсатору подключить конденсатор в α раз большей емкости, чем тот, что уже был включен в колебательный контур?

Таблица 47

Номер варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Емкость конденсатора C , пФ	*	150	200	*	400	300	*	250	150	*	200	100
Индуктивность катушки L , мГн	25	*	20	10	*	15	30	*	40	25	*	30
Частота колебания контура ν , МГц	4,0	4,5	*	6,0	1,5	*	2,0	3,0	*	3,0	5,0	*
α	8	3	15	24	8	3	15	24	8	3	15	24

Задача 7.5

Конденсатор емкостью C зарядили до напряжения U и разряжают через катушку индуктивностью L с очень малым омическим сопротивлением. При этом максимальное значение силы тока в катушке составляет I . Определите величину, обозначенную * (табл. 48).

Таблица 48

Номер варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Емкость конденсатора C , мкФ	50	60	62	*	60	40	50	*	40	20	40	*
Напряжение зарядки конденсатора U , В	20	30	*	45	25	40	*	20	50	80	*	35
Индуктивность катушки L , мГн	20	*	40	25	30	*	20	30	35	*	20	30
Максимальное значение силы тока I , А	*	0,50	0,80	1,2	*	2,0	1,0	0,70	*	1,5	1,0	1,3

Задачи для анализа на практическом занятии

Задача 7.6

Вблизи рудного месторождения период колебаний маятника изменился на 0,1 %. Плотность руды в месторождении 8000 кг/м^3 . Оцените размеры месторождения.

Задача 7.7

Два конденсатора C_1 и C_2 одинаковой емкости и катушка индуктивности L соединены так, как показано на рис. 8. В начальный момент времени ключ разомкнут, конденсатор C_1 заряжен до разности потенциалов U , а конденсатор C_2 не заряжен и сила тока в цепи равна нулю. Определите максимальное значение силы тока в катушке после замыкания цепи.

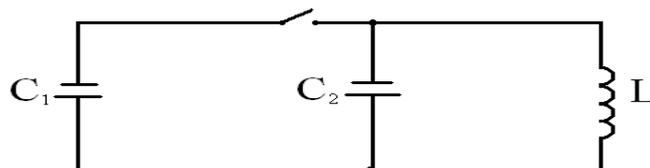


Рис. 8

Задачи для самостоятельной работы студентов на практическом занятии

Задача 7.8

На рис. 9 изображены графики зависимости координаты тела, совершающего гармоническое колебание, от времени. По графику определите амплитуду, период, частоту, круговую частоту колебания. (Номер графика соответствует номеру варианта.)

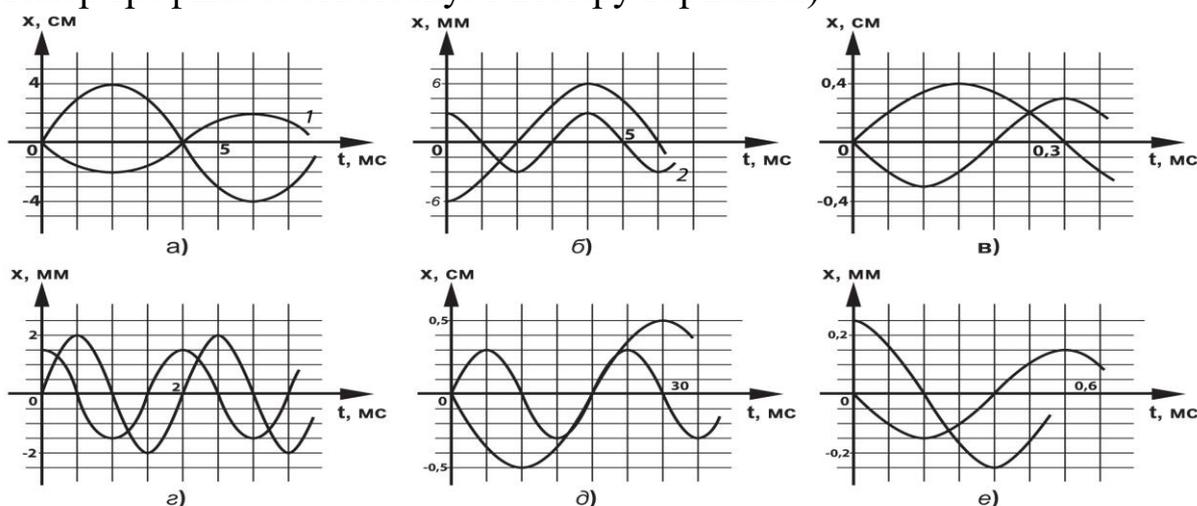


Рис. 9

Задача 7.9

За одно и то же время маятники длиной l_1 и l_2 совершают соответственно n_1 и n_2 колебаний. Длины маятников отличаются на $\Delta l = l_1 - l_2$. Определите величины, обозначенные * (табл. 49).

Таблица 49

Номер варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Длина первого маятника l_1 , м	0,77	1,9	*	*	1,3	1,7	1,0	1,1	*	*	1,9	2,1
Длина второго маятника l_2 , м	*	1,2	*	0,80	1,7	*	*	1,6	*	1,5	0,70	*
Число колебаний первого маятника n_1	50	40	60	70	*	90	100	120	110	60	*	70
Число колебаний второго маятника n_2	40	*	50	80	70	*	80	*	70	30	50	*
Разность длин маятников Δl , см	*	*	-24	*	*	30	*	*	-89	*	*	80

Задача 7.10

Колебательный контур состоит из конденсатора емкостью C и катушки индуктивностью L . Период его собственных колебаний T , частота ν , круговая частота ω , амплитуда колебания силы тока I_m , амплитуда колебания заряда Q_m . Определите величины, обозначенные * (табл. 50). Потери энергии не учитывайте.

Таблица 50

Номер варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Емкость конденсатора C , пФ	*	400	800	600	*	300	200	*	400	800	*	100
Индуктивность катушки L , мГн	10	*	*	*	0,20	*	0,50	40	*	*	20	5,0
Период колебания T , мс	0,10	*	2,0	*	*	*	*	0,50	*	0,20	*	*
Частота колебания ν , кГц	*	50	*	*	*	100	*	*	*	*	*	*
Круговая частота ω , кГц	*	*	*	500	400	*	*	*	100	*	200	*
Амплитуда колебания силы	*	0,50	*	0,10	0,20	*	*	0,40	*	2,0	*	5,0

тока I_m , мА												
Амплитуда колебания заряда Q_m , мкКл	2,0	*	8,0	*	*	0,40	0,50	*	0,20	*	10	*

Задача 7.11

В идеальном колебательном контуре (емкость конденсатора C , индуктивность катушки L) происходит свободное электрическое колебание с амплитудой силы тока I_m , заряда q_m , напряжения на конденсаторе U_m . В рассматриваемый момент времени сила тока в контуре I , заряд конденсатора q , напряжение на конденсаторе U . Каковы значения величин, обозначенных * (табл. 51)?

Таблица 51

Номер варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Емкость конденсатора C , мкФ	60	50	*	100	30	40	*	40	60	50	100	*
Индуктивность катушки L , Гн	*	0,50	1,5	*	1,0	1,5	2,0	*	0,50	1,0	1,5	0,50
Амплитуда колебания силы тока I_m , А	0,82	*	*	0,50	*	*	1,3	0,52	1,6	*	*	1,1
Амплитуда колебания заряда q_m , мкКл	*	*	*	5,0	*	3,2	*	4,0	*	2,5	*	1,3
Амплитуда колебания напряжения U_m , В	150	*	*	*	90	*	*	*	*	*	200	*
Значение силы тока I , А	*	1,9	0,67	*	0,23	0,40	0,84	*	*	*	*	0,49
Значение заряда q , мкКл	4,2	*	3,2	*	*	*	*	2,8	6,0	*	18	*
Значение напряжения U , В	*	60	40	15	*	*	150	*	*	40	*	*

Занятие 8

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ПО ТЕМЕ «СВЕТОВЫЕ ЯВЛЕНИЯ»

Для решения задач на данном практическом занятии вам необходимо:

- знать формулировку и математическую формулу закона преломления света;
- уметь показать ход светового луча при переходе света из оптически менее плотной среды в оптически более плотную среду и наоборот;
- знать, при каких условиях наблюдается и в чем заключается явление полного отражения света;
- как значение показателя преломления определяется скоростью света в вакууме и скоростью света в среде;
- в чем заключается явление интерференции света и как записываются математические соотношения для условий максимума и минимума при интерференции волн;
- как явление интерференции используется для «просветления» оптики;
- знать, в чем заключается явление дифракции;
- знать, каково устройство дифракционной решетки;
- уметь применять соответствующие математические соотношения для определения положения главных дифракционных максимумов, даваемых дифракционной решеткой.

Задачи для предварительной работы студентов

Задача 8.1

Водолазу, находящемуся под водой, солнечные лучи кажутся падающими под углом γ к поверхности воды, в тот момент, когда угловая высота солнца над горизонтом составляет φ . Сделайте чертёж, показав на нем ход светового луча; укажите на чертеже угол падения и угол преломления светового луча на границе «воздух–вода». Определите величину, обозначенную * (табл. 52).

Таблица 52

Номер варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Угол $\gamma, ^\circ$	55	*	60	*	50	*	45	*	40	*	35	*

Угловая высота солнца над горизонтом $\varphi, ^\circ$	*	30	*	45	*	40	*	35	*	25	*	20
--	---	----	---	----	---	----	---	----	---	----	---	----

Задача 8.2

На дне бака, заполненного до высоты H прозрачной жидкостью с показателем преломления $n_{ж}$, находится лампа, служащая точечным источником света. На поверхности жидкости расположен непрозрачный диск так, что его центр находится точно над лампой, а его диаметр D таков, что световые лучи не выходят из жидкости. Определите величину, обозначенную * (табл. 53).

Таблица 53

Номер варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Показатель преломления жидкости $n_{ж}$	*	1,38	1,36	*	1,47	1,33	*	1,40	1,35	*	1,33	1,47
Глубина жидкости H , см	40	*	50	60	*	70	30	*	40	70	*	50
Диаметр диска D , см	90	85	*	135	110	*	60	100	*	130	160	*

Задача 8.3

Показатель преломления вещества для света длиной волны λ равен n . Скорость распространения такой световой волны в данном веществе равна v , частота колебания ν . Определите величины, обозначенные * (табл. 54).

Таблица 54

Номер варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Длина волны света λ , мкм	0,35	0,60	0,40	*	*	0,55	0,70	0,60	*	*	0,75	0,50
Показатель преломления вещества n	1,36	*	*	1,52	*	1,33	*	*	1,74	*	1,52	*
Скорость распространения	*	2,22	*	*	2,26	*	1,72	*	*	1,97	*	2,14

света в веществе ν , 10^8 м/с												
Частота колебания ν , ТГц	*	*	500	440	490	*	*	350	310	250	*	*

Задача 8.4

При прохождении света через объективы оптических приборов происходит его отражение от поверхностей линз, что приводит к потере до 50% световой энергии. Чтобы этого избежать, на поверхность линзы наносят специальную тонкую прозрачную пленку, толщина и показатель преломления которой подбираются так, чтобы в отраженном свете возникал интерференционный минимум. Тогда потери световой энергии на отражение уменьшаются («просветление» оптики). При нанесении пленки с показателем преломления n и минимальной толщиной d «просветление» наблюдается для света с длиной волны λ . Определите величину, обозначенную * (табл. 55).

Таблица 55

Номер варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Показатель преломления пленки n	*	1,28	1,26	*	1,22	1,24	*	1,30	1,30	*	1,26	1,28
Толщина пленки d , мкм	0,11	*	0,23	0,14	*	0,10	0,13	*	0,12	0,14	*	0,11
Длина волны света λ , мкм	0,55	0,60	*	0,70	0,60	*	0,65	0,55	*	0,70	0,65	*

Задача 8.5

На дифракционную решетку с периодом d нормально падает монохроматический свет с длиной волны излучения λ . При этом дифракционный максимум k -го порядка наблюдается под углом α к нормали дифракционной решетки. Определите величину, обозначенную * (табл. 56). Как изменится угол α k -го дифракционного максимума, если при той же длине волны излучения применить дифракционную решетку с m раз меньшим периодом?

Таблица 56

Номер варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Период дифракционной решетки d , мкм	2,0	5,0	4,0	*	5,0	10	2,0	*	4,0	2,0	10	*
Длина волны света λ , мкм	0,7	0,5	*	0,8	0,6	0,7	*	0,4	0,5	0,6	*	0,7

Порядковый номер дифракционного максимума k	2	*	3	4	3	*	1	2	1	*	2	3
Угол наблюдения k -го дифракционного максимума α , °	*	30	27	19	*	16	12	12	*	37	6,0	25
m	2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4

Задачи для анализа на практическом занятии

Задача 8.6

Каково физическое обоснование поговорок: «Не зная броду не суйся в воду»?

Задача 8.7

Вычислите наименьшее расстояние между двумя точками на Луне, которые видны раздельно в телескоп с диаметром зеркала 3 м.

Задачи для самостоятельной работы студентов на практическом занятии

Задача 8.8

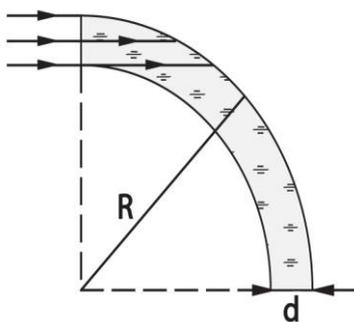


Рис. 10

При переходе света из оптически более плотной среды в менее плотную (например, из стекла в воздух) при некотором условии наблюдается явление полного отражения, которое используется в так называемой волоконной оптике. Из прозрачного вещества с показателем преломления n изготавливают кабель световода диаметром d и направляют на него свет перпендикулярно площади его поперечного сечения (рис. 10). При наибольшем изгибе световода, когда внешний радиус изгиба равен R , свет будет распространяться по световоду, не выходя через боковую поверхность

наружу за счет явления полного отражения. Определите величину, обозначенную * (табл. 57).

Таблица 57

Номер варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Диаметр световода d , мм	*	10	6,0	*	8,0	10	*	12	8,0	*	6,0	12
Показатель преломления вещества световода n	1,65	*	1,60	1,55	*	1,60	1,55	*	1,60	1,55	*	1,60
Радиус внешнего изгиба световода R , см	2,0	2,4	*	3,4	1,9	*	1,7	3,0	*	2,8	1,5	*

Задача 8.9

Слева между двумя стеклянными пластинами вложен листок фольги (рис. 11), вследствие чего в отраженном свете на поверхности верхней пластины видны полосы интерференции. Расстояние между соседними светлыми полосами x , толщина фольги h , длина пластины l , длина волны падающего света λ . Вычислите величину, обозначенную * (табл. 58).

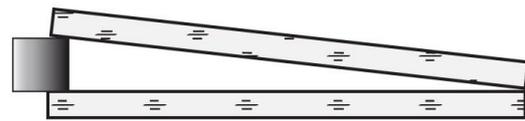


Рис. 11

Таблица 58

Номер варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Расстояние между соседними светлыми полосами x , мм	*	0,70	1,0	0,50	*	0,55	0,40	0,30	*	0,40	0,35	0,98
Толщина фольги h , мм	0,15	*	0,10	0,15	0,12	*	0,15	0,18	0,18	*	0,20	0,10
Длина пластины l , см	10	15	*	12	10	12	*	10	12	10	*	15
Длина волны падающего света	0,75	0,70	0,65	*	0,60	0,55	0,50	*	0,45	0,75	0,65	*

λ , МКМ												
-----------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Задача 8.10

Два когерентных источника S_1 и S_2 (рис. 12) излучают монохроматический свет частотой ν . Первый максимум освещенности на экране MN находится от точки O на расстоянии x , а расстояния AO и S_1A ($S_2A = S_1A$) равны соответственно L и d . Определите величину, обозначенную $*$ (табл. 59).

Учтите, что $d \ll L$ и $x \ll L$.

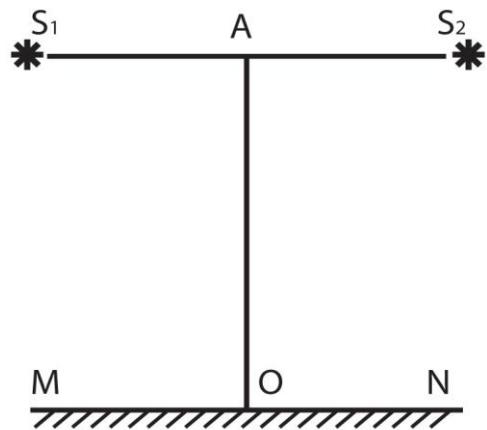


Рис. 12

Таблица 59

Номер варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Частота света ν , Гц	400	450	500	*	550	600	650	*	700	750	400	*
Расстояние от центра экрана до первого максимума x , мм	0,80	0,70	*	0,85	0,60	0,65	*	0,86	0,85	0,50	*	0,36
Расстояние до экрана L , м	1,5	*	1,9	2,0	1,6	*	1,7	2,1	2,0	*	2,9	1,8
Расстояние между источниками света d , мм	*	0,80	0,90	0,70	*	0,60	0,70	0,90	*	0,80	0,50	1,0

Задача 8.11

Дифракционную решетку, имеющую N штрихов на 1 мм, осветили светом с длиной волны λ . На экране, находящемся на расстоянии L от решетки, наблюдают дифракционные максимумы. Расстояние между

двумя дифракционными максимумами k -го порядка составляет x . Определите величину, обозначенную * (табл. 60).

Таблица 60

Номер варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Число штрихов на 1 мм N	50	80	100	*	100	50	80	*	80	100	50	*
Длина волны света λ , мкм	0,45	0,55	*	0,60	0,65	0,45	*	0,65	0,55	0,75	*	0,60
Расстояние от дифракционной решетки до экрана L , м	1,0	*	1,5	1,0	1,5	*	2,0	1,5	2,0	*	1,0	2,0
Номер дифракционного максимума k	3	2	1	3	1	3	2	1	2	1	3	2
Расстояние между максимумами x , см	*	17,6	19,5	18,0	*	13,5	35,2	19,5	*	22,5	15,0	38,4

Занятие 9

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ПО ТЕМЕ «ОСНОВЫ КВАНТОВОЙ ФИЗИКИ»

Для решения задач на данном практическом занятии вам необходимо знать:

- сколько джоулям равна внесистемная единица энергии электронвольт (эВ);
- формулы для расчета энергии и импульса кванта электромагнитного излучения;
- какова связь между величиной излученной энергии, мощностью излучения и временем излучения;
- формулу для расчета работы, совершаемой электрическим полем при перемещении заряженной частицы;
- уравнение Эйнштейна для фотоэффекта;
- что называют красной границей фотоэффекта;
- постулаты Н. Бора.

Задачи для предварительной работы студентов

Задача 9.1

Лазер является источником монохроматического излучения с длиной волны λ , он каждую секунду излучает n квантов. Световая мощность лазера равна P . Определите величину, обозначенную * (табл. 61). Определите импульс кванта. Как изменится количество каждую секунду излучаемых лазером квантов при увеличении его мощности в β раз?

Таблица 61

Номер варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Длина волны λ , нм	*	630	420	*	550	680	*	700	820	*	900	400
Число каждую секунду излучаемых квантов n , 10^{17}	1,5	*	2,0	2,5	*	1,8	2,6	*	3,0	1,9	*	0,8 0
Световая мощность лазера P , мВт	45	40	*	70	50	*	80	65	*	60	70	*
β	1,5	2	2,5	3	1,5	2	2,5	3	1,5	2	2,5	3

Задача 9.2

При торможении электронов, предварительно ускоренных напряжением U , в рентгеновской трубке возникает излучение, минимальная длина волны которого равна λ_{\min} . Определите величину, обозначенную * (табл. 62). Как изменится минимальная длина волны рентгеновского излучения, если ускоряющее напряжение увеличить в γ раз?

Таблица 62

Номер варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ускоряющее напряжение U , кВ	*	20	*	50	*	35	*	25	*	30	*	40
Минимальная длина волны излучения λ_{\min} , пм	60	*	70	*	40	*	30	*	35	*	45	*
γ	4	3,5	3	2,5	2	1,5	4	3,5	3	2,5	2,0	1,5

Задача 9.3

Длина волны излучения, квант которого имеет энергию, равную кинетической энергии электрона, движущегося со скоростью v , составляет λ . Рассчитайте величину, обозначенную * (табл. 63), а также массу и импульс такого кванта. (Значение скорости в таблице указано в долях скорости света c .)

Таблица 63

Номер варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Скорость электрона v	*	0,40	*	0,60	*	0,80	*	0,70	*	0,50	*	0,30
Длина волны излучения λ , нм	15,7	*	6,06	*	9,68	*	50,2	*	3,64	*	26,6	*

Задача 9.4

При облучении металла светом с частотой ν максимальная скорость фотоэлектронов v . Красная граница фотоэффекта для этого металла соответствует длине волны излучения λ . Определите величину, обозначенную * (табл. 64).

Таблица 64

Номер варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Частота ν , ПГц	*	2,5	2,5	*	1,2	1,8	*	1,9	0,90	*	0,70	1,7
Длина волны для красной границы λ , мкм	0,48	*	0,26	0,27	*	0,31	0,55	*	0,67	0,50	*	0,29
Максимальная скорость электронов v , Мм/с	0,51	1,2	*	0,82	0,99	*	1,32	1,04	*	1,83	0,56	*

Задача 9.5

В атоме водорода электрон переходит с верхнего n -го на нижний k -й энергетический уровень. При этом атом излучает квант электромагнитного излучения. Длина волны излучения равна λ . Определите величину, обозначенную * (табл. 65). (При решении задачи воспользуйтесь энергетической

Номер состояния	Энергия уровня, эВ
6-----	-0,37
5-----	-0,54
4-----	-0,84
3-----	-1,5
2-----	-3,38
1-----	-13,55

диаграммой атома водорода, изображенной на рис. 13.)
Рис. 13

Таблица 65

Номер варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Номер n -го уровня	6	3	*	6	6	*	4	5	*	3	5	*
Номер k -го уровня	5	*	1	3	*	2	2	*	3	2	*	1
Длина волны λ , нм	*	660	103	*	2640	488	*	1290	1880	*	4130	95,2

Задачи для анализа на практическом занятии

Задача 9.6

В научной фантастике описываются космические яхты с солнечным парусом, движущиеся под действием давления солнечных лучей. Через какое время яхта массой 1 т, находящаяся на земной орбите, приобрела бы скорость 50 м/с, если площадь паруса 1000 м²? Какой путь прошла бы яхта за это время? Начальную скорость яхты относительно Солнца считать равной нулю. Плотность потока энергии от Солнца на земной орбите составляет 0,14 Вт/см².

Задача 9.7

Свет, излучаемый с поверхности звезды, приходит к наблюдателю с меньшей, чем при излучении, частотой. Чем объясняется этот эффект? Почему его называют красным смещением? Оцените изменение частоты для Солнца в видимой части его спектра.

Задачи для самостоятельной работы студентов на практическом занятии

Задача 9.8

При напряжении U и силе тока I рентгеновская трубка излучает n квантов ежесекундно. Средняя длина волны излучения равна λ , КПД трубки (отношение мощности излучения к мощности тока) составляет η . Определите величину, обозначенную * (табл. 66).

Таблица 66

Номер варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
----------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----

Напряжение U , кВ	*	50	60	55	45	*	45	60	55	50	*	45
Сила тока I , мА	2,0	*	2,5	1,8	2,2	3,0	*	2,7	2,0	2,5	1,4	*
Число квантов $n, \times 10^{13} \text{с}^{-1}$	9,6	8,4	*	8,9	5,9	17	23	*	11	12	10	9,0
Длина волны λ , нм	0,12	0,15	0,20	*	0,16	0,11	0,25	0,17	*	0,18	0,17	0,13
КПД η	0,20	0,15	0,15	0,10	*	0,20	0,20	0,10	0,10	*	0,15	0,15

Задача 9.9

При прохождении рентгеновского излучения с длиной волны λ_0 через вещество экспериментально обнаружено, что длина волны и частота рассеянного излучения иные и что излучение, рассеянное под углом φ , имеет частоту ν . Объясните явление и вычислите величину, обозначенную * (табл. 67). Какова кинетическая энергия электрона отдачи?

Таблица 67

Номер варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Длина волны $\lambda_0, \times 10^{-12}$ м	12,4	18,3	*	11, 5	16,4	*	14,3	12,8	*	13,5	14	*
Угол рассеяния $\varphi, ^\circ$	*	120	60	*	180	70	*	90	150	*	100	40
Частота рассеянного излучения $\nu, \times 10^{19}$ Гц	2,02	*	2,56	2,22	*	2,1 7	2,0 5	*	1,75	1,66	*	2,21

Задача 9.10

При облучении металлического шара радиусом R излучением с длиной волны λ максимальный заряд, приобретаемый шаром, равен Q , а его потенциал φ . Работа выхода металла $A_{\text{вых}}$. Определите величины, обозначенные * (табл. 68).

Таблица 68

Номер варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Работа выхода металла $A_{\text{вых}}, \text{эВ}$	5,3	4,3	1,8	*	2,8	4,8	1,8	4,5	*	4,8	5,3	4,3
Радиус шара R , см	1,0	2,0	*	3,0	4,0	*	*	3,0	4,0	*	5,0	1,0
Длина волны излучения λ , мкм	*	0,25	*	0,26	*	0,22	0,42	*	0,40	*	0,21	*
Заряд шара Q , пКл	1,2	*	3,4	0,89	*	0,92	2,53	*	1,32	3,65	*	1,76
Потенциал шара φ , В	*	*	0,61	*	0,30	*	*	0,88	*	1,09	*	*

Задача 9.11

В вакуумной трубке катод представляет собой металлическую пластинку (красная граница для его металла λ_{max}), а анод – плоский люминесцентный экран. Расстояние между катодом и анодом L , ускоряющее электроны напряжение U . Если осветить катод пучком света (частота излучения ν) диаметром d , то диаметр светящегося пятна на аноде, обусловленного бомбардировкой этого электрода фотоэлектронами, составит D . Вычислите величину, обозначенную * (табл. 69).

Таблица 69

Номер варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Длина волны для красной границы λ , мкм	0,57	0,67	*	0,50	0,55	0,62	0,67	0,57	*	0,55	0,52	0,50
Расстояние между катодом и анодом L , см	6,0	*	7,0	8,0	10	9,0	5,0	*	7,0	6,0	10	9,0
Ускоряющее напряжение U , В	*	120	160	140	100	120	*	140	140	100	120	160
Частота излучения ν , ПГц	0,55	0,47	0,51	0,63	0,56	*	0,4 7	0,5 5	0,62	0,5 7	0,51	*
Диаметр пучка света d , мм	3,0	4,1	5,8	6,7	*	2,2	6,3	3,1	7,8	4,3	*	5,1
Диаметр светящегося пятна на аноде D , см	1,05	0,96	1,31	*	1,72	1,49	1,11	1,16	1,46	*	1,4	1,33

СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Основные константы

Элементарный заряд
 $e = 1,60219 \cdot 10^{-19}$ Кл

Электрическая постоянная
 $\epsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12}$ Ф/м

Масса покоя электрона
 $m_e = 9,1095 \cdot 10^{-31}$ кг = $5,486 \cdot 10^{-4}$ а. е. м.

Постоянная Авогадро
 $N_A = 6,022 \cdot 10^{23}$ моль⁻¹

Масса покоя протона
 $m_p = 1,6726 \cdot 10^{-27}$ кг = 1,00728 а. е. м.

Постоянная Больцмана
 $k = 1,3807 \cdot 10^{-23}$ Дж/К

Масса покоя нейтрона
 $m_n = 1,6749 \cdot 10^{-27}$ кг = 1,00866 а. е. м.

Постоянная Планка
 $h = 6,626 \cdot 10^{-34}$ Дж·с = $4,136 \cdot 10^{-15}$ эВ·с
 $\hbar = \frac{h}{2\pi} = 1,055 \cdot 10^{-34}$ Дж·с = $6,59 \cdot 10^{-16}$ эВ·с

Скорость света в вакууме
 $c = 2,9979 \cdot 10^8$ м/с

Гравитационная постоянная
 $G = 6,672 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2$

Производные от основных констант

Коэффициент взаимосвязи массы и энергии

$$E/m = 8,9874 \cdot 10^{16} \text{ Дж/кг} = 931,5 \text{ МэВ/а. е. м.}$$

$$(1 \text{ а. е. м.} = 1,66057 \cdot 10^{-27} \text{ кг}; 1 \text{ МэВ} = 1,60219 \cdot 10^{-13} \text{ Дж})$$

Энергия покоя электрона

$$E_{0e} = m_e c^2 = 8,187 \cdot 10^{-14} \text{ Дж} = 0,511 \text{ МэВ}$$

Энергия покоя протона

$$E_{0p} = m_p c^2 = 1,503 \cdot 10^{-10} \text{ Дж} = 938,26 \text{ МэВ}$$

Энергия покоя нейтрона

$$E_{0n} = m_n c^2 = 1,505 \cdot 10^{-10} \text{ Дж} = 939,55 \text{ МэВ}$$

Отношение заряда электрона к его массе

$$\frac{e}{m_e} = 1,759 \cdot 10^{11} \text{ Кл/моль}$$

Молярная газовая постоянная

$$R = kN_A = 8,314 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)}$$

Плотность веществ

Твердые тела

	10^3 кг/м^3		10^3 кг/м^3
Алюминий.....	2,7	Олово.....	7,3
Германий.....	5,4	Свинец.....	11,3
Кремний.....	2,4	Серебро.....	10,5
Лед.....	0,9	Сталь.....	7,8
Медь.....	8,9	Хром.....	7,2
Нихром.....	8,4	Цинк.....	7,15
Никель.....	8,9		

Жидкости

	10^3 кг/м^3		10^3 кг/м^3
Бензин.....	0,70	Нефть.....	0,80
Вода.....	1,0	Ртуть.....	13,6
Керосин.....	0,80	Спирт.....	0,79

Газы (при нормальных условиях)

	10^3 кг/м^3		10^3 кг/м^3
Азот.....	1,25	Воздух.....	1,29
Водород.....	0,09	Кислород.....	1,43

Тепловые свойства веществ

Твердые тела

Вещество	Удельная теплоемкость, кДж/(кг·К)	Температура плавления, °С	Удельная теплота плавления, кДж/кг
Алюминий	0,88	660	380
Лед	2,1	0	330
Медь	0,38	1083	180
Олово	0,23	232	59
Свинец	0,13	327	25
Серебро	0,23	960	87
Сталь	0,46	1400	82

Жидкости

Вещество	Удельная теплоемкость, кДж/(кг·К)	Температура кипения, °С	Удельная теплота парообразования (при нормальном давлении), МДж/кг
Вода	4,19	100	2,3
Ртуть	0,12	357	0,29
Спирт	2,4	78	0,85

Газы

Вещество	Удельная теплоемкость (при постоянном давлении), кДж/(кг·К)	Температура кипения, °С
----------	---	-------------------------

Азот	1,05	-196
Водород	14,3	-253
Воздух	1,01	
Гелий	5,29	-269
Кислород	0,913	-183

**Коэффициент поверхностного натяжения жидкостей,
мН/м (при 20 °С)**

Вода.....	73	Молоко.....	46
Бензин.....	21	Нефть.....	30
Керосин.....	24	Ртуть.....	510
Мыльный раствор.....	40	Спирт.....	22

Удельная теплота сгорания топлива, МДж/кг

Бензин.....	46	Порох.....	3,8
Дерево.....	10	Спирт.....	29
Каменный уголь.....	29	Топливо для реактивных самолётов (ТС-1).....	43
Керосин.....	46	Условное топливо.....	29

**Зависимость давления p и плотности ρ
насыщенного водяного пара от температуры t**

$t, ^\circ\text{C}$	$p, \text{кПа}$	$\rho, \text{г/м}^3$	$t, ^\circ\text{C}$	$p, \text{кПа}$	$\rho, \text{г/м}^3$
-5	0,40	3,2	11	1,33	10,0
0	0,61	4,8	12	1,40	10,7
1	0,65	5,2	13	1,49	11,4
2	0,71	5,6	14	1,60	12,1
3	0,76	6,0	15	1,71	12,8
4	0,81	6,4	16	1,81	13,6
5	0,88	6,8	17	1,93	14,5
6	0,93	7,3	18	2,07	15,4
7	1,0	7,8	19	2,20	16,3
8	1,06	8,3	20	2,33	17,3
9	1,14	8,8	25	3,17	23,0
10	1,23	9,4	50	12,3	83,0

Психрометрическая таблица

Показание сухого термометра, °С	Разность показаний сухого и влажного термометров, °С										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Относительная влажность, %										
0	100	81	63	45	28	11	-	-	-	-	-
2	100	84	68	51	35	20	-	-	-	-	-
4	100	85	70	56	42	28	14	-	-	-	-
6	100	86	73	60	47	35	23	10	-	-	-
8	100	87	75	63	51	40	28	18	7	-	-
10	100	88	76	65	54	44	34	24	14	5	-
12	100	89	78	68	57	48	38	29	20	11	-
14	100	89	79	70	60	51	42	34	25	17	9
16	100	90	81	71	62	54	45	37	30	22	15
18	100	91	82	73	65	56	49	41	34	27	20
20	100	91	83	74	66	59	51	44	37	30	24
22	100	92	83	76	68	61	54	47	40	34	28
24	100	92	84	77	69	62	56	49	43	37	31
26	100	92	85	78	71	64	58	51	46	40	34
28	100	93	85	78	72	65	59	53	48	42	37
30	100	93	86	79	73	67	61	55	50	44	39

Предел прочности на растяжение $\delta_{пч}$ и модуль упругости E

Вещество	$\delta_{пч}$, МПа	E , ГПа
Алюминий	100	70
Латунь	50	100
Серебро	140	80
Сталь	500	210

Диэлектрическая проницаемость вещества

Вода.....	.81	Парафинированная бумага.....	2,2
Керосин.....	2,1	Слюда.....	6
Масло.....	2,5	Стекло.....	7
Парафин.....	2	Текстолит.....	7

Удельное сопротивление ρ (при 20 °С) и температурный коэффициент сопротивления α металлов и сплавов

Вещество	ρ , $\times 10^{-8}$ Ом·м или $\times 10^{-2}$ Ом·мм ² /м	α , К ⁻¹	Вещество	ρ , $\times 10^{-8}$ Ом·м или $\times 10^{-2}$ Ом·мм ² /м	α , К ⁻¹
Алюминий	2,8	0,0042	Нихром	110	0,0001
Вольфрам	5,5	0,048	Свинец	21	0,0037
Медь	1,7	0,0043	Серебро	1,6	0,004
Никелин	42	0,0001	Сталь	12	0,006

Электрохимические эквиваленты, мг/Кл (10^{-6} кг/Кл)

Алюминий (Al ³⁺) .. 0,093	Никель (Ni ²⁺) 0,30
Водород (H ⁺)..... 0,0104	Серебро (Ag ⁺)..... 1,12
Кислород (O ²⁻)..... 0,083	Хром (Cr ³⁺)..... 0,18
Медь (Cu ²⁺)..... 0,33	Цинк (Zn ²⁺)..... 0,34

Работа выхода электронов

Вещество	эВ	аДж	Вещество	эВ	аДж
Вольфрам	4,5	0,72	Платина	5,3	0,85
Калий	2,2	0,35	Серебро	4,3	0,69
Литий	2,4	0,38	Цезий	1,8	0,29
Оксид бария	1,0	0,16	Цинк	4,2	0,67

Показатель преломления (средний для видимых лучей)

Алмаз..... 2,42	Сероуглерод..... 1,63
Вода..... 1,33	Спирт этиловый..... 1,36
Воздух..... 1,00029	Стекло..... 1,60

Относительная атомная масса некоторых изотопов¹, а. е. м.

Изотоп	Масса нейтрального	Изотоп	Масса нейтрального

¹ Для нахождения массы ядра необходимо из массы нейтрального атома вычесть массу всех электронов атома.

	атома		атома
^1_1H (водород)	1,00783	$^{10}_5\text{B}$ (бор)	10,01294
^2_1H (дейтерий)	2,01410	$^{11}_5\text{B}$ (бор)	11,00931
^3_1H (тритий)	3,01605	$^{12}_6\text{C}$ (углерод)	12,00000
^3_2He (гелий)	3,01602	$^{14}_7\text{N}$ (азот)	14,00307
^4_2He (гелий)	4,00260	$^{15}_7\text{N}$ (азот)	15,00011
^6_3Li (литий)	6,01513	$^{16}_8\text{O}$ (кислород)	15,99491
^7_3Li (литий)	7,01601	$^{17}_8\text{O}$ (кислород)	16,99913
^8_4Be (бериллий)	8,00531	$^{27}_{13}\text{Al}$ (алюминий)	26,98146

**Приставки для образования
десятичных кратных и дольных единиц**

Кратные			Дольные		
Приставка	Обозначение	Множитель	Приставка	Обозначение	Множитель
экса	Э	10^{18}	атто	а	10^{-18}
пета	П	10^{15}	фемто	ф	10^{-15}
тера	Т	10^{12}	пико	п	10^{-12}
гига	Г	10^9	нано	н	10^{-9}
мега	м	10^6	микро	мк	10^{-6}
кило	к	10^3	милли	м	10^{-3}
гекто	г	10^2	санتي	с	10^{-2}
дека	да	10^1	деци	д	10^{-1}

Периодическая система

Период	Ряд	Г Р У П П Ы			
		I	II	III	IV
I	1	(H)			
II	2	Li ³ Литий 6,939	Be ⁴ Бериллий 9,0122	B ⁵ Бор 10,811	C ⁶ Углерод 12,01115
III	3	Na ¹¹ Натрий 22,9898	Mg ¹² Магний 24,305	Al ¹³ Алюминий 26,9815	Si ¹⁴ Кремний 28,086
IV	4	K ¹⁹ Калий 39,102	Ca ²⁰ Кальций 40,08	21 44,956 Sc Скандий	22 47,90 Ti Титан
	5	29 63,546 Cu Медь	30 65,37 Zn Цинк	Ga ³¹ Галлий 69,72	Ge ³² Германий 75,59
V	6	Rb ³⁷ Рубидий 85,47	Sr ³⁸ Стронций 87,62	39 88,905 Y Иттрий	40 91,22 Zr Цирконий
	7	47 107,868 Ag Серебро	48 112,40 Cd Кадмий	In ⁴⁹ Индий 114,82	Sn ⁵⁰ Олово 118,69
VI	8	Cs ⁵⁵ Цезий 132,905	Ba ⁵⁶ Барий 137,34	57 138,91 La* Лантан	72 178,49 Hf Гафний
	9	79 196,967 Au Золото	80 200,59 Hg Ртуть	Tl ⁸¹ Таллий 204,37	Pb ⁸² Свинец 207,19
VII	10	Fr ⁸⁷ Франций [223]	Ra ⁸⁸ Радий [226]	89 [227] Ac** Актиний	104 [261] Rf Резерфордий

Лантаноиды*	58 140,12 Ce Церий	59 140,907 Pr Празеодим	60 144,24 Nd Неодим	61 [147]* Pm Прометий	62 150,35 Sm Самарий	63 151,96 Eu Европий	64 157,25 Gd Гадолиний
Актиноиды**	90 232,038 Th Торий	91 [231] Pa Протактиний	92 238,03 U Уран	93 [237] Np Нептуний	94 [244] Pu Плутоний	95 [243] Am Америций	96 [247] Cm Кюрий

Э Л Е М Е Н Т О В

V		VI		VII		VIII	
				H 1 1,00797 Водород	He 2 4,0026 Гелий	Обозначение элемента <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> Li 3 Литий 6,939 </div> Относительная атомная масса	
N 7 14,0067 Азот	O 8 15,9994 Кислород	F 9 18,9984 Фтор	Ne 10 20,179 Неон				
P 15 30,9738 Фосфор	S 16 32,064 Сера	Cl 17 35,453 Хлор	Ar 18 39,948 Аргон				
23 50,942 V Ванадий	24 51,996 Cr Хром	25 54,9380 Mn Марганец	26 55,847 Fe Железо	27 58,9330 Co Кобальт	28 58,71 Ni Никель		
As 33 74,9216 Мышьяк	Se 34 78,96 Селен	Br 35 79,904 Бром	Kr 36 83,80 Криптон				
41 92,906 Nb Ниобий	42 95,94 Mo Молибден	43 [99] Tc Технеций	44 101,07 Ru Рутений	45 102,905 Rh Родий	46 106,4 Pd Палладий		
Sb 51 121,75 Сурьма	Te 52 127,60 Теллур	I 53 126,9044 Иод	Xe 54 131,30 Ксенон				
73 180,948 Ta Тантал	74 183,85 W Вольфрам	75 186,2 Re Рений	76 190,2 Os Осмий	77 192,2 Ir Иридий	78 195,09 Pt Платина		
Bi 83 208,980 Висмут	Po 84 [210]* Полоний	At 85 [210] Астат	Rn 86 [222] Радон				
105 [262] Db Дубний	106 [263] Sg Сиборгий	107 [262] Bh Борий	108 [265] Hs Хассий	109 [266] Mt Мейтнерий	110		

65 158,924 Tb Тербий	66 162,50 Dy Диспрозий	67 164,930 Ho Гольмий	68 167,26 Er Эрбий	69 168,934 Tm Тулий	70 173,04 Yb Иттербий	71 174,97 Lu Лютеций
97 [247] Bk Берклий	98 [252]* Cf Калифорний	99 [254] Es Эйнштейний	100 [257] Fm Фермий	101 [257] Md Менделевий	102 [255] No Нобелий	103 [256] Lr Лоуренсий

Сведения о Солнце, Земле и Луне

Радиус Солнца, м	$6,96 \cdot 10^8$
Масса Солнца, кг	$1,99 \cdot 10^{30}$
Средний радиус Земли, м	$6,371 \cdot 10^6$
Масса Земли, кг.....	$5,976 \cdot 10^{24}$
Время полного оборота Земли вокруг своей оси.....	23 ч 56 мин 4,09 с
Ускорение свободного падения (на широте Парижа на уровне моря, м/с^2	9,80665
Нормальное атмосферное давление, Па	101325
Молярная масса воздуха, кг/моль	0,029
Среднее расстояние от Земли до Солнца, м.....	$1,496 \cdot 10^{11}$
Радиус Луны, м	$1,737 \cdot 10^6$
Масса Луны, кг.....	$7,35 \cdot 10^{22}$
Период обращения Луны вокруг Земли.....	27сут 7 ч 43 мин
Ускорение свободного падения на поверхности Луны, м/с^2	1,623
Среднее расстояние от Луны до Земли, м.....	$3,844 \cdot 10^8$

Библиографический список

1. *Фейнман Р.* Фейнмановские лекции по физике. Задачи и упражнения с ответами и решениями / Р. Фейнман, Р. Лейтон, М. Сэндс; пер. с англ., составление ответов и решений под ред. А. П. Леванюка. – 3-е изд., перераб., – М.: Мир, 1978.
2. *Чертов А.* Задачник по физике учеб. пособие для студентов вузов / А. Г. Чертов, А. А. Воробьев. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1988.
3. *Трофимова Т. И.* Сборник задач по курсу физики: учеб. пособие для студентов втузов / Т. И. Трофимова. – 2-е изд., стер. – М.: Высш. шк., 1998.
4. *Савченко О. Я.* Задачи по физике: учеб. пособие / И. И. Воробьев, П. И. Зубков, Г. А. Кутузов и др.; под ред. О. Я. Савченко. – 2-е изд., перераб. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит-ры, 1988.
5. *Слободецкий И. Ш.* Задачи по физике / И. Ш. Слободецкий, Л. Г. Асламазов. – М.: Наука. Главная редакция физ.-мат. лит-ры, 1981.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
Занятие 1. Вводное занятие.....	4
Занятие 2. Решение задач по теме «Динамика вращательного движения. Законы сохранения в механике».ж.....	4
Занятие 3. Решение задач по теме «Основы МКТ».....	10
Занятие 4. Решение задач по теме « Первый закон термодинамики. Термодинамические циклы».....	16
Занятие 5. Решение задач по теме «Электростатика. Теорема Гаусса».....	22
Занятие 6. Решение задач по теме «Закон Био – Савара – Лапласа».....	28
Занятие 7. Решение задач по теме «Свободные колебания».....	34
Занятие 8. Решение задач по теме «Световые явления».....	40
Занятие 9. Решение задач по теме «Основы квантовой физики».....	47
Справочные материалы.....	52
Библиографический список.....	60

Учебное издание

Сергей Михайлович Андриюшечкин

ПРАКТИКУМ ПО РЕШЕНИЮ ФИЗИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

Учебное пособие

Редактор И. Г. Кузнецова

Подписано к печати __.__. 2010
Формат 60 x 90 1/16. Бумага писчая
Оперативный способ печати
Гарнитура Times New Roman
Усл. п. л. __, уч.-изд. л. ____
Тираж 300 экз. Заказ № ____
Цена договорная

Издательство СибАДИ
644099, г. Омск, ул. П. Некрасова, 10

Отпечатано в подразделении ОП издательства СибАДИ

644099, г. Омск, ул. П. Некрасова, 10