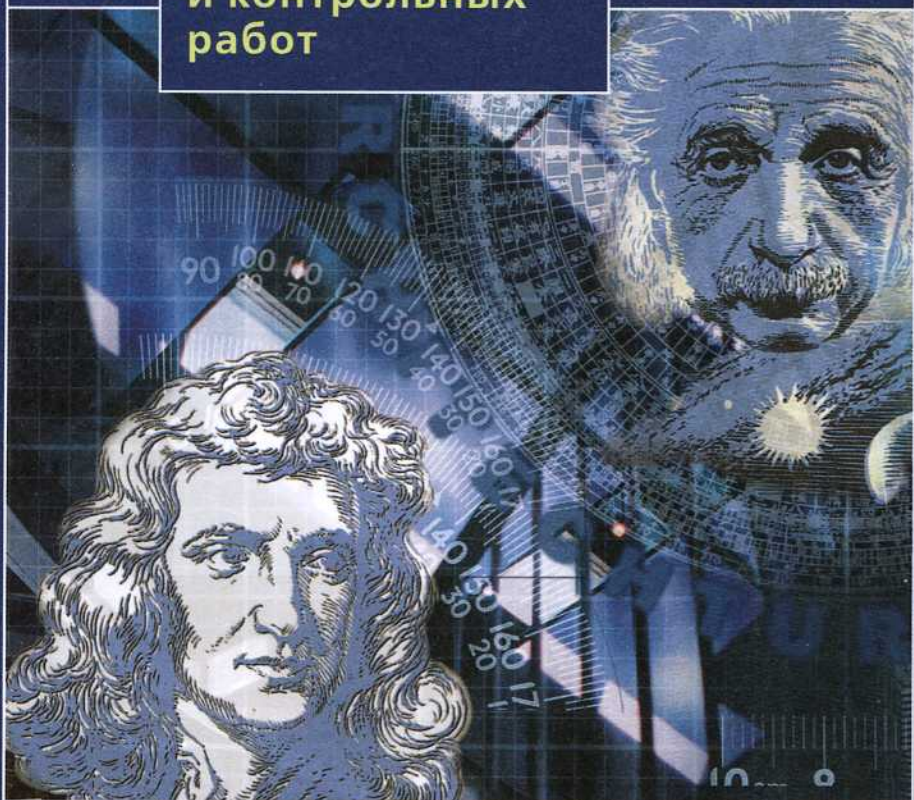


Классический курс

10•11

# физика

«Конструктор»  
самостоятельных  
и контрольных  
работ



ПРОСВЕЩЕНИЕ  
ИЗДАТЕЛЬСТВО

**Классический курс**

**С. М. Андриюшечкин  
А. С. Слухаевский**

# **ФИЗИКА**

**«Конструктор»  
самостоятельных  
и контрольных работ**

**10 — 11 классы**

Пособие для учителей  
общеобразовательных  
учреждений

Москва  
«Просвещение»  
2010

УДК 372.8:53  
ББК 74.262.22  
А66

*Серия «Классический курс» основана в 2007 году*

**Андрюшечкин С. М.**

**А66** Физика. «Конструктор» самостоятельных и контрольных работ. 10—11 классы : пособие для учителей общеобразоват. учреждений / С. М. Андрюшечкин, А. С. Слухаевский. — М. : Просвещение, 2010. — 191 с. — (Классический курс). — ISBN 978-5-09-019672-7.

Сборник содержит задачи для составления самостоятельных и контрольных работ по всем темам школьного курса физики 10–11 классов. Условие каждой задачи представлено в двенадцати вариантах. Задания могут быть использованы как для организации контроля знаний на уроках, так и в качестве домашних работ, а также при подготовке к экзаменам.

Пособие предназначено для учителей и применимо при работе по любому курсу физики.

УДК 372.8:53  
ББК 74.262.22

ISBN 978-5-09-019672-7

© Издательство «Просвещение», 2010  
© Художественное оформление.  
Издательство «Просвещение», 2010  
Все права защищены

## Предисловие

О глубине усвоения и степени понимания физических законов можно судить по умению применять их на практике, например при решении задач. Сборник «Физика. «Конструктор» самостоятельных и контрольных работ» поможет преподавателю организовать деятельность учащихся по развитию умения решать задачи и осуществлять контроль результатов этой работы. Задания сборника могут быть использованы и для работы на уроках, и в качестве домашних контрольных работ, и при подготовке к экзаменам и тестированию.

Задания для самостоятельных работ направлены на усвоение учащимися курса физики на базовом уровне и формирование у них умения решать несложные задачи. Указания перед каждым блоком задач позволят сориентироваться, какой теоретический материал актуален при их решении. Задания для контрольных работ содержат более сложные задачи, решение которых способствует закреплению навыков анализа типичных моделей физических явлений.

Задачи для самостоятельных и контрольных работ сгруппированы по темам. Значительное количество представленных в сборнике тематических заданий дает возможность преподавателю выбрать и использовать именно те из них, которые соответствуют программе конкретного учебного заведения.

Условие каждой задачи, будучи основано на одной и той же физической ситуации, представлено одновременно в двенадцати вариантах. Многовариантность дает возможность учителю организовать работу наиболее эффективным образом, составляя для учеников индивидуальные задания. При этом каждый из них рассчитывает только на собственные силы. Это развивает самостоятельность учащихся и повышает объективность оценки, выставляемой учителем.

В написании сборника принимали участие авторы: С. М. Андрияшечкин — задачи для самостоятельных работ, С. М. Андрияшечкин и А. С. Слухаевский — задачи для контрольных работ.

Авторы выражают благодарность директору лицея «ЛОРД» (г. Петропавловск, Республика Казахстан), преподавателю физики К. А. Рыбу за полезные замечания и советы.

# ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНЫХ РАБОТ

## 1. Сложение векторов

Для решения этих задач необходимо:

✓ знать правило сложения векторов;

✓ уметь применять теорему Пифагора для нахождения гипотенузы или катета прямоугольного треугольника.

**Задача 1.** Вектор скорости  $\vec{v}$  является суммой коллинеарных и сонаправленных векторов скоростей  $\vec{v}_1$  и  $\vec{v}_2$ . Модули данных векторов равны соответственно  $|\vec{v}|$ ,  $|\vec{v}_1|$ ,  $|\vec{v}_2|$ . Определите значение величины, обозначенной \*. Выполните соответствующее построение векторов.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$ \vec{v} $ , м/с	50	60	*	70	80	*	90	100	*	110	120	*
$ \vec{v}_1 $ , м/с	20	*	25	30	*	35	40	*	45	50	*	55
$ \vec{v}_2 $ , м/с	*	35	40	*	45	50	*	55	60	*	65	70

**Задача 2.** Вектор силы  $\vec{F}$  является суммой коллинеарных и противоположно направленных векторов сил  $\vec{F}_1$  и  $\vec{F}_2$ . Модули данных векторов равны соответственно  $|\vec{F}|$ ,  $|\vec{F}_1|$ ,  $|\vec{F}_2|$ . Определите значение величины, обозначенной \*. Выполните соответствующее построение векторов.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$ \vec{F} $ , Н	100	*	250	300	*	500	150	*	1000	200	*	400
$ \vec{F}_1 $ , кН	*	0,2	0,3	*	0,4	0,6	*	0,8	0,9	*	0,4	0,7
$ \vec{F}_2 $ , Н	300	500	*	400	250	*	200	500	*	600	1000	*

**Задача 3.** Вектор перемещения  $\vec{s}$  является суммой двух взаимно перпендикулярных векторов перемещений  $\vec{s}_1$  и  $\vec{s}_2$ . Модули данных векторов равны соответственно  $|\vec{s}|$ ,  $|\vec{s}_1|$ ,  $|\vec{s}_2|$ . Определите значение величины, обозначенной \*. Выполните соответствующее построение векторов. Вычислите, чему равны углы между векторами  $\vec{s}$  и  $\vec{s}_1$ ,  $\vec{s}$  и  $\vec{s}_2$ .

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$ \vec{s}_1 $ , м	*	10	50	*	350	20	*	4,0	45	*	60	650
$ \vec{s}_1 $ , м	0,4	6,0	*	60	280	*	1,5	3,2	*	0,9	48	*
$ \vec{s}_2 $ , м	0,3	*	30	45	*	12	2,0	*	27	1,2	*	520

## 2. Проекция векторов

Для решения этих задач необходимо:

- ✓ знать, что такое проекция вектора на координатную ось;
- ✓ уметь применять теорему Пифагора для нахождения гипотенузы прямоугольного треугольника;
- ✓ уметь находить значения тригонометрических функций острого угла прямоугольного треугольника.

Задача 1. На рисунке С1, а—е изображены векторы перемещения. Определите проекции векторов. Вычислите модули векторов.

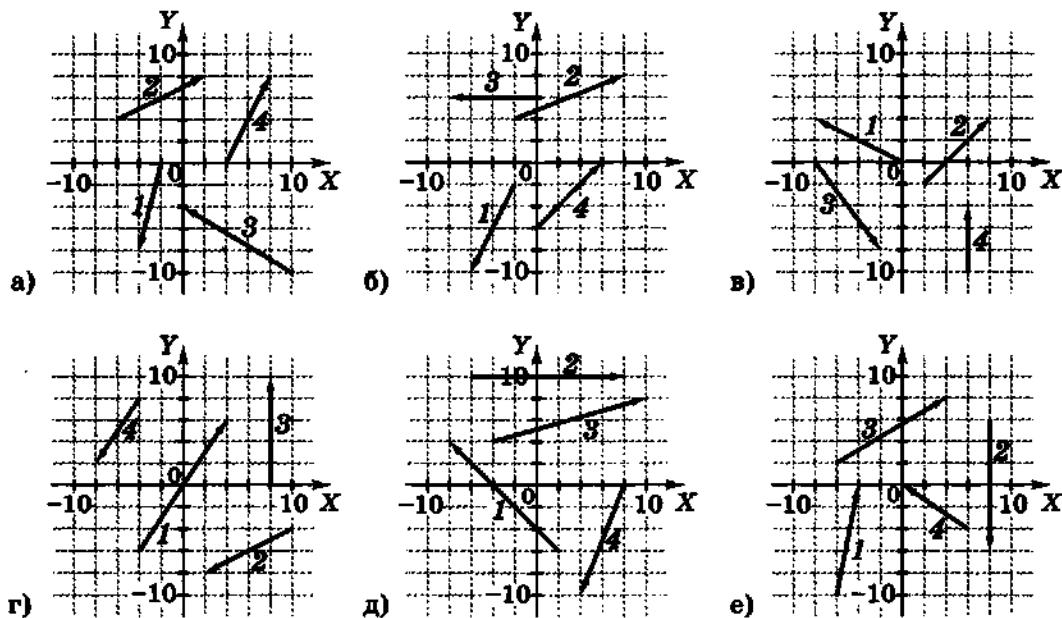


Рис. С1

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Рисунок	а	б	в	г	д	е	а	б	в	г	д	е
Номера векторов	1, 2	1, 2	1, 2	1, 2	1, 2	1, 2	3, 4	3, 4	3, 4	3, 4	3, 4	3, 4

**Задача 2.** На рисунке С2, а—в изображены векторы сил, направления которых составляют угол  $\alpha$  с осью  $X$  или осью  $Y$ . Модуль вектора силы равен  $F$ . Определите проекции вектора на ось  $X$  и ось  $Y$ .

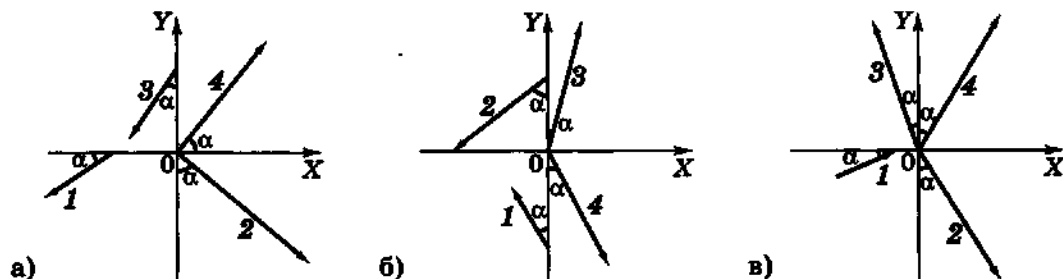


Рис. С2

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Рисунок	а	б	в	а	б	в	а	б	в	а	б	в
Номер вектора	1	1	1	2	2	2	3	3	3	4	4	4
$\alpha, ^\circ$	30	30	30	60	60	60	30	30	30	60	60	60
$F, \text{Н}$	5,0	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60

**Задача 3.** Проекция вектора скорости на ось  $X$  и ось  $Y$  равны соответственно  $v_x$  и  $v_y$ . Определите значение модуля скорости. Вычислите, какие углы составляет вектор скорости с осью  $X$  и осью  $Y$ .

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$v_x, \text{м/с}$	2	3	4	5	6	8	9	12	10	20	15	16
$v_y, \text{м/с}$	3	4	5	6	10	12	15	16	15	40	25	20

### 3. Равномерное прямолинейное движение

Для решения этих задач необходимо знать:

✓ формулу для расчета скорости равномерного прямолинейного движения;

✓ как записывается (в общем виде) зависимость координаты равномерно движущегося тела от времени;

✓ формулу для расчета пути, пройденного телом за некоторое время при равномерном прямолинейном движении.

**Задача 1.** На рисунке С3, а—в приведены графики зависимости координаты  $x$  прямолинейно движущегося тела от времени. Охарактеризуйте движение. Определите скорость тела.

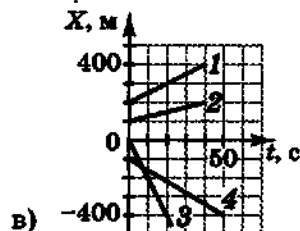
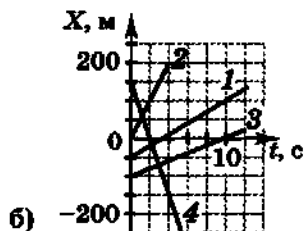
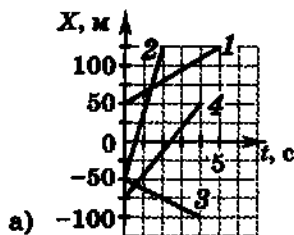


Рис. С3

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Рисунок	а	б	в	а	б	в	а	б	в	а	б	в
Номер графика	1	1	1	2	2	2	3	3	3	4	4	4

**Задача 2.** Прямолинейное движение двух тел задано уравнениями  $x_1(t) = k_1 t + b_1$  и  $x_2(t) = k_2 t + b_2$ , где  $x_1(t)$  и  $x_2(t)$  — координаты в момент времени  $t$  первого и второго тел соответственно. Каков физический смысл величин  $k_1$ ,  $k_2$ ,  $b_1$ ,  $b_2$ ? Охарактеризуйте движение тел. Определите время и координату их встречи. Численные значения величин приведены в Международной системе единиц (СИ).

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$k_1$	3	1	4	6	2,5	0,5	2	2	6	20	20	10
$k_2$	1	3	3	7	3	11	10	2	5	40	30	30
$b_1$	2	0,5	3	4	1,5	0,2	0,5	1	3	5	5	2,5
$b_2$	4	5	8	15	9	14	13	4	20	100	50	50

**Задача 3.** От перекрестка двух взаимно перпендикулярных дорог одновременно начинают движение с постоянными скоростями  $v_1$  и  $v_2$  два автомобиля. Через время  $t$  расстояние между автомобилями равно  $L$ . Определите значение величины, обозначенной \*.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$v_1$ , м/с	20	15	*	30	25	40	*	20	15	30	*	25
$v_2$ , км/ч	72	*	72	54	108	*	72	144	36	*	108	72
$t$ , мин	*	2,0	3,0	2,0	*	4,0	6,0	3,0	*	1,5	4,0	5,0
$L$ , км	0,84	3,0	4,5	*	2,3	10,7	9,0	*	5,4	3,0	8,7	*

#### 4. Скорость и ускорение при равноускоренном движении

Для решения этих задач необходимо знать:

✓ определения и формулы для расчета скорости и ускорения при равноускоренном прямолинейном движении;

✓ как записывается (в общем виде) зависимость скорости равноускоренно движущегося тела от времени.

**Задача 1.** Материальная точка с начальной скоростью  $v_0$  движется с ускорением  $a$  и через время  $t$  имеет скорость  $v$ . Определите значение величины, обозначенной \*. Движение прямолинейное, вдоль одной координатной оси.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$v_0$ , м/с	7,5	0,4	*	16	2,0	0,8	*	7,0	8,0	1,2	*	15
$a$ , м/с <sup>2</sup>	10	2,0	10	*	5,0	4,0	0,5	*	8,0	6,5	3,0	*
$t$ , с	*	1,5	2,0	0,5	*	3,0	8,0	3,0	*	4,0	6,0	2,0
$v$ , м/с	9,5	*	80	18	3,5	*	12	10	16	*	20	25

**Задача 2.** На рисунке С4, а—в приведены графики зависимости проекции на ось  $X$  скорости движущегося тела от времени. Охарактеризуйте движение. Определите ускорение тела. Запишите уравнение зависимости скорости от времени.

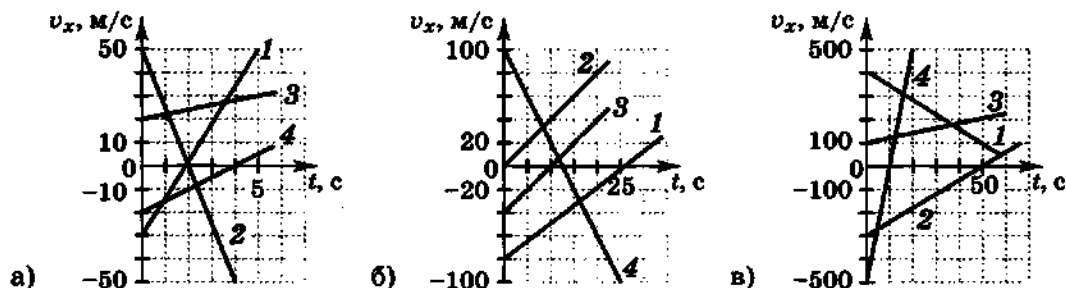


Рис. С4

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Рисунок	а	б	в	г	д	е	а	б	в	г	д	е
Номер графика	1	1	1	2	2	2	3	3	3	4	4	4

**Задача 3.** Тело начинает двигаться из состояния покоя так, что в некоторый момент времени  $t$  проекции его скорости на ось  $X$  и ось  $Y$  равны соответственно  $v_x$  и  $v_y$ , а модуль ускорения равен  $a$ . Определите значение величины, обозначенной \*.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$t, c$	20	10	40	*	50	40	5,0	*	20	12,5	20	*
$v_x, м/с$	*	6,0	8,0	3,0	*	12	9,0	24	*	20	40	60
$v_y, м/с$	40	*	6,0	4,0	20	*	12	18	4,0	*	30	80
$a, м/с^2$	2,5	1,0	*	12,5	0,5	0,5	*	10,0	0,25	2,0	*	20,0

## 5. Перемещение при равноускоренном движении

Для решения этих задач необходимо знать:

✓ определение ускорения при равноускоренном прямолинейном движении;

✓ формулу для расчета перемещения при этом движении.

Задача 1. Лыжник спускается с горы без начальной скорости и, двигаясь равноускоренно с ускорением  $a$ , к концу спуска имеет скорость  $v$ . Длину склона  $l$  лыжник преодолевает за время  $t$ . Определите значения величин, обозначенных \*. Во сколько раз изменится время движения лыжника по склону и его конечная скорость, если ускорение увеличится в  $\gamma$  раз? Ответ обоснуйте.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$l, м$	*	100	110	*	*	120	*	130	100	*	*	150
$t, c$	20	*	18	*	22	*	30	*	20	*	24	*
$v, м/с$	*	10	*	12	8,0	*	*	8,0	*	10	12	*
$a, м/с^2$	0,8	*	*	0,9	*	1,0	0,7	*	*	0,8	*	0,9
$\gamma$	1,4	1,6	1,8	2	1,4	1,6	1,8	2	1,4	1,6	1,8	2

Задача 2. Тело, имевшее начальную скорость  $v_0$ , разгоняется с ускорением  $a$  и за время  $t$  проходит путь  $s$ . Определите значение величины, обозначенной \*. Направление ускорения совпадает с направлением начальной скорости.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$v_0, м/с$	*	20	0	*	4,0	0	*	5,0	0	*	100	0
$a, м/с^2$	2,0	*	100	10	*	8,0	5,0	*	10	8,0	*	2,0
$t, c$	4,0	10	*	2,0	5,0	*	4,0	2,0	*	0,5	0,1	*
$s, м$	100	300	800	400	50	100	200	30	125	80	200	64

**Задача 3.** Зависимость скорости от времени при торможении автомобиля задается формулой  $v = v(t)$  (все величины выражены в СИ). Рассчитайте время, через которое остановится автомобиль, и путь, пройденный за время торможения.

Вариант	$v = v(t)$	Вариант	$v = v(t)$
1	$v = 20 - 4t$	7	$v = 25 - 3t$
2	$v = 32 - 8t$	8	$v = 30 - 4t$
3	$v = 5 - 2t$	9	$v = 15 - 3t$
4	$v = 10 - 4t$	10	$v = 18 - 2,5t$
5	$v = 40 - 2,5t$	11	$v = 20 - 2,5t$
6	$v = 35 - 4t$	12	$v = 12 - 4t$

## 6. Равномерное движение по окружности

Для решения этих задач необходимо знать:

✓ определения и формулы, связывающие линейную и угловую скорости, период и частоту вращения;

✓ формулу для расчета центростремительного ускорения.

**Задача 1.** Материальная точка вращается по окружности радиусом  $R$ , имея линейную скорость движения  $v$ . Угловая скорость точки  $\omega$ , период вращения  $T$ , частота вращения  $\nu$ . Определите значения величин, обозначенных \*. Как изменится угловая скорость, период вращения и частота вращения материальной точки, если радиус вращения увеличится в  $\alpha$  раз при неизменной линейной скорости? Ответ обоснуйте.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$R$ , см	*	25	1,5	50	*	30	*	40	8,0	20	*	20
$v$ , м/с	0,8	*	12	*	10	*	20	*	4,0	*	2,0	*
$\omega$ , рад/с	*	2,0	*	*	8,0	*	*	5,0	*	*	10	*
$T$ , с	*	*	*	20	*	*	40	*	*	10	*	*
$\nu$ , с <sup>-1</sup>	50	*	*	*	*	40	*	*	*	*	*	40
$\alpha$	2	4	6	8	2	4	6	8	2	4	6	8

**Задача 2.** Автомобиль, совершая поворот по дуге радиусом  $R$ , имеет центростремительное ускорение  $a$  при скорости движения  $v$ . Определите значение величины, обозначенной \*. Во сколько раз изменится центростремительное ускорение автомобиля, если его скорость возрастет в  $\beta$  раз (при неизменном радиусе поворота)?

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$v$ , м/с	*	8,0	7,0	*	10	6,0	*	9,0	8,0	*	7,0	9,0
$R$ , м	20	*	15	16	*	18	15	*	16	18	*	20
$a$ , м/с <sup>2</sup>	1,0	2,0	*	3,0	4,0	*	2,0	3,0	*	4,0	1,0	*
$\beta$	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3

**Задача 3.** Пропеллер диаметром  $d$  вращается, делая  $n$  оборотов в секунду. Точка на конце лопасти пропеллера имеет центростремительное ускорение  $a$ . Определите значение величины, обозначенной \*. Во сколько раз изменится центростремительное ускорение, если число оборотов в секунду, совершаемых пропеллером, уменьшится в  $\gamma$  раз?

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$d$ , м	0,5	0,8	*	1,2	2,0	*	1,6	0,4	*	0,8	0,6	*
$n$ , об/с	10	*	20	5,0	*	15	8,0	*	10	20	*	12
$a$ , км/с <sup>2</sup>	*	0,8	1,6	*	1,0	1,5	*	1,2	1,8	*	1,2	1,0
$\gamma$	2,3	2,2	2,1	2,0	1,9	1,8	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2

## 7. Движение тела, брошенного под углом к горизонту

Для решения этих задач необходимо:

✓ знать, каков характер движения тела (равномерное, равноускоренное) вдоль горизонтальной и вертикальной осей координат, если тело брошено под углом к горизонту;

✓ уметь находить проекции скорости тела, брошенного под углом к горизонту, на горизонтальную и вертикальную оси координат.

**Задача 1.** Тело брошено с некоторой высоты горизонтально с начальной скоростью  $v_0$ . Через время  $t$  полета вектор скорости тела составляет с горизонтом угол  $\alpha$ . Определите значение величины, обозначенной \*. Ускорение свободного падения примите равным  $10 \text{ м/с}^2$ .

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$v_0$ , м/с	30	20	*	40	30	*	50	40	*	60	50	*
$t$ , с	3,0	*	2,0	4,0	*	3,0	5,0	*	4,0	6,0	*	5,0
$\alpha$ , °	*	30	20	*	40	30	*	50	40	*	60	50

**Задача 2.** С вертикального обрыва реки высотой  $h$  брошен горизонтально камень. Начальная скорость камня  $v_0$ , он находится в полете в течение времени  $t$  и падает на расстоянии  $L$  от основания обрыва. Определите значения величин, обозначенных \*. Ускорение свободного падения примите равным  $10 \text{ м/с}^2$ . Во сколько раз изменится дальность  $L$  полета камня в горизонтальном направлении, если начальная скорость камня увеличится в  $k$  раз?

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$h$ , м	*	15	*	20	*	10	*	25	*	20	*	15
$v_0$ , м/с	20	*	*	15	10	*	*	10	25	*	*	20
$t$ , с	2,0	*	1,5	*	1,5	*	2,0	*	2,5	*	2,5	*
$L$ , м	*	40	30	*	*	30	25	*	*	15	35	*
$k$	1,5	2	2,5	3	2	2,5	3	1,5	2,5	3	1,5	2

**Задача 3.** Из орудия производят выстрел под углом  $\alpha$  к горизонту. Начальная скорость снаряда  $v_0$ . Через время  $t$  снаряд находится на высоте  $h$ . Определите значение величины, обозначенной \*. Через сколько секунд после выстрела снаряд достигнет максимальной высоты? Сопротивление воздуха не учитывайте. Ускорение свободного падения примите равным  $10 \text{ м/с}^2$ .

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$\alpha$ , °	30	40	*	40	50	*	50	60	*	60	30	*
$v_0$ , м/с	900	*	700	1000	*	800	800	*	900	700	*	1000
$t$ , с	20	25	30	15	20	25	30	15	20	25	30	15
$h$ , км	*	13	14	*	12	12	*	9	9,5	*	6	6,5

## 8. Законы Ньютона

Для решения этих задач необходимо:

✓ знать формулировку и математическую формулу второго закона Ньютона;

✓ уметь применять формулы для расчета ускорения и перемещения при равноускоренном движении;

✓ знать формулировку и математическую формулу третьего закона Ньютона.

**Задача 1.** Под действием силы  $F$  тело массой  $m$  движется с ускорением  $a$ . Определите значение величины, обозначенной \*. Во сколько раз изменится ускорение тела, если сила, действующая на тело, увеличится в  $k$  раз?

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$F$ , кН	*	0,15	0,80	*	0,02	1,8	*	0,5	10	*	0,40	0,25
$m$ , кг	0,2	*	200	8,0	*	90	40	*	500	70	*	20
$a$ , м/с <sup>2</sup>	6,0	5,0	*	40	8,0	*	2,0	4,0	*	15	20	*
$k$	2	3	4	5	2	3	4	5	2	3	4	5

**Задача 2.** Двигаясь прямолинейно, автомобиль массой  $m$  за время  $t$  увеличивает свою скорость от  $v_1$  до  $v_2$ . Сила тяги двигателя автомобиля равна  $F$ . Определите значение величины, обозначенной \*. Какой путь пройдет автомобиль за данное время?

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$m$ , т	*	0,9	1,2	1,4	1,6	*	1,5	1,4	1,2	0,9	*	1,8
$t$ , с	20	*	8,0	10	12	15	*	5,0	12	8,0	10	*
$v_1$ , км/ч	72	54	*	36	108	36	72	*	18	72	54	36
$v_2$ , км/ч	144	90	54	*	144	72	144	72	*	108	90	108
$F$ , кН	1,4	1,2	1,5	1,6	*	0,8	2,0	1,4	1,6	*	1,8	1,6

**Задача 3.** При столкновении двух вагонов скорость движения вагона массой  $m$  уменьшается с ускорением  $a$ , а скорость другого вагона массой  $m'$  увеличивается с ускорением  $a'$ . Определите значение величины, обозначенной \*.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$m$ , т	24	32	40	*	54	40	32	*	30	28	58	*
$-a$ , м/с <sup>2</sup>	*	0,4	0,5	0,6	*	0,2	0,6	0,8	*	0,5	0,3	1,0
$m'$ , т	30	*	25	30	60	*	24	25	25	*	54	35
$a'$ , м/с <sup>2</sup>	0,6	0,5	*	0,4	0,3	0,15	*	0,6	0,4	0,6	*	0,8

## 9. Сила упругости

Для решения этих задач необходимо:

- ✓ знать формулировку и математическую формулу закона Гука;
- ✓ уметь применять законы Ньютона;
- ✓ считать, что во всех случаях применим закон Гука.

**Задача 1.** К крючку динамометра прикрепили полоску резины жесткостью  $k$ . При растяжении полоски на длину  $x$  показания динамометра составили  $F$ . Определите значение величины, обозначенной  $*$ . Как изменятся показания динамометра, если деформация полоски резины увеличится в  $\alpha$  раз?

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$k$ , Н/м	*	60	70	*	50	60	*	80	50	*	70	80
$x$ , мм	20	*	40	50	*	30	40	*	20	30	*	50
$F$ , Н	1,5	2,0	*	3,0	1,5	*	2,5	3,0	*	2,0	2,5	*
$\alpha$	1,2	1,3	1,4	1,5	1,2	1,3	1,4	1,5	1,2	1,3	1,4	1,5

**Задача 2.** Две пружины, придвинув друг к другу, сдавили так, что первая пружина укоротилась на длину  $x_1$ , а вторая — на длину  $x_2$ . Жесткости пружин равны  $k_1$  и  $k_2$  соответственно. Определите значение величины, обозначенной  $*$ . Как изменится деформация первой пружины, если деформация второй пружины уменьшится в  $\beta$  раз?

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$x_1$ , см	2,0	*	4,0	5,0	2,0	*	4,0	5,0	2,0	*	4,0	5,0
$x_2$ , см	4,0	5,0	*	3,0	4,0	5,0	*	3,0	4,0	5,0	*	2,0
$k_1$ , Н/м	500	400	300	*	400	300	500	*	400	300	500	*
$k_2$ , Н/м	*	500	400	300	*	400	300	500	*	400	300	500
$\beta$	1,5	2	2,5	3	2	2,5	3	1,5	2	2,5	3	1,5

**Задача 3.** Брусок массой  $m$  находится на гладком горизонтальном столе. К бруску прикрепляют пружину жесткостью  $k$  и, потянув за пружину, приводят брусок в движение. При движении бруска с ускорением  $a$  пружина деформируется на длину  $x$ . Определите значение величины, обозначенной  $*$ . Во сколько раз изменится ускорение бруска, если деформация пружины увеличится в  $\gamma$  раз?

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$m$ , кг	0,5	0,4	*	0,5	0,4	0,3	*	0,4	0,3	0,5	*	0,3
$k$ , Н/м	100	*	200	250	300	*	150	200	250	*	100	150
$a$ , м/с <sup>2</sup>	*	7,0	8,0	6,0	*	8,0	6,0	7,0	*	6,0	7,0	8,0
$x$ , см	2,0	3,0	4,0	*	6,0	2,0	3,0	*	5,0	6,0	2,0	*
$\gamma$	1,5	1,4	1,3	1,2	1,5	1,4	1,3	1,2	1,5	1,4	1,3	1,2

## 10. Сила трения

Для решения этих задач необходимо знать:

✓ формулу для расчета силы трения скольжения.

Задача 1. При изучении силы трения, возникающей между деревянным бруском и горизонтальной поверхностью стола, экспериментатор прикрепил к бруску динамометр. Постепенно смещая динамометр вдоль поверхности стола, он изменял тем самым силу тяги, действующую на брусок со стороны пружины динамометра (рис. С5). Одновременно изучался характер движения, производились измерения перемещения, скорости, ускорения бруска.



Рис. С5

Полученные данные позволили экспериментатору построить график зависимости силы трения от силы тяги (рис. С6). На графике по горизонтальной оси отложены значения силы тяги, действующей на брусок, по вертикальной оси — значения возникающей при этом силы трения. Поясните, почему график исследуемой зависимости имеет такой вид. Экспериментатор забыл указать масштаб по вертикальной оси. Определите из графика, чему равна сила трения при силе тяги, равной  $F$ .

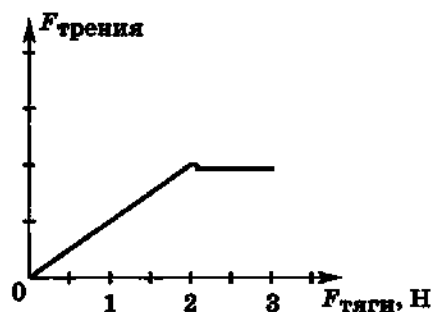


Рис. С6

№ опыта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$F$ , Н	0,5	2,5	1,0	3,0	1,5	3,5	0,2	2,5	1,0	3,0	1,5	3,5

Задача 2. Когда резиновая шайба находится на горизонтальной поверхности льда, то сила тяжести, действующая на шайбу, уравновешивается силой реакции  $N$  со стороны поверхности льда. Если, ударив по шайбе, заставить ее скользить по поверхности льда, то возникнет сила трения скольжения  $F_{тр}$ . Коэффициент трения скольжения между шайбой и поверхностью льда равен  $\mu$ . Определите значение величины, обозначенной  $*$ . Во сколько раз изменится сила трения скольжения, если сверху на шайбу положить  $n$  таких же шайб?

№ опыта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$N$ , Н	*	1,5	1,6	*	1,6	1,7	*	1,7	1,8	*	1,8	1,5
$F_{тр}$ , Н	0,27	*	0,24	0,29	*	0,31	0,32	*	0,36	0,37	*	0,33
$\mu$	0,15	0,18	*	0,18	0,20	*	0,20	0,22	*	0,22	0,15	*
$n$	1	2	3	2	3	4	3	4	1	4	1	2

**Задача 3.** Магнит притягивается к горизонтально расположенной стальной плите силой  $F_{\text{магнита}}$ . Для того чтобы магнит мог равномерно двигаться по поверхности плиты, к нему должна быть приложена в горизонтальном направлении сила  $F$ . Коэффициент трения скольжения магнита по поверхности плиты равен  $\mu$ . Определите значение величины, обозначенной \*. Считайте, что сила, с которой магнит притягивается к плите, во много раз больше силы тяжести магнита.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$F_{\text{магнита}}, \text{Н}$	10	8,0	*	4,0	10	*	6,0	4	*	8,0	6,0	*
$F, \text{Н}$	4,0	*	2,5	0,8	*	3,0	2,5	*	1,5	2,0	*	2,5
$\mu$	*	0,25	0,20	*	0,30	0,25	*	0,15	0,30	*	0,20	0,15

## 11. Сила всемирного тяготения

Для решения этих задач необходимо знать:

- ✓ формулы для расчета плотности вещества и силы тяжести;
- ✓ формулировку и математическую формулу закона всемирного тяготения.

**Задача 1.** Металлический брусок прямоугольной формы размером  $a \times b \times c$  подвешен к динамометру. Показания динамометра  $F$ . Плотность металла  $\rho$ . Определите значение величины, обозначенной \*. Во сколько раз изменятся показания динамометра, если все размеры бруска увеличить в  $\alpha$  раз?

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$a, \text{см}$	10	12	14	18	*	20	16	10	14	12	*	18
$b, \text{см}$	6,0	4,0	3,0	*	5,0	8,0	10	4,0	*	6,0	5,0	6,0
$c, \text{см}$	2,0	*	1,5	2,0	3,0	4,0	0,50	*	3,0	2,0	2,5	4,0
$F, \text{Н}$	5,3	3,8	*	25,1	23,6	55,2	*	4,2	17,3	12,6	23,6	*
$\rho, \text{г/см}^3$	*	2,7	7,8	8,9	7,3	*	11,3	7,2	7,0	*	19,3	2,7
$\alpha$	1,5	2	2,5	3	1,5	2	2,5	3	1,5	2	2,5	3

**Задача 2.** Два тела массами  $m_1$  и  $m_2$ , находящиеся на расстоянии  $r$  друг от друга, взаимодействуют с силой гравитационного притяжения  $F$ . Определите значение величины, обозначенной \*. Как изменится сила гравитационного взаимодействия, если расстояние между телами увеличить в  $\beta$  раз?

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$m_1, 10^6 \text{ кг}$	2,5	*	3,0	4,0	1,5	*	2,0	2,5	3,0	*	4,0	2,0
$m_2, 10^6 \text{ кг}$	2,0	2,5	*	3,0	4,0	1,5	*	2,0	2,5	3,0	*	4,0
$r, \text{ м}$	100	150	200	*	150	200	250	*	200	250	150	*
$F, \text{ мН}$	*	0,8	0,9	0,7	*	0,9	0,7	0,8	*	0,7	0,8	0,9
$\beta$	3	2,5	2	1,5	3	2,5	2	1,5	3	2,5	2	1,5

**Задача 3.** Астронавты при облете некоторой планеты обнаружили, что ускорение свободного падения на высоте  $H$  от ее поверхности равно  $g$ . Диаметр планеты  $D$ , масса планеты  $M$ . Определите значение величины, обозначенной \*.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$H, \text{ км}$	*	400	300	200	*	200	400	300	*	100	200	400
$g, \text{ м/с}^2$	10	*	12	6,0	4,0	*	2,0	8,0	4,0	*	6,0	12
$D, 10^3 \text{ км}$	8,0	13,8	*	6,8	4,0	9,6	*	11,4	20,0	7,8	*	7,2
$M, 10^{24} \text{ кг}$	2,6	6,0	2,0	*	0,3	2,5	0,6	*	6,6	1,5	2,4	*

## 12. Движение спутников и планет

Для решения этих задач необходимо:

✓ знать, что такое первая космическая скорость и как она связана с радиусом окружности, по которой движется спутник, и с ускорением свободного падения на высоте движения спутника;

✓ уметь применять формулу для расчета центростремительного ускорения тела.

**Задача 1.** Для планеты радиусом  $R$  с ускорением свободного падения  $g$  вблизи поверхности планеты первая космическая скорость равна  $v$ . Определите значение величины, обозначенной \*.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$R, 10^3 \text{ км}$	*	6,0	3,4	*	60,0	25,0	*	2,5	5,5	*	25,0	3,0
$g, \text{ м/с}^2$	4,1	*	3,8	25	*	9,3	9,8	*	10,5	6,5	*	0,50
$v, \text{ км/с}$	3,1	7,3	*	182	24,5	*	7,9	2,9	*	5,4	16,6	*

**Задача 2.** Спутник, вращающийся по круговой орбите вокруг планеты на высоте  $H$  от ее поверхности, движется со скоростью  $v$ . Радиус планеты  $R$ , масса планеты  $M$ . Определите значение величины, обозначенной  $*$ .

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$H, 10^3$ км	*	1,5	2,0	2,5	*	1,0	1,5	3,0	*	0,5	1,0	1,5
$v, \text{ км/с}$	6,9	*	14,7	2,73	15,2	*	7,1	41,5	7,0	*	6,2	8,0
$R, 10^3$ км	6,0	60,0	*	3,4	25,0	2,5	*	71,0	10,0	4,5	*	6,5
$M, 10^{24}$ кг	5,0	570	87	*	104	0,36	6,0	*	9,0	2,0	3,0	*

**Задача 3.** Приближенно можно считать, что планеты Солнечной системы движутся вокруг Солнца по круговым орбитам. Рассчитайте, чему равен «год», т. е. время одного оборота планеты вокруг Солнца. Масса Солнца  $2 \cdot 10^{30}$  кг. Расстояния от Солнца до планет Солнечной системы известны.

Планета	Расстояние	
	в астрономических единицах (а.е.)	в миллионах километров (млн км)
Меркурий	0,387	58
Венера	0,723	108
Земля	1,000	150
Марс	1,524	228
Юпитер	5,203	778
Сатурн	9,539	1426
Уран	19,18	2869
Нептун	30,06	4496

Астрономическая единица — среднее расстояние от Земли до Солнца (1 а.е.  $\approx$  150 млн км).

Вариант	Название планеты	Вариант	Название планеты
1	Нептун	7	Венера
2	Венера	8	Марс
3	Марс	9	Юпитер
4	Юпитер	10	Сатурн
5	Сатурн	11	Уран
6	Уран	12	Нептун

**Подсказка.** Центростремительное ускорение, с которым планета движется вокруг Солнца, определяется силой гравитационного взаимодействия «Солнце — планета». С другой стороны, это центростремительное ускорение можно выразить через период вращения, который и необходимо определить.

### 13. Вес тела

Для решения этих задач необходимо знать:

✓ что называют весом тела и как он вычисляется в случае движения тела с ускорением;

✓ что такое состояние невесомости и при каком условии оно возникает;

✓ формулу для расчета центростремительного ускорения.

**Задача 1.** Пассажир массой  $m$  находится в движущемся с ускорением  $a$  лифте, при этом вес пассажира равен  $P$ . Определите значение величины, обозначенной \*. Ускорение свободного падения примите равным  $10 \text{ м/с}^2$ .

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$m$ , кг	*	60	70	*	80	90	*	65	75	*	85	95
$a$ , $\text{м/с}^2$	0,20	*	0,15	0,20	*	0,15	0,10	*	0,20	0,10	*	0,20
Направление ускорения	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓
$P$ , Н	640	570	*	620	805	*	720	630	*	590	860	*

**Задача 2.** Пассажирский лифт начинает движение из состояния покоя и, двигаясь равноускоренно вверх (вниз), за время  $t$  проходит путь  $s$ . При таком движении лифта вес пассажира массой  $m$  равен  $P$ . Определите значение величины, обозначенной \*. Ускорение свободного падения примите равным  $10 \text{ м/с}^2$ .

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Направление ускорения	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑
$t$ , с	8,0	5,0	6,0	*	6,0	8,0	5,0	*	5,0	6,0	8,0	*
$s$ , м	*	9,0	6,5	20	*	16	10	18	*	6,0	15	12
$m$ , кг	70	*	60	80	60	*	70	60	80	*	80	70
$P$ , Н	650	660	*	810	560	770	*	610	740	870	*	710

**Задача 3.** Выполняя фигуру высшего пилотажа, летчик верхнюю точку криволинейной траектории проходит, находясь в состоянии невесомости. Скорость движения самолета  $v$ , радиус кривизны траектории в данной точке  $R$ . Определите значение величины, обозначенной  $*$ . Во сколько раз необходимо изменить радиус кривизны траектории, чтобы при увеличении скорости самолета в  $\alpha$  раз летчик по-прежнему в верхней точке траектории испытывал состояние невесомости?

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$v$ , км/с	0,30	*	0,40	*	0,20	*	0,25	*	0,35	*	0,45	*
$R$ , км	*	10	*	15	*	6,0	*	8,0	*	12	*	4,0
$\alpha$	1,5	2	2,5	3	1,5	2	2,5	3	1,5	2	2,5	3

#### 14. Движение под действием силы трения

Для решения этих задач необходимо уметь:

✓ применять формулы для расчета ускорения и перемещения при равноускоренном движении, центростремительного ускорения, силы трения;

✓ использовать второй закон Ньютона.

**Задача 1.** После удара хоккеиста по шайбе ее начальная скорость равна  $v_0$ . Шайба скользит по горизонтальной поверхности льда, и через время  $t$  скорость шайбы составляет  $v$ . Коэффициент трения скольжения шайбы по льду  $\mu$ . Определите значение величины, обозначенной  $*$ .

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$t$ , с	2,0	2,5	3,0	*	2,5	3,0	2,0	*	3,0	2,0	2,5	*
$v_0$ , м/с	10	12,5	*	9,0	8,3	5,5	*	9,5	9,0	6,5	*	11
$v$ , м/с	13	*	14	13	12	*	13	12	14	*	12	14
$\mu$	*	0,10	0,15	0,20	*	0,15	0,20	0,10	*	0,20	0,10	0,15

**Задача 2.** Мотоциклист проходит поворот горизонтальной дороги с максимально возможной скоростью  $v$ . Радиус поворота  $R$ , коэффициент трения скольжения шин о дорогу  $\mu$ . Определите значение величины, обозначенной  $*$ . Как следует изменить скорость движения при уменьшении радиуса поворота в  $\alpha$  раз?

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$R$ , м	100	80	*	120	100	*	80	120	*	100	150	*
$v$ , км/ч	*	20	15	*	25	30	*	25	20	*	25	25
$\mu$	0,4	*	0,5	0,6	*	0,4	0,5	*	0,6	0,4	*	0,5
$\alpha$	1,3	1,5	2	2,5	1,3	1,5	2	2,5	1,3	1,5	2	2,5

Задача 3. Автомобиль равномерно движется по горизонтальной дороге со скоростью  $v_0$ . Увидев препятствие, водитель тормозит в течение времени  $t$ , и автомобиль, двигаясь равнозамедленно, за это время проходит путь  $l$ . Далее автомобиль продолжает движение равномерно с меньшей скоростью. Коэффициент трения скольжения шин о дорогу равен  $\mu$ . Определите значение величины, обозначенной \*.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$v_0$ , м/с	*	15	25	*	25	30	*	25	20	*	30	15
$t$ , с	3,0	2,0	4,0	3,0	4,0	2,0	4,0	3,0	5,0	2,0	5,0	3,0
$l$ , м	48	*	72	52,5	*	48	36	*	62,5	88	*	31,5
$\mu$	0,4	0,3	*	0,5	0,4	*	0,3	0,6	*	0,6	0,5	*

## 15. Движение под действием нескольких сил

Для решения этих задач необходимо:

✓ знать, что такое равнодействующая сила, и уметь ее определять;

✓ уметь применять второй закон Ньютона;

✓ уметь находить проекции вектора силы на координатные оси;

✓ уметь находить значения тригонометрических функций острого угла прямоугольного треугольника.

Задача 1. Под действием двух взаимно перпендикулярных сил  $F_1$  и  $F_2$  тело массой  $m$  движется с ускорением  $a$ . Определите значение величины, обозначенной \*. Во сколько раз изменится ускорение тела, если его массу увеличить в  $\alpha$  раз?

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$F_1$ , Н	40	15	*	20	8,0	30	*	12	27	32	*	30
$F_2$ , Н	30	*	20	15	6,0	*	60	16	36	*	36	40
$m$ , кг	*	2,5	25	5,0	*	25	20	2,0	*	8,0	50	10
$a$ , м/с <sup>2</sup>	8,0	10	1,0	*	2,5	2,0	5,0	*	9,0	5,0	0,9	*
$\alpha$	2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4

Задача 2. Тепловоз массой  $M$  тянет вагон массой  $m$  с ускорением  $a$ . Сила тяги тепловоза  $F_t$ , сила натяжения сцепки между тепловозом и вагоном  $F_x$ . Определите значения величин, обозначенных \*. Силой сопротивления можно пренебречь.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$M$ , т	150	180	160	180	*	*	160	180	150	160	*	*
$m$ , т	20	25	30	*	20	*	30	20	30	*	30	*
$a$ , м/с <sup>2</sup>	0,20	*	*	0,20	0,30	0,25	0,30	*	*	0,25	0,20	0,30
$F_T$ , кН	*	41	*	40	60	50	*	44	*	50	40	66
$F_H$ , кН	*	*	6,0	*	*	7,5	*	*	9,0	*	*	12

Задача 3. По гладкой наклонной плоскости длиной  $L$  и высотой  $h$  небольшой брусок соскальзывает с ускорением  $a$ . Определите значение величины, обозначенной \*. Ускорение свободного падения примите равным  $10 \text{ м/с}^2$ . Как изменится ускорение бруска, если высота наклонной плоскости увеличится в  $\beta$  раз (при неизменной длине наклонной плоскости)?

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$L$ , м	2,0	1,5	*	1,5	1,0	*	1,0	2,0	*	1,8	0,9	*
$h$ , см	40	*	50	30	*	40	20	*	60	20	*	30
$a$ , м/с <sup>2</sup>	*	1,5	2,0	*	3,0	2,0	*	3,0	2,5	*	1,5	2,0
$\beta$	1,5	2	2,5	3	1,5	2	2,5	3	1,5	2	2,5	3

## 16. Элементы статики

Для решения этих задач необходимо:

- ✓ знать формулу для расчета силы тяжести;
- ✓ знать определение и формулу для расчета момента силы;
- ✓ знать, при каких условиях тело, закрепленное на оси, находится в состоянии равновесия (правило моментов);
- ✓ уметь находить значения тригонометрических функций острого угла прямоугольного треугольника.

Задача 1. Сгибая руку в локте, спортсмен поднимает груз массой  $m$  (рис. С7). Когда локтевой сустав согнут под прямым углом, момент силы тяжести относительно локтевого сустава равен  $M$ . Длина руки от локтевого сустава до кисти составляет  $L$ . Определите значение величины, обозначенной \*. Ускорение свободного падения примите равным  $10 \text{ м/с}^2$ . Как будет изменяться момент силы тяжести при дальнейшем сгибании руки?



Рис. С7

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$m$ , кг	*	6,0	12	*	12	18	*	16	6,0	*	8,0	16
$M$ , Н·м	18	*	40	32	*	63	20	*	23	43	*	56
$L$ , см	30	36	*	32	34	*	34	32	*	36	30	*

**Задача 2.** Дети качаются на качелях — длинной доске, положенной на бревно (рис. С8). Если массы детей  $m_1$  и  $m_2$ , то при длине одной части доски  $l_1$  и длине другой части  $l_2$  качели находятся в равновесии. Определите значение величины, обозначенной \*. Массу доски не учитывайте. Как следует передвинуть доску, если слева на нее сядет еще один ребенок?

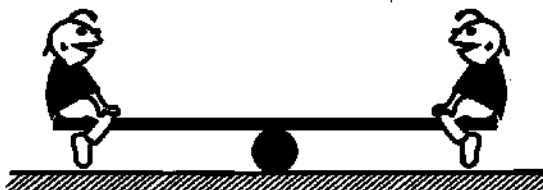


Рис. С8

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$m_1$ , кг	*	40	35	30	*	45	40	35	*	30	45	40
$m_2$ , кг	40	35	30	*	45	40	35	*	30	45	40	*
$l_1$ , м	2,0	2,2	*	2,0	1,8	1,4	*	1,6	2,0	2,2	*	1,8
$l_2$ , м	2,2	*	2,0	1,8	1,4	*	1,6	2,0	2,2	*	1,8	1,4

**Задача 3.** Рабочий поднимает трубу, прикладывая силу так, как показано на рисунке С9. Масса трубы  $m$ . В тот момент, когда труба составляет угол  $\alpha$  с поверхностью земли, сила, прикладываемая рабочим, равна  $F$ . Определите значение величины, обозначенной \*.

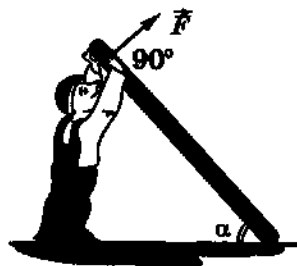


Рис. С9

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$m$ , кг	*	100	80	*	75	60	*	50	100	*	60	45
$\alpha$ , °	60	*	30	45	*	60	30	*	30	45	*	45
$F$ , Н	200	250	*	150	200	*	100	150	*	150	200	*

## 17. Импульс. Закон сохранения импульса

Для решения этих задач необходимо:

✓ уметь применять формулу для расчета скорости тела при равноускоренном движении;

✓ знать определение и формулу для расчета импульса тела;

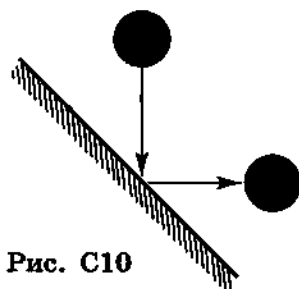
✓ уметь вычислять изменение векторной величины;

✓ знать формулировку и математическое выражение закона сохранения импульса.

**Задача 1.** Тело массой  $m$  движется равноускоренно с ускорением  $a$  и в момент времени  $t$  имеет импульс  $p$ . Начальная скорость тела  $v_0$ . Определите значение величины, обозначенной \*. Вектор начальной скорости тела и вектор ускорения сонаправлены.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$m$ , кг	1,5	*	0,5	2,5	3,0	1,5	*	4,0	2,0	5,0	0,5	*
$a$ , м/с <sup>2</sup>	*	2,5	2,0	1,5	0,5	*	2,0	6,0	2,0	2,0	*	8,0
$t$ , с	2,0	2,0	3,0	4,0	*	4,0	5,0	0,5	2,0	*	5,0	4,0
$p$ , кг·м/с	10,5	1,6	7,0	*	45	15	30	12	*	80	8,0	8,0
$v_0$ , м/с	4,0	3,0	*	6,0	10	2,0	5,0	*	2,0	8,0	6,0	8,0

**Задача 2.** Мяч массой  $m$  после удара о стенку продолжает двигаться с прежней по значению скоростью  $v$ , а направление скорости после удара составляет угол  $90^\circ$  с направлением скорости до удара (рис. С10). Модуль изменения импульса мяча при ударе равен  $|\Delta\vec{p}|$ . Определите значение величины, обозначенной \*.



Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$m$ , кг	*	0,20	0,30	*	0,25	0,40	*	0,35	0,20	*	0,40	0,35
$v$ , м/с	10	*	15	6,0	*	10	15	*	12	2,0	*	10
$ \Delta\vec{p} $ , кг·м/с	4,2	2,3	*	2,1	2,8	*	7,4	3,9	*	0,85	5,6	*

**Задача 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 значение величины, обозначенной \*.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$m$ , кг	60	70	80	*	70	80	60	*	80	60	70	*
$M$ , кг	40	50	*	40	50	60	*	40	60	40	*	50
$v'$ , м/с	1,2	*	3,4	1,8	2,9	*	1,1	2,5	2,8	*	2,1	3,6
$v$ , м/с	*	4,0	6,0	3,0	*	6,0	2,0	4,0	*	2,0	4,0	6,0

## 18. Кинетическая энергия

Для решения этих задач необходимо:

✓ уметь применять формулу для расчета скорости тела при равноускоренном движении;

✓ знать определение и формулу кинетической энергии;

✓ уметь применять формулу для расчета импульса тела;

✓ знать второй закон Ньютона.

**Задача 1.** Тело массой  $m$  движется равноускоренно с ускорением  $a$  и в момент времени  $t$  имеет кинетическую энергию  $E$ . Начальная скорость тела  $v_0$ . Определите значение величины, обозначенной \*. Вектор начальной скорости тела и вектор ускорения сонаправлены.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$m$ , кг	2,0	4,0	*	2,0	4,0	6,0	2,0	*	6,0	2,0	4,0	6,0
$a$ , м/с <sup>2</sup>	2,0	*	6,0	2,0	4,0	5,0	*	4,0	1,0	2,0	4,0	*
$t$ , с	*	20	30	40	20	*	10	20	40	10	*	30
$E$ , кДж	0,9	20	132	8,1	*	97	10	20	7,5	*	3,2	67,5
$v_0$ , м/с	10	20	30	*	20	30	10	20	*	10	20	30

**Задача 2.** Ракета массой  $m$  обладает кинетической энергией  $E$  и импульсом  $p$ . Определите значение величины, обозначенной \*. Во сколько раз изменится кинетическая энергия ракеты при увеличении ее импульса в  $\alpha$  раз?

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$m$ , кг	100	80	*	200	150	*	150	400	*	200	500	*
$E$ , МДж	50	*	40	400	*	100	300	*	600	200	*	300
$p$ , $10^5$ кг·м/с	*	0,8	1,6	*	3,0	2,0	*	8,0	6,0	*	10	3,0
$\alpha$	1,5	2	2,5	2	2,5	3	2,5	3	1,5	3	1,5	2

**Задача 3.** На покоящееся тело массой  $m$  начинает действовать сила  $F$ . Через время  $t$  кинетическая энергия тела равна  $E$ . Определите значение величины, обозначенной  $*$ . Чему будет равна приобретенная кинетическая энергия этого тела, если на него в течение времени  $t$  будет действовать в  $\beta$  раз большая сила?

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$m$ , кг	4,0	2,0	5,0	*	2,0	4,0	2,0	*	5,0	5,0	4,0	*
$F$ , Н	100	400	*	400	200	100	*	200	400	200	*	100
$t$ , с	2,0	*	4,0	5,0	4,0	*	5,0	2,0	5,0	*	2,0	4,0
$E$ , кДж	*	100	200	300	*	200	300	100	*	300	100	200
$\beta$	3	2,5	2	1,5	2	3	1,5	2	2,5	2	3	2,5

## 19. Потенциальная энергия

Для решения этих задач необходимо:

✓ уметь рассчитывать перемещение тела при равноускоренном движении;

✓ знать определение и формулу для расчета потенциальной энергии, возникающей под действием силы тяжести;

✓ знать определение и формулу для расчета потенциальной энергии тел, взаимодействующих силой упругости;

✓ знать формулу закона Гука.

**Задача 1.** После дождя с ветки дерева с высоты  $H$  срывается вниз капля воды массой  $m$ , и через время  $t$  ее потенциальная энергия равна  $E$ . Определите значение величины, обозначенной  $*$ . Начальная скорость капли равна нулю. Ускорение свободного падения примите равным  $10 \text{ м/с}^2$ .

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$H$ , м	2,0	3,0	4,0	*	3,0	4,0	2,0	*	4,0	2,0	3,0	*
$m$ , мг	500	100	*	500	100	30	*	100	30	500	*	30
$t$ , мс	500	*	800	500	600	*	500	600	800	*	600	800
$E$ , мДж	*	1,2	0,24	3,75	*	1,1	1,5	3,2	*	1,0	2,4	0,84

**Задача 2.** При сжатии пружины жесткостью  $k$  на длину  $x$  ее потенциальная энергия составила  $E$ . Определите значение величины, обозначенной  $*$ . Во сколько раз изменится потенциальная энергия пружины при увеличении ее сжатия в  $\alpha$  раз? Сжатие в обоих случаях считайте малым.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$x$ , см	8,0	4,0	*	4,0	2,0	*	5,0	3,0	*	5,0	1,0	*
$E$ , Дж	0,50	*	0,72	0,80	*	2,5	0,25	*	0,36	0,50	*	0,16
$k$ , Н/м	*	80	400	*	200	500	*	100	200	*	100	800
$\alpha$	1,5	2	2,5	3	1,5	2	2,5	3	1,5	2	2,5	3

**Задача 3.** При растяжении недеформированной пружины динамометра на длину  $x$  показание прибора составляет  $F$ . При этом потенциальная энергия упругой деформации равна  $E$ . Определите значение величины, обозначенной \*. Во сколько раз необходимо изменить жесткость пружины динамометра, чтобы при той же деформации пружины увеличить потенциальную энергию в  $\beta$  раз?

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$x$ , см	*	10	5,0	*	3,0	10	*	8,0	6,0	*	4,0	4,0
$F$ , Н	4,0	*	2,0	10	*	8,0	2,0	*	4,0	6,0	*	3,0
$E$ , Дж	0,10	0,20	*	0,25	0,15	*	0,10	0,40	*	0,12	0,10	*
$\beta$	1,5	2	2,5	3	1,5	2	2,5	3	1,5	2	2,5	3

## 20. Закон сохранения энергии

*Для решения этих задач необходимо:*

✓ *знать формулировку, условия применения и математическое выражение закона сохранения механической энергии;*

✓ *уметь анализировать, какие превращения механической энергии происходят в конкретной ситуации;*

✓ *уметь записывать соотношение между кинетической и потенциальной энергией, выражающее закон сохранения механической энергии;*

✓ *уметь записывать закон сохранения энергии с учетом превращения части механической энергии во внутреннюю энергию за счет силы трения.*

**Задача 1.** Пружину игрушечного пистолета сжимают на длину  $x$  и совершают выстрел в горизонтальном направлении; при этом шарик массой  $m$  вылетает со скоростью  $v$ . Жесткость пружины пистолета равна  $k$ . Определите значение величины, обозначенной \*. Во сколько раз изменится скорость вылета, если шарик заменить на другой, в  $\alpha$  раз больший по массе?

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$x$ , см	*	3,0	4,0	5,0	*	4,0	5,0	3,0	*	5,0	3,0	4,0
$m$ , г	5,0	*	6,0	5,0	4,0	*	5,0	4,0	6,0	*	4,0	6,0
$v$ , м/с	5,0	6,0	*	4,0	6,0	4,0	*	6,0	4,0	5,0	*	5,0
$h$ , Н/м	150	200	250	*	200	250	150	*	250	150	200	*
$\alpha$	3	2,5	2	1,5	2,5	2	1,5	3	2	1,5	3	2,5

**Задача 2.** Камень массой  $m$  брошен вертикально вверх. Начальная скорость камня  $v_0$ , начальная кинетическая энергия  $E_0$ . На высоте  $h$  скорость камня  $v$ . Определите значения величин, обозначенных \*. Сопротивление воздуха не учитывайте, ускорение свободного падения примите равным  $10 \text{ м/с}^2$ .

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$m$ , кг	*	0,30	0,40	*	0,25	0,30	*	0,20	0,20	*	0,25	0,40
$v_0$ , м/с	12	*	*	*	8,0	10	15	*	*	*	14	12
$E_0$ , Дж	14,4	15	45	16,4	*	*	22,5	40	30	12,4	*	*
$h$ , м	6	4	*	8	3	*	*	10	*	12	7	*
$v$ , м/с	*	*	10	2,0	*	3,0	6,0	*	2,0	3,0	*	4,0

**Задача 3.** Шайба массой  $m$  соскальзывает с наклонной плоскости высотой  $h$  и имеет у основания плоскости скорость  $v$ . Количество теплоты, выделившееся при этом за счет трения, равно  $Q$ . Определите значение величины, обозначенной \*. Ускорение свободного падения примите равным  $10 \text{ м/с}^2$ .

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$m$ , кг	0,16	*	0,20	0,16	0,18	*	0,16	0,18	0,20	*	0,18	0,20
$h$ , см	*	50	60	70	*	60	70	50	*	70	50	60
$v$ , м/с	3,2	2,3	2,0	*	2,4	2,5	2,3	*	2,6	2,6	1,5	*
$Q$ , Дж	0,3	0,4	*	0,6	0,4	0,5	*	0,7	0,5	0,6	*	0,8

## 21. Применение законов сохранения импульса и энергии

Для решения этих задач необходимо уметь:

✓ анализировать, какие превращения механической энергии происходят в конкретной ситуации и как при этом изменяются энергия и импульс взаимодействующих тел;

✓ записывать математические соотношения, выражающие закон сохранения энергии и закон сохранения импульса, и решать полученную систему уравнений.

**Задача 1.** Небольшая тележка массой  $m$  с маленькими колесами скатывается с горки высотой  $h$  и на горизонтальном участке сталкивается с неподвижной тележкой массой  $M$ . После столкновения тележки движутся вместе со скоростью  $v$ . Определите значение величины, обозначенной  $*$ . Сопротивление не учитывайте, ускорение свободного падения примите равным  $10 \text{ м/с}^2$ .

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$m$ , кг	2,0	2,5	1,5	*	2,5	1,5	2,0	*	1,5	2,0	2,5	*
$h$ , м	1,0	1,5	*	2,5	1,5	2,0	*	1,5	2,0	2,5	*	2,0
$M$ , кг	3,0	*	3,5	4,0	3,5	*	4,0	3,0	4,0	*	3,0	3,5
$v$ , м/с	*	2,3	1,6	3,0	*	1,9	2,1	2,7	*	2,4	2,5	2,6

**Задача 2.** Пружину игрушечного пистолета жесткостью  $k$  сжимают на длину  $x$  и совершают выстрел в горизонтальном направлении. При этом шарик, вылетевший из пистолета, попадает в мишень массой  $M$ , подвешенную на легкой нити (рис. С11). После удара шарик застревает в мишени, и она поднимается на высоту  $h$ . Определите значение величины, обозначенной  $*$ . Масса шарика 8 г. Ускорение свободного падения  $10 \text{ м/с}^2$ .

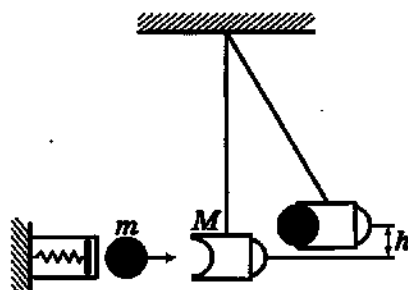


Рис. С11

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$x$ , см	3,0	4,0	5,0	*	4,0	5,0	3,0	*	5,0	3,0	4,0	*
$k$ , Н/м	200	250	*	250	150	200	*	200	250	150	*	150
$M$ , г	50	*	60	70	60	*	70	50	70	*	50	60
$h$ , см	*	3,5	6,0	3,0	*	4,0	1,5	5,0	*	2,5	5,5	4,5

**Задача 3.** Два упругих резиновых шарика массами  $m_1$  и  $m_2$  подвешены на легких нитях одинаковой длины, закрепленных в одной точке (рис. С12). Если шары сильно прижать друг к другу, а затем отпустить, то они, разлетаясь, поднимутся на высоты  $h_1$  и  $h_2$  соответственно. Определите значения величины, обозначенной \*.

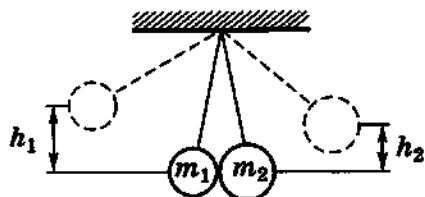


Рис. С12

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$m_1$ , кг	0,20	*	0,15	0,20	0,25	*	0,20	0,15	0,10	*	0,15	0,30
$m_2$ , кг	0,25	0,20	*	0,15	0,30	0,25	*	0,20	0,15	0,10	*	0,15
$h_1$ , см	10	15	8,0	*	14	12	10	*	9,0	8,0	12	*
$h_2$ , см	*	10	12	8,0	*	6,0	8,0	16	*	6,0	15	5,0

## 22. Работа и мощность

Для решения этих задач необходимо знать:

✓ определение и формулу для расчета механической работы постоянной силой;

✓ определение и формулу для расчета механической мощности;

✓ метод расчета механической работы, совершаемой переменной силой.

**Задача 1.** Мальчик тянет санки по горизонтальной дороге, прикладывая силу  $F$  под углом  $\alpha$  к горизонту. При перемещении санок на расстояние  $s$  совершается работа  $A$ . Определите значение величины, обозначенной \*. Как изменится совершенная мальчиком работа, если перемещение санок будет в  $k$  раз больше?

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$F$ , Н	10	15	20	*	15	20	10	*	20	25	15	*
$\alpha$ , °	60	30	*	30	45	60	*	60	30	45	*	45
$A$ , Дж	25	*	210	110	20	*	40	120	260	*	320	85
$s$ , м	*	10	15	5	*	15	8	12	*	20	25	10
$k$	2	3	4	5	3	4	5	2	4	5	2	3

**Задача 2.** Трактор, двигаясь равномерно, за время  $t$  проходит путь  $s$ . При этом сила тяги двигателя равна  $F$ , а полезная мощность двигателя —  $N$ . Определите значение величины, обозначенной \*.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$t$ , мин	3,0	2,0	*	5,0	3,0	4,0	*	2,0	3,0	5,0	*	4,0
$s$ , м	300	*	400	400	200	*	100	100	150	*	200	300
$F$ , кН	*	50	60	40	*	90	15	200	*	45	55	60
$N$ , кВт	40	110	120	*	200	220	40	*	120	100	120	*

**Задача 3.** Растягивая пружину, ученик прикладывает силу  $F$ , тем большую, чем больше растяжение пружины  $x$ . График зависимости силы от растяжения приведен на соответствующем рисунке (рис. С13). Рассчитайте работу, совершаемую учеником при растяжении пружины от 0 до  $x_0$ .

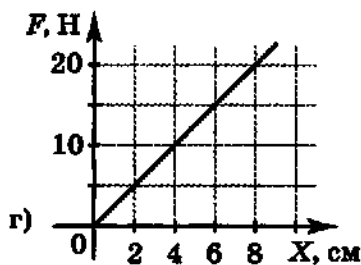
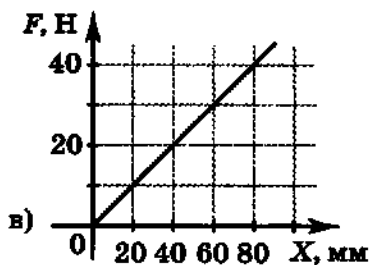
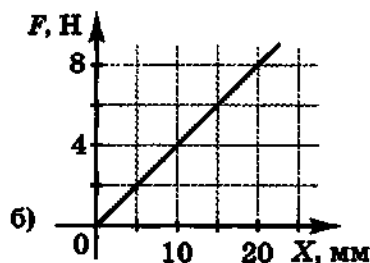
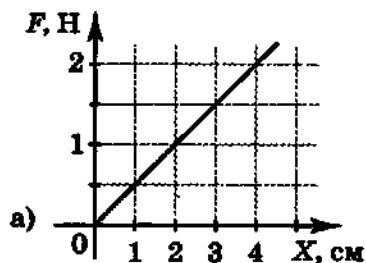


Рис. С13

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Рисунок	а	б	в	г	а	б	в	г	а	б	в	г
$x_0$ , см	2	1,0	4,0	4	3	1,5	6	6,0	4	2,0	8	8,0

## 23. КПД

Для решения этих задач необходимо:

✓ знать определение коэффициента полезного действия простого механизма, устройства;

✓ уметь анализировать, какая механическая работа при действии определенного простого механизма или устройства является полезной, как она может быть вычислена и как может быть определена полная (затраченная) механическая работа;

✓ знать формулу для расчета силы тяжести;

✓ знать определение плотности вещества.

**Задача 1.** Для поднятия груза используют простой механизм — рычаг (рис. С14). Если к правому плечу рычага приложить силу  $F$ , то при смещении точки приложения силы вниз на высоту  $H$  груз массой  $m$  будет поднят на высоту  $h$ . КПД рычага равен  $\eta$ . Определите значение величины, обозначенной \*. Ускорение свободного падения примите равным  $10 \text{ м/с}^2$ .

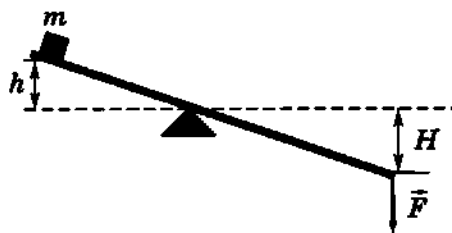


Рис. С14

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$F$ , Н	50	100	150	200	*	300	350	400	450	*	550	600
$H$ , см	*	25	20	45	30	*	35	20	25	45	*	25
$m$ , кг	10	*	30	40	50	60	*	80	90	100	110	*
$h$ , см	10	12	*	20	15	20	18	*	12	15	10	20
$\eta$	0,90	0,85	0,95	*	0,90	0,85	0,95	0,80	*	0,95	0,80	0,90

**Задача 2.** Под действием силы  $F$  брусок массой  $m$  равномерно движется вверх по наклонной плоскости (рис. С15). При перемещении бруска по наклонной плоскости на расстояние  $l$  высота его подъема составляет  $h$ . КПД наклонной плоскости равен  $\eta$ . Определите значение величины, обозначенной \*. Ускорение свободного падения примите равным  $10 \text{ м/с}^2$ .

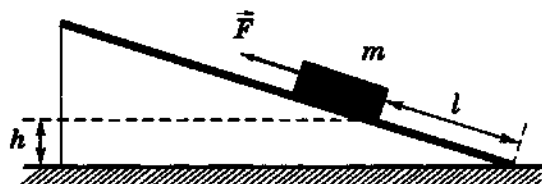


Рис. С15

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$F$ , Н	*	1,5	1,0	2,1	1,3	*	1,9	0,8	2,2	2,0	*	0,85
$m$ , кг	0,20	0,25	0,15	*	0,25	0,15	0,30	0,15	*	0,20	0,25	0,15
$l$ , см	80	100	*	100	120	80	120	*	100	80	100	120
$h$ , см	30	*	50	60	40	50	*	30	50	60	30	*
$\eta$	0,73	0,68	0,65	0,83	*	0,76	0,79	0,67	0,70	*	0,61	0,58

**Задача 3.** Строительная лебедка с КПД  $\eta$  и мощностью  $N$  за время  $t$  поднимает на высоту  $h$  ванну объемом  $V$ , полностью наполненную бетонным раствором плотностью  $\rho$ . Ванна при подъеме движется равномерно. Определите значение величины, обозначенной \*. Ускорение свободного падения примите равным  $10 \text{ м/с}^2$ . Массу пустой ванны не учитывайте.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$N$ , кВт	*	3,5	4,0	4,5	5,5	5,0	*	4,0	5,0	5,5	3,0	4,5
$t$ , с	45	*	48	25	20	28	36	*	36	32	30	30
$h$ , м	15	18	*	10	12	14	11	15	*	17	9	13
$V$ , м <sup>3</sup>	0,30	0,35	0,40	*	0,30	0,35	0,40	0,30	0,45	*	0,35	0,40
$\rho$ , $10^3 \text{ кг/м}^3$	1,8	2,0	1,9	1,8	*	2,0	1,9	1,8	2,0	1,9	*	1,8
$\eta$	0,60	0,65	0,60	0,65	0,60	*	0,65	0,60	0,65	0,60	0,65	*

## 24. Движение жидкостей

*Для решения этих задач необходимо уметь:*

✓ *выражать массу вещества (жидкости) через ее плотность и объем;*

✓ *рассчитывать объем жидкости, протекающей через поперечное сечение трубы или отверстие с известной скоростью за определенное время;*

✓ *определять скорость жидкости, используя закон сохранения энергии.*

**Задача 1.** В трубе переменного сечения скорость потока воды в сечении площадью  $S_1$  равна  $v_1$ , а в сечении площадью  $S_2$  равна  $v_2$ . Определите значение величины, обозначенной \*. Рассчитайте массу воды, проходящую ежесекундно через сечение трубы.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$S_1$ , см <sup>2</sup>	20	10	12	*	15	18	120	*	25	30	24	*
$v_1$ , м/с	*	3,0	0,60	2,5	*	1,5	4,0	8,0	*	1,0	5,0	0,25
$S_2$ , см <sup>2</sup>	25	*	3,6	10	20	*	60	15	30	*	60	12
$v_2$ , м/с	4,0	2,0	*	5,0	6,0	4,5	*	4,0	2,0	0,25	*	0,50

**Задача 2.** Цистерна заполнена жидкостью плотностью  $\rho$ . Если у дна цистерны открыть кран площадью поперечного сечения  $S$ , то жидкость будет вытекать со скоростью  $v$  и за время  $t$  вытечет масса  $m$ . Определите значение величины, обозначенной \*. Будет ли меняться с течением времени скорость вытекания жидкости и если да, то каким образом?

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$\rho, 10^3 \text{ кг/м}^3$	*	1,0	0,8	0,7	1,5	*	0,8	1,0	1,5	0,8	*	0,7
$S, \text{ см}^2$	1,0	*	1,5	2,0	2,5	1,5	*	1,0	1,5	1,0	2,0	*
$v, \text{ м/с}$	5,0	3,0	*	3,0	5,0	4,0	3,0	*	5,0	4,0	3,0	5,0
$t, \text{ с}$	10	20	30	*	40	50	10	20	*	30	40	50
$m, \text{ кг}$	5,0	12	18	25	*	21	5,0	8,0	22,5	*	36	70

**Задача 3.** В верхней части горизонтально расположенной водопроводной трубы образовалось отверстие диаметром  $d$ . Через это отверстие вытекает струя воды, поднимающаяся вверх до высоты  $h$ . За время  $t$  тереется вода массой  $m$ . Определите значение величины, обозначенной \*. Ускорение свободного падения примите равным  $10 \text{ м/с}^2$ .

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$d, \text{ см}$	0,10	0,15	0,20	*	0,20	0,10	0,15	*	0,15	0,20	0,10	*
$h, \text{ м}$	*	2,0	1,5	1,0	*	2,0	1,0	1,5	*	1,5	1,0	2,0
$t, \text{ с}$	30	*	10	30	20	*	20	40	30	*	30	20
$m, \text{ г}$	100	450	*	240	380	200	*	170	300	860	*	220

## 25. Механические колебания

Для решения этих задач необходимо:

- ✓ знать, что такое гармонические колебания;
- ✓ знать определения и формулы для расчета величин, характеризующих гармонические колебания;
- ✓ уметь записывать функцию зависимости координаты от времени для тела, совершающего гармонические колебания, если известны амплитуда и круговая частота колебания;
- ✓ уметь определять по графику зависимости координаты тела, совершающего гармонические колебания, от времени амплитуду и период колебаний.

**Задача 1.** Частица совершает гармонические колебания с амплитудой  $x_m$ , периодом  $T$ , частотой  $\nu$ , круговой частотой  $\omega$ . Определите значения величин, обозначенных \*. Напишите функцию зависимости координаты частицы от времени.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$x_m, \text{ см}$	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2
$T, \text{ с}$	*	0,1	*	*	0,5	*	*	0,8	*	*	0,2	*
$\nu, \text{ Гц}$	50	*	*	100	*	*	200	*	*	400	*	*
$\omega, \text{ рад/с}$	*	*	628	*	*	62,8	*	*	314	*	*	157

Задача 2. На рисунке С16, а—м изображены графики зависимости координаты тела, совершающего гармонические колебания, от времени  $t$ . Определите из графика амплитуду, период, частоту, круговую частоту колебаний.

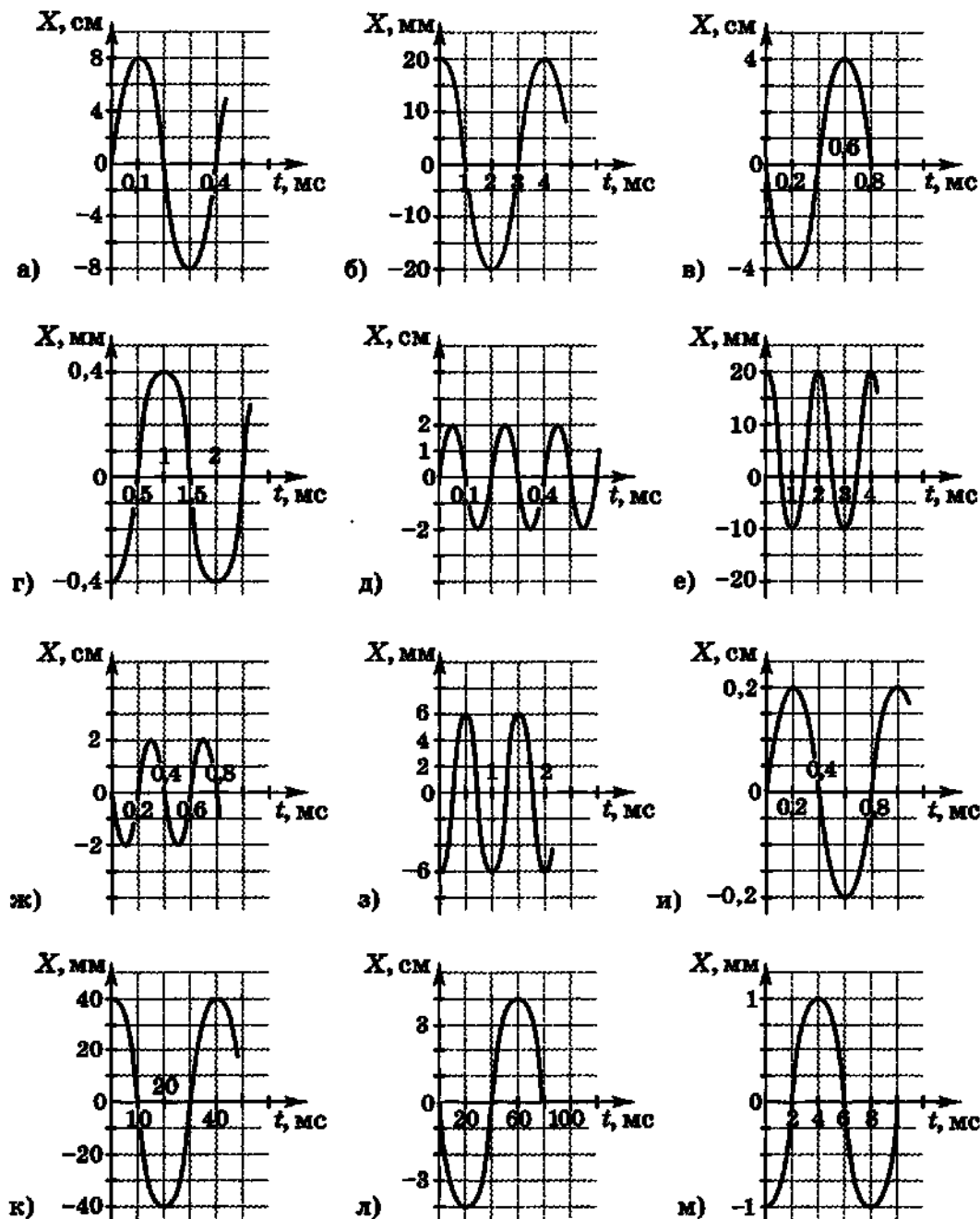


Рис. С16

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Рисунок	а	б	в	г	д	е	ж	з	и	к	л	м

**Задача 3.** В таблице вариантов приведены зависимости скорости гармонически колеблющегося тела от времени. Определите период, частоту, круговую частоту колебаний и амплитуду скорости. (Численные значения величин даны в СИ.)

Вариант	Зависимость $v(t)$	Вариант	Зависимость $v(t)$
1	$v(t) = 0,011\sin(100\pi t + \pi/3)$	7	$v(t) = 0,075\sin(2\pi t + \pi/4)$
2	$v(t) = 0,025\cos(200\pi t + \pi/6)$	8	$v(t) = 0,008\cos(500\pi t + \pi/8)$
3	$v(t) = 0,033\sin(10\pi t + \pi/4)$	9	$v(t) = 0,09\sin(8\pi t + \pi/6)$
4	$v(t) = 0,044\cos(20\pi t + \pi/5)$	10	$v(t) = 0,01\cos(50\pi t + \pi/3)$
5	$v(t) = 0,055\sin(400\pi t + \pi/8)$	11	$v(t) = 0,015\sin(80\pi t + \pi/4)$
6	$v(t) = 0,63\cos(4\pi t + \pi/6)$	12	$v(t) = 0,024\cos(40\pi t + \pi/5)$

## 26. Колебания математического маятника и груза на пружине

Для решения этих задач необходимо знать:

✓ формулу для расчета периода колебаний математического маятника;

✓ формулу для расчета периода колебаний груза на пружине.

**Задача 1.** 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 значение величины, обозначенной \*.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$l_1$ , см	80	*	140	160	100	*	160	80	140	*	80	140
$T_1$ , с	1,5	2,0	*	2,0	2,5	1,5	*	1,0	1,5	2,5	*	1,0
$l_2$ , см	100	120	160	*	120	160	100	*	160	100	120	*
$T_2$ , с	*	3,0	2,5	1,5	*	3,0	2,0	1,5	*	2,0	1,0	2,0

**Задача 2.** Небольшой грузик массой  $m$  подвешен на легкой нерастяжимой нити длиной  $l$ . При малом отклонении грузика от равновесия он колеблется в вертикальной плоскости и за время  $t$  совершает  $N$  колебаний. Определите значение величины, обозначенной \*. Во сколько раз изменится период колебаний такого маятника при увеличении длины нити в  $\alpha$  раз? Во сколько раз изменится период колебаний при увеличении массы грузика в  $\beta$  раз?

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$m$ , г	10	15	20	25	30	35	10	15	20	25	30	35
$l$ , см	80	140	*	100	120	*	120	100	*	140	80	*
$t$ , с	120	*	100	80	*	120	60	*	80	100	*	60
$N$	*	30	50	*	40	50	*	50	30	*	60	30
$\alpha$	1,5	2	2,5	3	1,5	2	2,5	3	1,5	2	2,5	3
$\beta$	3	2	2,5	1,5	3	2	2,5	1,5	3	2	2,5	1,5

**Задача 3.** К пружине жесткостью  $k$  прикрепили груз массой  $m$  (рис. С17). Если, слегка растянув пружину, вывести груз из положения равновесия, то он будет совершать колебания с частотой  $\nu$ . Определите значение величины, обозначенной \*. Как изменится частота колебаний, если увеличить массу груза в  $\alpha$  раз, а жесткость пружины в  $\beta$  раз? Считайте, что колебания груза остаются малыми.

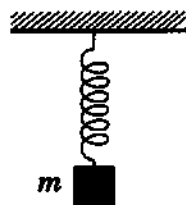


Рис. С17

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$k$ , Н/м	100	400	*	200	100	*	400	250	*	250	200	*
$m$ , г	250	*	800	400	*	500	800	*	400	500	*	250
$\nu$ , Гц	*	5,0	4,0	*	4,0	3,0	*	3,0	5,0	*	3,0	8,0
$\alpha$	2	3	4	5	2	3	4	5	2	3	4	5
$\beta$	3	4	5	2	4	5	2	3	5	2	3	4

## 27. Механические волны

Для решения этих задач необходимо знать:

✓ формулу, определяющую связь между периодом и частотой колебаний тела (частицы);

✓ что такое механические волны;

✓ определение и формулу для расчета длины волны по известной скорости распространения волны и периоду (частоте) колебаний частиц.

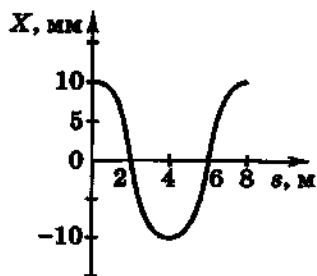
**Задача 1.** При колебаниях поплавок с периодом  $T$  и частотой  $\nu$  на поверхности воды распространяются волны. Скорость волны  $v$ , длина волны  $\lambda$ . Определите значения величин, обозначенных \*.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$T$ , с	*	2,0	*	0,5	*	0,5	*	1,0	*	1,0	*	2,0
$\nu$ , Гц	1,0	*	*	*	0,5	*	*	*	2,0	*	*	*
$v$ , м/с	3,0	*	4,0	2,5	4,0	*	3,0	4,0	2,5	*	2,5	3,0
$\lambda$ , м	*	20	15	*	*	10	20	*	*	15	10	*

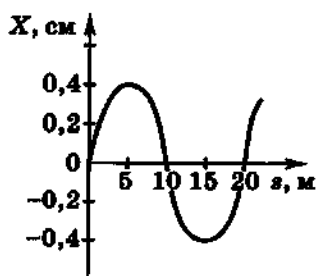
**Задача 2.** На озере в безветренную погоду с лодки бросили якорь. От места падения по воде пошли волны. Наблюдатель, стоящий на берегу, заметил, что за время  $t$  о берег ударилось  $N$  волн. Скорость распространения волн  $v$ , расстояние между соседними горбами волн (длина волны)  $\lambda$ . Определите значение величины, обозначенной \*.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$t$ , с	20	30	40	*	30	40	20	*	40	20	30	*
$N$	*	50	70	30	*	80	30	40	*	40	60	50
$v$ , м/с	2,0	*	2,5	1,5	3,0	*	3,0	2,0	1,5	*	1,5	3,0
$\lambda$ , м	1,5	2,0	*	2,5	2,0	2,5	*	1,5	2,5	1,5	*	2,0

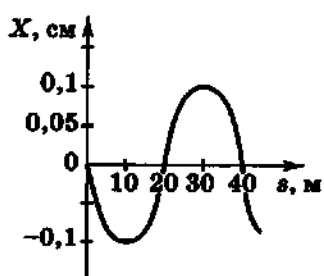
**Задача 3.** На рисунке С18, а—м изображены смещения  $X$  колеблющихся частиц от положения равновесия в некоторый момент времени при распространении волны в направлении  $\vec{z}$ . Частота колебаний частиц  $\nu$ , период колебаний  $T$ , скорость распространения волны  $v$ . Определите значения величин, обозначенных \*.



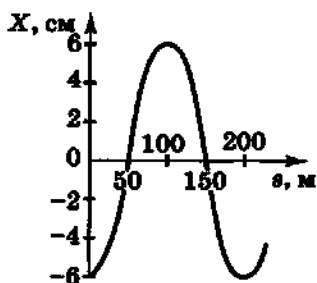
а)



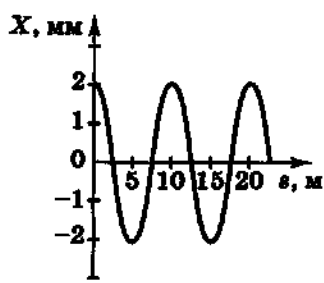
б)



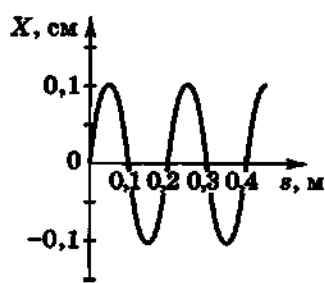
в)



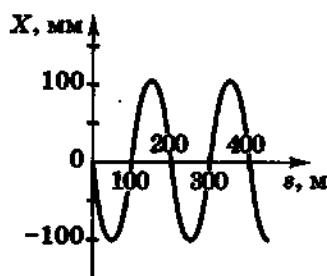
г)



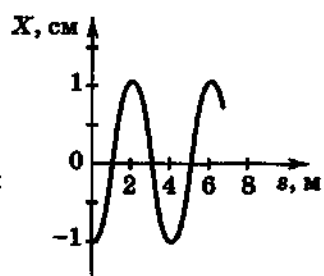
д)



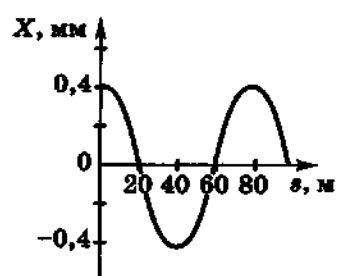
е)



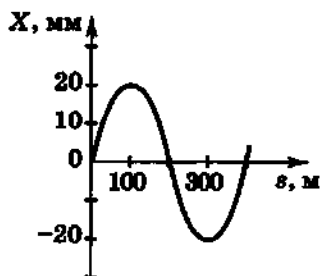
ж)



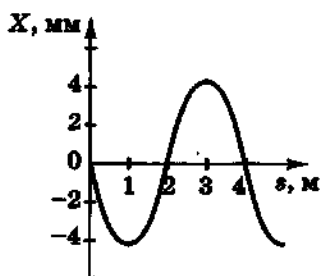
з)



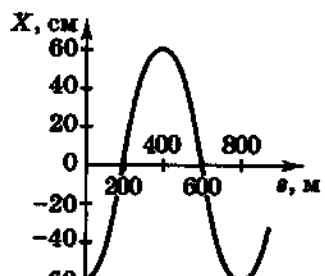
и)



к)



л)



м)

Рис. С18

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Рисунок	а	б	в	г	д	е	ж	з	и	к	л	м
$\nu$ , Гц	100	*	*	*	200	*	*	*	400	*	*	*
$T$ , мс	*	*	10	*	*	*	20	*	*	*	40	*
$v$ , м/с	*	200	*	400	*	1000	*	500	*	2000	*	100

## 28. Звук

Для решения этих задач необходимо:

- ✓ знать, что такое звук;
- ✓ знать, как меняется длина волны при ее переходе из одной среды в другую;
- ✓ знать формулу для расчета длины волны по известной скорости распространения волны и периоду (частоте) колебаний;
- ✓ уметь применять формулу для расчета пути при равномерном движении тела.

**Задача 1.** Звуковая волна, распространяясь в воздухе со скоростью  $v_1$ , имеет длину волны  $\lambda_1$ , а при распространении в воде со скоростью  $v_2$  — длину волны  $\lambda_2$ . Определите значение величины, обозначенной \*.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$v_1$ , м/с	330	*	335	340	335	*	340	330	340	*	330	335
$\lambda_1$ , м	3,0	4,0	*	5,0	4,0	5,0	*	3,0	5,0	3,0	*	6,0
$v_2$ , км/с	1,51	1,53	1,55	*	1,53	1,55	1,51	*	1,55	1,51	1,53	*
$\lambda_2$ , м	*	18,5	15,5	22,8	*	23,1	20,5	13,7	*	13,3	25,0	27,4

**Задача 2.** Охотник слышит эхо — звук, отразившийся от опушки леса, через время  $t$  после выстрела. Расстояние от охотника до опушки  $L$ , скорость звука  $v$ . Определите значение величины, обозначенной \*.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$t$ , с	*	1,2	1,8	*	1,4	1,6	*	1,6	1,4	*	1,8	1,2
$L$ , м	160	*	304	150	*	270	140	*	235	130	*	200
$v$ , м/с	340	330	*	338	335	*	335	338	*	330	340	*

**Задача 3.** Для определения скорости звука в металле экспериментаторы использовали длинную трубу. Один из них ударял по трубе с одной стороны, а на другом конце трубы другой экспериментатор слышал два звука: первый — это звук, дошедший со скоростью  $v_{мет}$  по трубе за время  $t$ ; второй — это звук, дошедший со скоростью  $v_{вх}$  по воздуху за время, на  $\Delta t$  большее, чем время  $t$ . Определите значение величины, обозначенной \*.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$v_{мет}$ , км/с	*	5,08	5,17	5,05	*	5,17	5,05	5,08	*	5,05	5,08	5,17
$t$ , с	0,5	*	0,6	0,7	0,6	*	0,7	0,5	0,4	*	0,5	0,6
$v_{вх}$ , м/с	330	340	*	330	340	335	*	340	335	330	*	335
$\Delta t$ , с	7,1	9,8	8,7	*	8,4	7,2	10,0	*	5,8	8,6	7,0	*

## 29. Моль. Число Авогадро. Концентрация и плотность

Для решения этих задач необходимо:

- ✓ знать физический смысл и числовое значение числа Авогадро;
- ✓ знать определение молярной массы вещества и уметь рассчитывать ее через массу молекулы и число Авогадро;
- ✓ уметь рассчитывать количество вещества (через число молекул вещества и число Авогадро или через массу вещества и его молярную массу);
- ✓ знать определение плотности вещества;
- ✓ знать определение концентрации вещества.

**Задача 1.** При исследовании пробы вещества массой  $m$  было установлено, что в пробе содержится  $N$  молекул, а молярная масса вещества равна  $M$ . Определите значение величины, обозначенной \*. Рассчитайте количество вещества, содержащееся в пробе.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$m$ , г	88	35,5	*	318	7,2	*	160	15	*	56	220	*
$N$ , $10^{23}$	12	*	0,3	24	*	0,6	30	*	0,3	12	*	2,4
$M$ , г/моль	*	71	2	*	18	160	*	30	142	*	44	28

**Задача 2.** В результате химической реакции синтеза получено вещество с молярной массой  $M$ . Масса одной молекулы данного вещества  $m_0$ . Определите значение величины, обозначенной \*.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$M$ , г/моль	17	*	46	*	44	*	85	*	80	*	106	*
$m_0$ , $10^{-23}$ г	*	2,66	*	2,99	*	14,1	*	16,3	*	10,3	*	27,0

**Задача 3.** Вещество массой  $m$  имеет объем  $V$  и содержит  $N$  молекул при концентрации вещества  $n$  и его плотности  $\rho$ . Определите значения величин, обозначенных \*. Рассчитайте массу одной молекулы данного вещества.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$m$ , г	54	200	*	18	178	*	572	180	*	162	365	*
$V$ , л	*	0,20	10	*	0,02	0,40	*	50	0,04	*	0,05	0,10
$N$ , $10^{23}$	12	*	2,69	*	16,9	*	107,6	*	20,6	*	18,5	*
$n$ , $10^{20}$ см $^{-3}$	*	334	*	0,27	*	408	*	307	*	448	*	586
$\rho$ , кг/м $^3$	2700	*	1,25	0,09	*	13600	1,43	*	2400	5400	*	10,5

### 30. Давление идеального газа

Для решения этих задач необходимо знать:

- ✓ определение давления и формулу для его расчета;
- ✓ основные параметры модели идеального газа;
- ✓ за счет чего возникает давление газа на стенки баллона;
- ✓ формулу, связывающую давление идеального газа, массу молекулы газа, концентрацию газа и среднее значение квадрата скорости теплового движения молекул (основное уравнение МКТ идеального газа);
- ✓ как вычисляется кинетическая энергия поступательно движущегося тела.

**Задача 1.** Газ, создающий в баллоне давление  $p$ , действует на вентиль диаметром  $d$  силой давления  $F$ . Определите значение величины, обозначенной \*. Как изменится сила давления газа на вентиль: а) при увеличении концентрации газа в  $\alpha$  раз; б) при увеличении средней квадратичной скорости молекул газа в  $\beta$  раз?

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$p$ , кПа	200	300	*	300	400	*	400	500	*	500	200	*
$F$ , Н	2,5	*	5,0	23,5	*	4,0	20	*	3,8	10	*	31,4
$d$ , мм	*	5,0	8,0	*	8,0	5,0	*	10	4,0	*	4,0	10
$\alpha$	1,5	2	2,5	2	2,5	3	2,5	3	1,5	3	1,5	2
$\beta$	2	2,5	2	2,5	3	2,5	3	1,5	3	1,5	2	1,5

**Задача 2.** Газ при средней квадратичной скорости движения молекул  $v_{\text{кв}}$  и концентрации  $n$  производит давление  $p$  на стенки баллона. Тип газа указан в таблице. Определите значение величины, обозначенной \*.

Газ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Газ	N <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	Rn	H <sub>2</sub>	Ne	Kr	Cl <sub>2</sub>	NH <sub>3</sub>	Ar	He	CH <sub>4</sub>
$n, 10^{25} \text{ м}^{-3}$	2,8	*	2,4	4,8	*	3,0	3,4	*	2,0	3,8	*	2,6
$v_{\text{кв}}, \text{ м/с}$	*	500	400	*	200	600	*	320	660	*	1300	700
$p, \text{ кПа}$	120	150	*	200	120	*	150	200	*	200	100	*

**Задача 3.** Манометр, присоединенный к газовому баллону, показывает давление  $p$  при концентрации газа  $n$  и средней кинетической энергии поступательного движения молекул газа  $\bar{E}$ . Определите значение величины, обозначенной \*. Как изменится давление газа в баллоне при увеличении средней кинетической энергии поступательного движения молекул газа в  $\gamma$  раз?

Газ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$p, \text{ кПа}$	150	*	200	250	*	300	200	*	250	300	*	150
$n, 10^{19} \text{ см}^{-3}$	*	2,6	4,8	*	3,0	7,0	*	3,8	6,0	*	4,8	3,6
$\bar{E}, 10^{-21} \text{ Дж}$	6,5	6,0	*	7,0	6,5	*	5,5	4,5	*	4,5	5,5	*
$\gamma$	3	2,5	2	1,5	3	2,5	2	1,5	3	2,5	2	1,5

### 31. Температура. Скорость молекул

Для решения этих задач необходимо:

✓ знать, как связаны абсолютная температура по шкале Кельвина и температура по шкале Цельсия;

✓ знать, что абсолютную температуру определяет средняя энергия движения молекул идеального газа;

✓ уметь рассчитывать среднюю квадратичную скорость поступательного движения молекул идеального газа;

✓ знать, как зависит давление, производимое идеальным газом на стенки баллона, от концентрации газа и его абсолютной температуры.

**Задача 1.** При средней кинетической энергии  $\bar{E}$  поступательного движения молекул идеального газа температура газа составляет  $t$ . Определите значение величины, обозначенной \*. Как изменится абсолютная температура газа при изменении средней кинетической энергии поступательного движения молекул в  $\alpha$  раз?

Газ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$\bar{E}, 10^{-21} \text{ Дж}$	6,0	*	8,0	*	5,0	*	9,0	*	12	*	10	*
$t, \text{ }^\circ\text{C}$	*	27	*	127	*	227	*	327	*	377	*	277
$\alpha$	2,5	2	3	1,5	3,5	4	2	2,5	1,5	3	4	3,5

**Задача 2.** При концентрации газа  $n$  и температуре  $t$  молекулы газа производят на стенки баллона давление  $p$ . Определите значение величины, обозначенной \*. Во сколько раз изменится давление газа при изменении его температуры в  $\beta$  раз?

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$n, 10^{25} \text{ м}^{-3}$	2,5	4,0	*	1,5	3,0	*	2,0	4,5	*	1,8	6,0	*
$t, ^\circ\text{C}$	27	*	127	227	*	377	327	*	177	277	*	77
$p, \text{кПа}$	*	150	200	*	120	250	*	180	200	*	250	100
$\beta$	2,5	2	3	1,5	2,5	2	3	1,5	2,5	2	3	1,5

**Задача 3.** Если средняя квадратичная скорость поступательного движения молекул газа равна  $v_{\text{кв}}$ , то абсолютная температура газа составляет  $T$ . Вид газа указан в таблице. Определите значение величины, обозначенной \*. Как изменится абсолютная температура газа при изменении средней квадратичной скорости поступательного движения молекул в  $\gamma$  раз?

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Газ	$\text{CO}_2$	Rn	$\text{H}_2$	Ne	Kr	$\text{Cl}_2$	$\text{NH}_3$	Ar	He	$\text{CH}_4$	$\text{N}_2$	$\text{O}_2$
$v_{\text{кв}}, \text{м/с}$	*	200	*	600	*	300	*	450	*	700	*	500
$T, \text{К}$	300	*	350	*	400	*	450	*	500	*	550	*
$\gamma$	2,5	2	3	1,5	2,5	2	3	1,5	2,5	2	3	14

## 32. Уравнение Менделеева—Клапейрона

Для решения этих задач необходимо:

✓ знать, какие физические величины называют макропараметрами и какова математическая связь между макропараметрами идеального газа (уравнение состояния);

✓ знать соотношение между давлениями, объемами, абсолютными температурами двух состояний идеального газа одной и той же массы;

✓ уметь рассчитывать силу тяжести, действующую на тело известной массы; применять формулу, определяющую давление; рассчитывать количество вещества по его массе и молярной массе; вычислять объем цилиндра.

**Задача 1.** В баллоне вместимостью  $V$  находится газ массой  $m$ . При абсолютной температуре  $T$  газ производит давление на стенки баллона  $p$ . Вид газа указан в таблице. Определите значение величины, обозначенной \*. Как изменится давление газа в баллоне, если при неизменной температуре часть  $\alpha$  массы газа выпустить из баллона?

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Газ	NH <sub>3</sub>	He	H <sub>2</sub>	Cl <sub>2</sub>	Ne	Rn	Kr	Ar	N <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>
V, л	40	*	20	30	2,0	*	5,0	4,0	30	*	40	20
m, г	*	15	4,0	340	*	10	8,5	0,5	*	140	8,0	80
T, К	300	400	500	*	400	500	800	*	500	300	400	*
p, кПа	200	30	*	400	60	50	*	10	400	200	*	300
α, %	20	30	40	20	30	40	20	30	40	20	30	40

**Задача 2.** Газ, имевший давление  $p_0$ , объем  $V_0$  и температуру  $t_0$ , нагрели (охладили) до температуры  $t$ , сжали (предоставили возможность расширяться) до объема  $V$  так, что давление газа при той же массе стало равно  $p$ . Определите значение величины, обозначенной \*. Молярную массу газа считайте неизменной.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$p_0$ , кПа	*	20	30	40	50	60	*	30	40	50	60	10
$V_0$ , м <sup>3</sup>	0,10	*	0,30	0,40	0,50	0,60	0,20	*	0,40	0,50	0,60	0,10
$t_0$ , °C	20	30	*	40	50	60	30	40	*	60	20	30
$p$ , МПа	0,05	0,10	0,15	*	0,05	0,10	0,10	0,05	0,10	*	0,15	0,05
V, л	20	30	40	20	*	20	30	40	20	30	*	40
$t$ , °C	100	80	50	100	80	*	50	100	80	50	50	*

**Задача 3.** В вертикально расположенном цилиндре с гладкими внутренними стенками под поршнем массой  $m$  находится газ количеством вещества  $\nu$ . При температуре  $t$  поршень находится на высоте  $h$  от дна цилиндра. Определите значение величины, обозначенной \*. Давление воздуха снаружи считайте малым. Ускорение свободного падения примите равным  $10 \text{ м/с}^2$ . Постройте график зависимости высоты  $h$  положения поршня от температуры  $t$  газа.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$m$ , кг	10	30	20	*	30	20	10	*	20	10	30	*
$\nu$ , моль	*	0,15	0,10	0,05	*	0,10	0,05	0,15	*	0,05	0,15	0,10
$t$ , °C	127	*	77	127	27	*	127	27	77	*	27	77
$h$ , см	300	100	*	200	100	200	*	300	200	300	*	100

### 33. Изопрцессы

Для решения этих задач необходимо:

✓ знать, что называют изопрцессами;  
 ✓ знать математические соотношения между давлениями, объемами, абсолютными температурами для двух состояний идеального газа при изопрцессах;

✓ уметь применять формулу, определяющую давление;

✓ уметь строить график зависимости между макропараметрами (давление  $p$ , объем  $V$ , абсолютная температура  $T$ ) для любого изопрцесса в любой из возможных систем координат:  $pV$ ,  $pT$ ,  $VT$ .

**Задача 1.** Баллон объемом  $V$ , заполненный газом при давлении  $p$ , соединяют с незаполненным баллоном объемом  $V'$ . При этом давление газа уменьшается на  $\Delta p$ . Определите значение величины, обозначенной  $*$ . Считайте, что температура газа неизменна и утечек газа не происходит.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$V$ , л	*	100	50	80	*	80	100	50	*	50	80	100
$p$ , МПа	0,1	*	0,3	0,1	0,2	*	0,1	0,2	0,3	*	0,2	0,3
$V'$ , л	40	60	*	40	80	40	*	80	60	80	*	60
$\Delta p$ , кПа	30	100	150	*	100	150	30	*	150	30	100	*

**Задача 2.** В цилиндре под поршнем площадью  $S$  находится газ объемом  $V$ . Количество вещества равно  $\nu$ . При нагревании сила  $F$ , с которой газ действует на поршень, изменяется так, как показано на рисунке С19. Смещается ли поршень? Определите значение величины, обозначенной  $*$ .

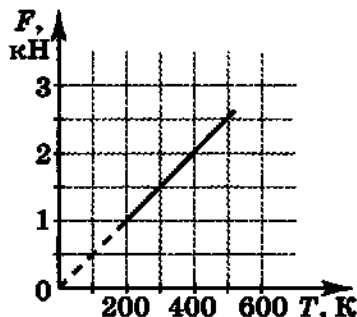


Рис. С19

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$S$ , см <sup>2</sup>	100	150	*	200	100	*	50	200	*	150	50	*
$\nu$ , моль	0,5	*	1,5	1,0	*	2,0	1,5	*	1,0	2,0	*	0,5
$V$ , л	*	20	30	*	15	20	*	10	5	*	5	15

**Задача 3.** На рисунке С20 изображены в одной из трех возможных систем координат ( $pV$ ,  $VT$ ,  $pT$ ) графики процессов с газом некоторой массы. Начертите графики процессов в двух других системах координат. Номера вариантов указаны под графиками.

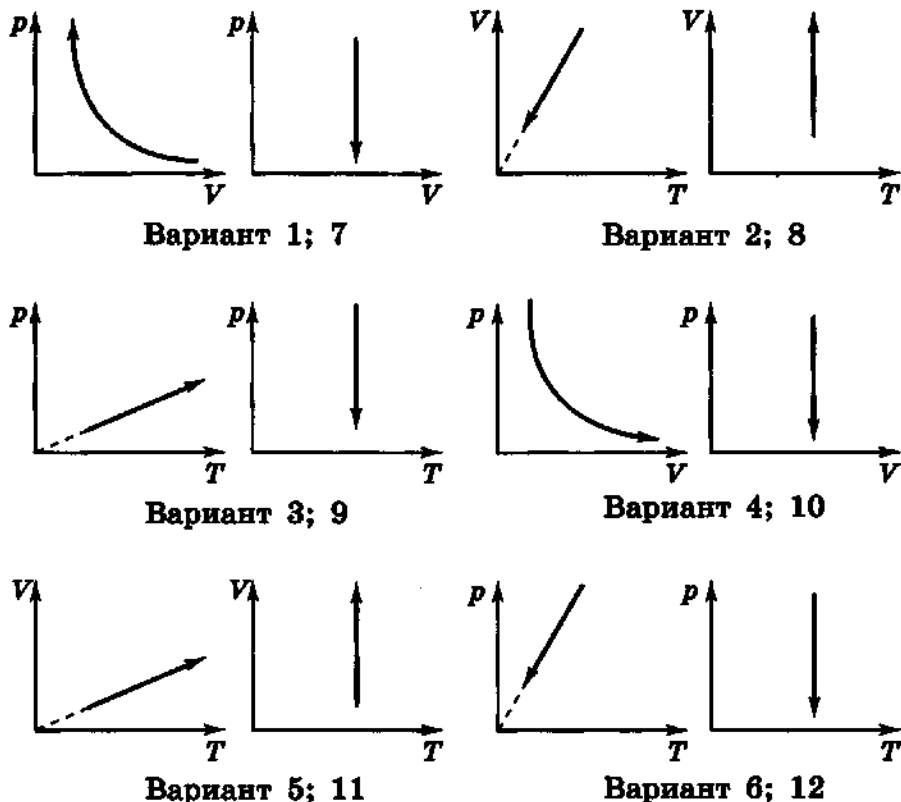


Рис. С20

### 34. Влажность воздуха. Кипение

Для решения этих задач необходимо:

✓ знать, что такое насыщенный пар, и уметь находить значение давления насыщенных водяных паров при различных температурах, используя справочную таблицу или соответствующий график;

✓ знать определение относительной влажности воздуха;

✓ знать устройство психрометра и уметь с его помощью определять относительную влажность воздуха;

✓ уметь применять уравнение Менделеева—Клапейрона для расчета давления газа (в том числе водяного пара);

✓ знать, как происходит процесс кипения.

**Задача 1.** Термометр, находящийся в комнате, показывает температуру  $t_1$ . Если резервуар термометра обернуть мокрой марлей, то показания термометра понизятся до значения  $t_2$  и разность показаний составит  $\Delta t$ . Относительная влажность воздуха в комнате равна  $\varphi$ . Определите значения величин, обозначенных \*. Рассчитайте давление водяного пара в данной комнате.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$t_1, ^\circ\text{C}$	*	24	20	*	22	18	22	*	18	22	*	*
$t_2, ^\circ\text{C}$	14	19	*	16	18	*	*	16	17	*	20	20
$\Delta t, ^\circ\text{C}$	4	*	3	2	*	*	3	4	*	5	2	*
$\phi, \%$	*	*	*	*	*	100	*	*	*	*	*	100

**Задача 2.** В учебном кабинете объемом  $V$  разлили воду массой  $m$ . Вода полностью испарилась. При этом относительная влажность воздуха в кабинете повысилась от  $\phi_0$  до  $\phi$ . Определите значение величины, обозначенной \*. Температура воздуха в кабинете известна.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$V, \text{м}^3$	*	160	200	180	*	180	200	220	*	170	150	190
$m, \text{г}$	400	*	650	500	700	*	520	600	450	*	550	620
$\phi_0, \%$	70	60	*	55	65	60	*	70	55	65	*	60
$\phi, \%$	80	75	75	*	85	80	70	*	70	75	85	*
$t, ^\circ\text{C}$	20	16	19	18	17	16	20	19	18	17	19	20

**Задача 3.** В процессе приготовления пищи в кастрюле-скороварке давление насыщенного водяного пара составляет  $p$ . Чему равна температура кипения воды в кастрюле? Ответ обоснуйте. График зависимости давления насыщенного водяного пара от температуры приведен на рисунке С21. Во сколько раз изменится давление насыщенного водяного пара при изменении его температуры от  $t_1$  до  $t_2$ ? Во сколько раз изменилось бы давление идеального газа при таком же изменении температуры? Что изменяется значительно — давление насыщенного водяного пара или давление идеального газа? Почему?

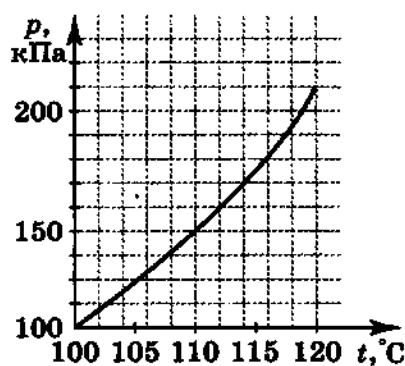


Рис. С21

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$p, \text{кПа}$	150	160	170	180	190	200	150	160	170	180	190	200
$t_1, ^\circ\text{C}$	105	110	115	100	105	110	115	100	105	110	115	100
$t_2, ^\circ\text{C}$	110	115	120	105	110	115	120	105	110	115	120	105

### 35. Поверхностное натяжение

Для решения этих задач необходимо:

- ✓ знать формулу для расчета силы поверхностного натяжения;
- ✓ уметь рассчитывать механическую работу постоянной силы;
- ✓ уметь применять второй закон Ньютона для анализа движения тела под действием нескольких сил;
- ✓ знать, почему возникает капиллярное явление и как рассчитывать высоту поднятия (опускания) жидкости в капилляре.

**Задача 1.** Если проволочной рамкой с подвижной перемычкой  $BC$  длиной  $l$  коснуться мыльного раствора, то на рамке образуется мыльная пленка (рис. С22). Для того чтобы, медленно перемещая перемычку  $BC$  на расстояние  $x$ , растянуть мыльную пленку, требуется совершить работу  $A$ . Определите значение величины, обозначенной  $*$ . Коэффициент поверхностного натяжения мыльного раствора равен  $40 \text{ мН/м}$ .

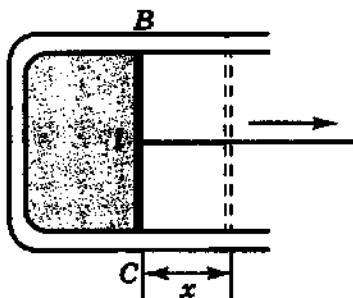


Рис. С22

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$l$ , см	5,0	10	*	8,0	6,0	*	10	8,0	*	5,0	6,0	*
$x$ , см	0,5	*	2,0	1,5	*	1,0	1,0	*	2,0	0,5	*	1,5
$A$ , мкДж	*	160	100	*	90	60	*	120	180	*	70	110

**Задача 2.** На поверхность воды положили спичку длиной  $l$  и массой  $m$ . К воде прикоснулись кусочком мыла вблизи спички, и она пришла в движение с ускорением  $a$ . Определите значение величины, обозначенной  $*$ . Коэффициент поверхностного натяжения воды равен  $73 \text{ мН/м}$ , коэффициент поверхностного натяжения мыльного раствора —  $40 \text{ мН/м}$ .

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$l$ , см	*	5,0	4,5	*	4,5	4,0	*	4,0	3,5	*	3,5	5,0
$m$ , мг	50	*	70	60	*	60	80	*	50	70	*	80
$a$ , м/с <sup>2</sup>	23	20	*	22	21	*	20,5	21,5	*	22,5	23,5	*

**Задача 3.** Жидкость плотностью  $\rho$  по капилляру диаметром  $d$  поднимается до высоты  $h$ . Коэффициент поверхностного натяжения жидкости равен  $\sigma$ . Определите значение величины, обозначенной  $*$ . Как изменится уровень поднятия жидкости в капилляре при ее нагреве?

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$\rho$ , г/см <sup>3</sup>	0,7	1,0	0,8	*	13,6	0,79	1,5	*	1,26	1,83	0,87	*
$d$ , мм	*	0,7	0,8	0,6	*	0,9	0,5	0,7	*	0,6	1,0	0,9
$h$ , см	2,4	*	1,5	2,5	1,5	*	1,3	0,70	1,7	*	1,3	1,2
$\sigma$ , мН/м	21	73	*	30	510	22	*	24	59	57	*	28

### 36. Механические свойства твердых тел

Для решения этих задач необходимо знать:

✓ что такое механическое напряжение и относительное удлинение;

✓ что называют пределом прочности вещества;

✓ формулу закона Гука;

✓ формулу, устанавливающую связь между жесткостью образца, его геометрическими размерами и модулем упругости (модулем Юнга) вещества, из которого изготовлен образец;

✓ как рассчитывается потенциальная энергия упруго деформированного тела.

**Задача 1.** Люстра массой  $m$  крепится у потолка с помощью металлического стержня длиной  $l$ . Под тяжестью люстры стержень удлинился на  $\Delta l$ . Площадь поперечного сечения стержня  $S$ , модуль упругости металла трубки  $E$ . Определите значение величины, обозначенной \*. Чему равно относительное удлинение трубки и возникающее в трубке механическое напряжение? Ускорение свободного падения примите равным  $10 \text{ м/с}^2$ .

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$m$ , кг	50	40	30	20	*	40	30	20	50	*	30	20
$l$ , см	80	70	60	*	80	70	60	50	*	70	60	50
$\Delta l$ , мм	0,07	0,08	*	0,03	0,04	0,08	0,07	*	0,057	0,07	0,06	0,04
$S$ , см <sup>2</sup>	0,6	*	0,4	0,3	0,6	0,5	*	0,5	0,4	0,3	0,4	*
$E$ , ГПа	*	70	80	100	210	*	80	100	210	70	*	100

**Задача 2.** При растяжении проволока диаметром  $d$  разрывается под действием силы  $F$ . Определите значение величины, обозначенной \*, или вид металла, из которого изготовлена проволока. Во сколько раз придется увеличить силу, необходимую для разрыва проволоки, если ее диаметр увеличить в  $\alpha$  раз?

№ задачи	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Металл	Cu	Al	*	Ag	Cu	*	Al	Ag	*	Cu	Al	*
$d$ , мм	*	2,0	0,40	*	0,15	0,30	*	0,30	2,5	*	0,50	0,20
$F$ , Н	20	*	17,6	6,9	*	28	78,5	*	490	7,0	*	4,4
$\alpha$	1,5	2	2,5	3	1,5	2	2,5	3	1,5	2	2,5	3

**Задача 3.** При выполнении эксперимента металлический диск площадью  $S$  подвергают сжатию так, что энергия его упругой деформации составляет  $W$ . Под нагрузкой толщина диска  $d$ ; после снятия нагрузки диск восстанавливает первоначальную толщину  $d_0$ . Модуль упругости металла  $E$ . Определите значение величины, обозначенной \*. Чему равна плотность энергии упругой деформации  $w$ , т. е. энергии упругой деформации, приходящаяся на единицу объема тела, подвергаемого деформации? Как плотность энергии упругой деформации зависит от относительного удлинения (сжатия) тела?

№ задачи	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$S$ , см <sup>2</sup>	25	20	15	*	20	15	25	*	15	25	20	*
$W$ , кДж	*	3,0	3,1	3,4	*	6,2	8,6	10	*	11,6	2,9	3,8
$d$ , мм	38	*	19	9,5	48	*	29	19	9,5	*	39	29
$d_0$ , мм	40	30	20	10	50	40	30	20	10	50	40	30
$E$ , ГПа	70	90	*	108	127	83	*	200	170	116	*	150

### 37. Внутренняя энергия. Работа в термодинамике

Для решения этих задач необходимо:

✓ знать определение и формулу для расчета внутренней энергии тела (для случая одноатомного идеального газа);

✓ уметь рассчитывать работу, совершаемую газом при изобарном процессе;

✓ уметь применять уравнение Менделеева—Клапейрона для установления связи между изменением объема и изменением температуры газа в случае изобарного процесса.

**Задача 1.** Аэростат объемом  $V$  наполнен гелием, обладающим внутренней энергией  $U$ . Давление газа  $p$ . Определите значение величины, обозначенной \*.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$V$ , м <sup>3</sup>	*	200	300	*	300	400	*	400	500	*	500	200
$U$ , МДж	90	*	39	78	*	90	63	*	105	45	*	48
$p$ , кПа	120	130	*	130	140	*	140	150	*	150	120	*

**Задача 2.** Газ, действующий силой  $F$  на подвижный поршень площадью  $S$ , изобарно расширяется, совершая работу  $A$ . Изменение объема газа составляет  $\Delta V$ . Определите значение величины, обозначенной \*.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$F$ , кН	*	1,5	2,0	0,5	*	2,0	0,5	1,5	*	0,5	1,5	2,0
$S$ , см <sup>2</sup>	80	*	60	40	30	*	40	60	40	*	30	80
$A$ , Дж	50	75	*	25	75	120	*	45	100	160	*	40
$\Delta V$ , см <sup>3</sup>	400	200	300	*	150	180	240	*	200	640	120	*

**Задача 3.** Газ массой  $m$  находится в цилиндрическом сосуде с подвижным поршнем. При повышении температуры от  $T_0$  до  $T$  газ, изобарно расширяясь, совершает работу  $A$ . Молярная масса газа  $M$ . Определите значение величины, обозначенной \*.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$m$ , г	*	14	4,0	16	4,0	*	1,0	48	6,0	2,0	*	8,0
$T_0$ , К	300	*	250	350	300	400	*	400	250	300	450	*
$T$ , К	450	550	*	400	450	500	350	*	450	600	500	350
$A$ , Дж	623	831	5820	*	1250	1660	415	1870	*	2490	312	831
$M$ , г/моль	4	28	2	32	*	28	2	32	4	*	32	4

### 38. Первый закон термодинамики

Для решения этих задач необходимо знать:

✓ формулировку и математическую формулу первого закона термодинамики;

✓ что такое адиабатный процесс;

✓ формулу для расчета внутренней энергии одноатомного идеального газа;

✓ как вычисляется работа газа в случае изобарного процесса;

✓ как, используя уравнение Менделеева—Клапейрона, выразить изменение объема газа через изменение его температуры в случае изобарного процесса.

**Задача 1.** При нагревании (охлаждении) идеальный газ в баллоне с подвижным поршнем расширяется (сжимается) и, перемещая поршень, совершает работу  $A_r$ . Внутренняя энергия газа при этом изменяется от  $U_1$  до  $U_2$ . Количество теплоты, переданное газу в данном процессе, равно  $Q$ . Определите значение величины, обозначенной \*. Можно ли по приведенным 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?

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$A_r$ , кДж	*	3,0	5,0	6,0	*	3,5	5,0	6,5	*	4,0	4,5	5,5
$U_1$ , кДж	3,5	*	5,0	6,5	4,0	*	4,5	6,0	4,5	*	5,5	2,0
$U_2$ , кДж	3,0	5,0	*	4,5	3,5	6,0	*	3,4	2,5	7,0	*	4,0
$Q$ , кДж	2,0	4,0	6,0	*	2,5	6,0	7,5	*	1,5	8,0	2,0	*

**Задача 2.** В процессе адиабатного сжатия одноатомного идеального газа, количество вещества которого равно  $\nu$ , внешними силами совершается работа  $A$  и температура газа возрастает от  $t_1$  до  $t_2$ . Определите значение величины, обозначенной \*. Приведите пример практического применения описанного физического процесса.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$\nu$ , моль	*	1,0	2,0	1,5	*	2,0	1,0	0,5	*	1,5	0,5	2,0
$A$ , кДж	1,4	8,3	4,0	*	6,5	6,5	7,7	*	4,5	2,6	1,0	*
$t_1$ , °C	20	30	*	40	30	40	*	20	40	10	*	30
$t_2$ , °C	250	*	180	240	380	*	650	280	400	*	200	320

**Задача 3.** При изобарном расширении одноатомного идеального газа массой  $m$  ему передано количество теплоты  $Q$ . При этом температура газа возросла от  $T_1$  до  $T_2$ . Определите значение величины, обозначенной \*, или вид газа.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Газ	Ne	Kr	Ar	*	Ne	Kr	Ar	He	*	Kr	Ar	He
$m$ , г	10	60	*	2,0	20	80	40	*	10	40	80	8,0
$Q$ , кДж	1,0	*	0,85	0,83	4,1	2,6	*	1,7	1,1	1,4	9,6	*
$T_1$ , К	*	300	370	400	280	*	370	420	270	310	*	410
$T_2$ , К	350	400	450	520	*	480	490	500	380	*	590	560

### 39. Количество теплоты

Для решения этих задач необходимо:

✓ знать формулы для расчета количества теплоты, выделяющейся или поглощающейся в процессах нагревания и охлаждения, парообразования и конденсации, плавления и кристаллизации, а также выделяющейся при сгорании топлива;

✓ уметь составлять уравнение теплового баланса.

**Задача 1.** При охлаждении металлической детали массой  $m$  от температуры  $t_1$  до температуры  $t_2$  выделяется количество теплоты  $Q$ . Удельная теплоемкость металла  $c$ . Определите значение величины, обозначенной \*. Во сколько раз изменится количество теплоты, выделяющейся при охлаждении детали, если массу детали увеличить в  $\alpha$  раз?

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$m$ , кг	*	3,5	2,0	5,0	1,5	*	4,0	3,5	2,0	0,5	*	2,0
$t_1$ , °C	400	*	420	230	510	600	*	210	550	450	500	*
$t_2$ , °C	210	150	*	120	90	450	50	*	150	50	60	20
$Q$ , кДж	145	68	600	*	145	110	125	105	*	92	85	400
$c$ , Дж/кг · гр	380	130	880	230	*	460	130	230	460	*	380	880
$\alpha$	1,5	2	2,5	3	1,5	2	2,5	3	3,5	2	2,5	3

**Задача 2.** При сгорании топлива объемом  $V$  выделяется количество теплоты  $Q$ . Плотность топлива  $\rho$ , удельная теплота его сгорания  $q$ . Определите значение величины, обозначенной \*. Во сколько раз изменится количество теплоты, выделяющейся при сгорании топлива, если взять в  $\beta$  раз меньший объем топлива?

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$V$ , л	*	3,0	4,5	1,5	*	4,0	2,0	0,5	*	3,5	3,0	4,7
$Q$ , МДж	60	*	145	47,3	58	*	67,7	18,7	115	*	113	175
$\rho$ , г/см <sup>3</sup>	0,68	0,80	*	0,70	0,79	0,71	*	0,85	0,82	0,79	*	0,81
$q$ , МДж/кг	44	42	43	*	27	46	47	*	46	27	45	*
$\beta$	3	2,5	2	1,5	2,5	2	1,5	3	2	1,5	3	2,5

**Задача 3.** При конденсации стогоградусного водяного пара массой  $m_1$  выделяется количество теплоты, достаточное для плавления льда массой  $m_2$  и нагревания полученной при этом воды до температуры  $t$ . Определите значение величины, обозначенной \*. Начальная температура льда 0 °C.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$m_n$ , г	40	30	*	35	25	*	45	50	*	40	25	*
$m_x$ , г	150	*	200	100	*	150	250	*	250	200	*	100
$t$ , °C	*	80	40	*	20	50	*	60	30	*	40	70

#### 40. Тепловые двигатели

Для решения этих задач необходимо знать:

✓ определение и формулу для расчета мощности;

✓ определение коэффициента полезного действия (КПД);

✓ принципиальную схему устройства теплового двигателя;

✓ формулу для расчета КПД теплового двигателя и формулу

для определения максимально возможного значения КПД идеального теплового двигателя.

**Задача 1.** В паровую турбину от нагревателя за время  $t$  поступает количество теплоты  $Q$ . Мощность турбины  $N$ . КПД турбины  $\eta$ . Определите значение величины, обозначенной \*.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$N$ , МВт	200	*	400	300	400	*	300	200	300	*	200	400
$t$ , с	15	40	*	30	20	60	30	40	30	20	*	20
$Q$ , ГДж	*	40	20	60	*	80	*	80	*	30	30	32
$\eta$	0,15	0,10	0,20	*	0,20	0,15	0,25	*	0,25	0,20	0,10	*

**Задача 2.** При температуре нагревателя  $t_n$  и температуре холодильника  $t_x$  коэффициент полезного действия идеального теплового двигателя равен  $\eta$ . Определите значение величины, обозначенной \*.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$t_n$ , °C	800	650	*	700	850	*	600	950	*	900	650	*
$t_x$ , °C	100	*	70	50	*	40	150	*	60	50	*	30
$\eta$	*	0,63	0,58	*	0,69	0,71	*	0,70	0,51	*	0,67	0,65

**Задача 3.** Идеальной тепловой машиной при поступлении от нагревателя количества теплоты  $Q_n$  совершается работа  $A$  и при этом количество теплоты, отдаваемое холодильнику, составляет  $Q_x$ . Температура нагревателя  $T_n$ , температура холодильника  $T_x$ . Определите значения величин, обозначенных \*.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$Q_1$ , кДж	20	*	30	*	50	*	40	50	*	60	*	80
$A$ , кДж	8,0	20	*	27	*	37	22	*	*	30	12	*
$Q_2$ , кДж	*	20	13	*	23	33	*	*	35	*	8,0	30
$T_1$ , К	500	*	700	450	*	750	*	900	650	800	*	850
$T_2$ , К	*	300	*	250	300	*	250	300	300	*	300	*

## 41. Закон Кулона

Для решения этих задач необходимо:

✓ знать формулировку и математическую формулу закона Кулона;

✓ знать формулировку и математическую формулу закона сохранения электрического заряда;

✓ уметь применять правило сложения векторов и находить модуль суммарного вектора;

✓ считать, что заряженные тела находятся в вакууме.

**Задача 1.** Два неподвижных точечных заряда  $q_1$  и  $q_2$ , находясь на расстоянии  $r$  друг от друга, взаимодействуют с силой  $F$ . Определите значение величины, обозначенной \*. Во сколько раз изменится сила взаимодействия зарядов, если расстояние между ними увеличить в  $\alpha$  раз?

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$q_1$ , нКл	4	5	*	0,5	2	8	*	6	3	6	*	4
$q_2$ , нКл	6	*	5	4	4	*	3	0,5	10	*	3	8
$r$ , см	*	3	10	6	*	5	2	3	*	6	2	3
$F$ , мкН	135	200	36	*	80	144	135	*	75	45	7,7	*
$\alpha$	3	4	2	4	2	3	3	2	4	2	4	3

**Задача 2.** Двум одинаковым шарикам сообщили заряды  $q_1$  и  $q_2$ . Шарики приблизили друг к другу до соприкосновения и затем развели на расстояние  $l$ . При этом сила их кулоновского взаимодействия составила  $F$ . Определите значение величины, обозначенной \*. Расстояние между шариками существенно больше их размеров.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$q_1$ , нКл	6	5	*	-4	-2	12	*	6	-4	25	*	10
$q_2$ , нКл	-2	*	-2	16	8	*	6	-8	12	*	7	-4
$l$ , см	*	10	4	3	*	5	5	4	*	10	20	*
$F$ , мкН	0,9	3,6	90	*	360	90	14,4	*	22,5	90	0,9	3,6

Задача 3. В вершинах прямоугольного треугольника  $ABC$  (угол  $C$  — прямой) находятся заряды  $q_A, q_B, q_C$ . Длины катетов  $AC$  и  $BC$  равны соответственно  $a$  и  $b$ . Сила, действующая на заряд  $q_C$  со стороны зарядов  $q_A$  и  $q_B$ , равна  $F$ . Определите значение величины, обозначенной  $*$ .

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$q_A$ , нКл	9,0	2,0	5,0	*	4,0	3,0	6,0	7,0	11	*	10	8,0
$q_B$ , нКл	6,0	4,0	*	7,0	10	11	8,0	3,0	*	5,0	7,0	2,0
$q_C$ , нКл	2,0	*	1,5	0,5	3,0	2,5	4,0	*	4,5	2,0	5,0	3,5
$a$ , см	*	4,0	3,0	5,0	7,0	6,0	*	10	8,0	9,0	10	20
$b$ , см	10	8,0	6,0	9,0	4,0	*	3,0	7,0	2,0	4,0	5,0	*
$F$ , мкН	46,3	25,2	80,8	11,5	*	43,0	326	25,1	214	112	*	11,7

## 42. Напряженность электрического поля

Для решения этих задач необходимо:

- ✓ знать определение напряженности электрического поля;
- ✓ знать принцип суперпозиции;
- ✓ уметь находить модуль суммы двух векторов;
- ✓ уметь применять второй закон Ньютона.

Задача 1. В вершинах  $A$  и  $B$  прямоугольного треугольника  $ABC$  (угол  $C$  — прямой) находятся заряды  $q_A$  и  $q_B$ . Длины катетов  $AC$  и  $BC$  равны соответственно  $a$  и  $b$ . Напряженность электрического поля в вершине  $C$  равна  $E$ . Определите значение величины, обозначенной  $*$ .

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$q_A$ , нКл	*	30	40	50	70	*	20	30	40	50	*	10
$q_B$ , нКл	30	*	50	60	80	20	*	40	50	60	80	*
$a$ , см	2	3	*	5	6	7	8	*	3	4	6	8
$b$ , см	3	4	6	*	8	9	10	4	*	6	8	9
$E$ , кН/Кл	540	375	260	210	*	29	39	710	440	*	150	26

Задача 2. 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 значение величины, обозначенной  $*$ .

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$q, 10^{-19}$ Кл	1,6	3,2	1,6	4,8	1,6	*	1,6	4,8	1,6	3,2	4,8	*
$m, 10^{-27}$ кг	5,01	6,64	3,34	9,99	*	11,6	9,99	11,6	1,67	6,64	*	3,34
$E, \text{кВ/Кл}$	50	80	70	*	40	30	80	70	60	*	30	50
$t, \text{мкс}$	2,0	0,50	*	1,5	0,52	7,25	2,2	1,3	*	1,8	2,1	1,7
$v_0, \text{км/с}$	800	*	600	700	500	200	300	*	400	150	900	230
$v, 10^2 \text{ км/с}$	*	35	19	50	25	32	*	41	21	36	35	43

### 43. Потенциал. Напряжение

Для решения этих задач необходимо:

- ✓ знать определение потенциала электрического поля;
- ✓ знать определение напряжения (разности потенциалов);
- ✓ уметь рассчитывать работу, совершаемую электрическим полем по перемещению заряженной частицы, а также происходящие при этом изменения ее кинетической и потенциальной энергий;
- ✓ знать формулу, связывающую напряженность и напряжение (разность потенциалов) в случае однородного электрического поля.

**Задача 1.** Частица с зарядом  $q$ , перемещаясь в электрическом поле из точки с потенциалом  $\phi_1$  в точку с потенциалом  $\phi_2$ , проходит разность потенциалов (напряжение)  $U$ . При этом электрическим полем совершается работа  $A$ . Определите значения величин, обозначенных \*. Чему равны изменения кинетической и потенциальной энергий частицы в рассматриваемом случае?

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$q, 10^{-19}$ Кл	*	1,6	3,2	4,8	*	3,2	4,8	1,6	*	4,8	1,6	3,2
$\phi_1, \text{В}$	200	*	550	*	*	*	780	600	850	*	900	*
$\phi_2, \text{В}$	*	300	*	80	100	300	*	*	*	250	*	600
$U, \text{В}$	50	*	*	200	100	*	*	200	500	*	*	100
$A, 10^{-17}$ Дж	1,6	2,4	11,2	*	4,8	6,4	24	*	8,0	9,6	6,4	*

**Задача 2.** Электрический заряд  $q$ , находясь в точке электрического поля с потенциалом  $\phi$ , обладает потенциальной энергией  $W$ . Определите значение величины, обозначенной \*. Во сколько раз изменится потенциал данной точки электрического поля при увеличении заряда  $q$  в  $\alpha$  раз?

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$q$ , нКл	30	40	*	40	50	*	50	20	*	20	30	*
$\varphi$ , В	200	*	400	300	*	500	400	*	200	500	*	300
$W$ , мкДж	*	6,0	10	*	35	12,5	*	9,0	7,0	*	12	4,0
$\alpha$	2	4	6	8	2	4	6	8	2	4	6	8

**Задача 3.** Частица с зарядом  $q$  и массой  $m$ , начиная движение из состояния покоя в однородном электрическом поле с напряженностью  $E$ , приобретает скорость  $v$ , пройдя расстояние  $d$ . При этом напряжение, ускоряющее частицу, составляет  $U$ . Определите значения величин, обозначенных \*. Во сколько раз увеличится приобретенная частицей скорость, если ускоряющая разность потенциалов возрастет в  $\beta$  раз?

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$q$ , $10^{-10}$ Кл	*	*	3,2	*	3,2	1,6	*	1,6	*	1,6	3,2	4,8
$m$ , $10^{-27}$ кг	26,6	1,67	19,9	9,99	13,3	*	16,6	23,2	105	179	*	*
$E$ , кВ/м	*	2,0	*	5,0	10	5,0	*	20	5,0	*	*	5,0
$v$ , км/с	98,1	239	56,7	80,0	155	120	152	*	55,2	*	34,3	46,3
$d$ , см	10	*	5,0	4,0	*	6,0	3,0	2,0	*	15	5,0	*
$U$ , В	400	300	*	*	*	*	600	*	500	300	200	100
$\beta$	8	6	4	2	8	6	4	2	8	6	2	4

#### 44. Электроемкость. Энергия электрического поля

Для решения этих задач необходимо:

✓ знать определение электроемкости конденсатора (системы проводников) и формулу для расчета электроемкости;

✓ знать формулу, связывающую напряженность и напряжение (разность потенциалов) в случае однородного электрического поля;

✓ знать формулу для расчета электроемкости плоского конденсатора;

✓ уметь рассчитывать энергию электрического поля заряженного конденсатора.

**Задача 1.** Плоский воздушный конденсатор емкостью  $C$  заряжен до напряжения  $U$  так, что напряженность электрического поля внутри конденсатора равна  $E$ , а заряд конденсатора равен  $q$ . Расстояние между пластинами конденсатора  $d$ . Определите значения величин, обозначенных \*.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$C$ , пФ	*	15	20	10	*	20	*	25	12	30	*	40
$U$ , В	20	*	*	100	*	75	90	*	*	50	*	40
$E$ , кВ/м	*	400	200	*	250	300	*	200	100	*	150	200
$q$ , нКл	0,12	*	1,2	*	0,75	*	3,6	*	0,60	*	0,30	*
$d$ , мм	0,2	0,3	*	0,4	0,2	*	0,3	0,15	*	0,5	0,2	*

**Задача 2.** Пластины плоского конденсатора представляют собой диски диаметром  $D$ , находящиеся на расстоянии  $l$  друг от друга ( $D \gg l$ ). При заполнении конденсатора диэлектриком с проницаемостью  $\epsilon$  его емкость составляет  $C$ . Определите значение величины, обозначенной \*. Как изменится емкость такого конденсатора, если все его линейные размеры увеличить в  $\alpha$  раз?

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$D$ , см	10	8,0	*	10	8,0	6,0	*	4,0	6,0	10	*	6,0
$l$ , мм	0,5	*	0,3	0,5	0,4	*	0,5	0,4	0,3	*	0,4	0,3
$\epsilon$	*	4,1	2,2	3,5	*	2,6	7,0	10	*	6,5	2,5	3,0
$C$ , пФ	570	460	180	*	390	220	160	*	540	900	280	*
$\alpha$	1,5	2	2,5	3	1,5	2	2,5	3	1,5	2	2,5	3

**Задача 3.** Энергия электрического поля конденсатора емкостью  $C$ , обладающего зарядом  $q$  при разности потенциалов между обкладками конденсатора  $U$ , составляет  $W$ . Определите значения величин, обозначенных \*. Во сколько раз изменится энергия электрического поля конденсатора при увеличении напряжения между обкладками конденсатора в  $\beta$  раз?

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$C$ , мкФ	*	6	*	10	20	*	*	8	*	20	12	*
$q$ , мКл	0,40	0,54	*	*	*	0,24	0,48	0,56	*	*	*	0,60
$U$ , В	100	*	60	*	40	*	80	*	50	*	20	*
$W$ , мДж	*	*	14,4	12,5	*	2,4	*	*	25	16	*	30
$\beta$	3	2,5	2	1,5	3	2,5	2	1,5	3	2,5	2	1,5

## 45. Параллельное и последовательное соединения конденсаторов

Для решения этих задач необходимо:

✓ знать и уметь применять формулы для расчета электроемкости системы конденсаторов, соединенных параллельно или последовательно.

**Задача 1.** Три конденсатора электроемкостями  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$  соединены параллельно так, что электроемкость батареи конденсаторов составляет  $C$ , а напряжения и заряды на конденсаторах равны  $U_1$ ,  $U_2$ ,  $U_3$  и  $q_1$ ,  $q_2$ ,  $q_3$  соответственно. Определите значения величин, обозначенных \*.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$C_1$ , мкФ	*	6	4	4	*	12	2	6	*	8	20	10
$C_2$ , мкФ	6	*	8	8	10	*	8	20	10	*	5	6
$C_3$ , мкФ	10	4	*	12	8	10	*	2	20	12	*	4
$C$ , мкФ	20	16	22	*	30	26	12	*	40	30	30	*
$U_1$ , В	*	*	15	*	*	20	*	*	*	*	*	*
$U_2$ , В	*	5	*	*	30	*	*	*	*	*	*	*
$U_3$ , В	10	*	*	40	*	*	*	*	*	*	*	*
$q_1$ , мкКл	*	*	*	*	*	*	40	*	*	160	*	*
$q_2$ , мкКл	*	*	*	*	*	*	*	100	*	*	200	*
$q_3$ , мкКл	*	*	*	*	*	*	*	*	300	*	*	80

**Задача 2.** Три конденсатора электроемкостями  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$  соединены последовательно так, что электроемкость батареи конденсаторов составляет  $C$ , а напряжения и заряды на конденсаторах равны  $U_1$ ,  $U_2$ ,  $U_3$  и  $q_1$ ,  $q_2$ ,  $q_3$  соответственно. Определите значения величин, обозначенных \*.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$C_1$ , мкФ	8	6	10	*	2	4	4	*	8	6	12	*
$C_2$ , мкФ	6	10	*	10	4	6	*	2	6	4	*	2
$C_3$ , мкФ	4	*	2	8	6	*	8	4	10	*	6	8
$C$ , мкФ	*	2,3	1,4	1,8	*	1,1	1,7	1,0	*	1,9	3,0	0,9
$U_1$ , В	*	*	*	*	*	*	*	20	*	*	50	*
$U_2$ , В	*	*	*	*	*	*	15	*	*	30	*	*
$U_3$ , В	*	*	*	*	*	*	*	*	12	*	*	40
$q_1$ , мкКл	*	30	*	*	20	*	*	*	*	*	*	*
$q_2$ , мкКл	60	*	*	40	*	*	*	*	*	*	*	*
$q_3$ , мкКл	*	*	30	*	*	30	*	*	*	*	*	*

## 46. Сила тока. Закон Ома для участка цепи

Для решения этих задач необходимо знать:

✓ определение силы тока;

✓ формулировку и математическое выражение закона Ома для участка цепи;

✓ формулу, связывающую напряженность и напряжение (разность потенциалов) в случае однородного электрического поля.

**Задача 1.** При силе тока  $I$  через поперечное сечение металлического проводника за время  $t$  проходит  $N$  электронов. Определите значение величины, обозначенной \*.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$I$ , А	0,5	2,0	*	1,0	0,5	*	1,5	1,0	*	2,0	1,5	*
$t$ , мс	2,0	*	8,0	4,0	*	2,0	6,0	*	4,0	8,0	*	6,0
$N$ , $10^{16}$	*	2,5	8,0	*	5,0	4,0	*	8,0	2,5	*	4,0	5,0

**Задача 2.** Если на концах проводника сопротивлением  $R$  поддерживать потенциалы  $\varphi_1$  и  $\varphi_2$ , создав тем самым в проводнике электрическое поле, то по проводнику будет идти постоянный ток (сила тока  $I$ ). Определите значение величины, обозначенной \*. Как изменится сила тока в проводнике, если разность потенциалов на концах проводника увеличить в  $\alpha$  раз? Сопротивление проводника при этом считайте неизменным.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$R$ , Ом	4,0	20	15	*	8,0	40	2,0	*	10	30	5,0	*
$\varphi_1$ , В	10	14	*	11	16	18	*	24	15	70	*	12
$\varphi_2$ , В	2,0	*	6,0	10	12	*	4,0	8,0	5,0	*	15	6,0
$I$ , А	*	0,5	1,0	0,2	*	0,4	5,0	0,8	*	2,0	2,5	3,0
$\alpha$	1,5	2	2,5	1,5	2	2,5	1,5	2	2,5	1,5	2	2,5

**Задача 3.** При напряженности  $E$  электрического поля в проводнике через поперечное сечение проводника длиной  $l$  и сопротивлением  $R$  за время  $t$  проходит заряд  $q$ . Определите значение величины, обозначенной \*. Как изменится сила тока в проводнике, если напряженность электрического поля уменьшить в  $\beta$  раз? Сопротивление проводника при этом считайте неизменным.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$E, В/м$	10	3,0	*	2,5	20	*	0,5	20	5,0	6,0	40	1,0
$l, м$	*	10	2,0	4,0	2,0	20	40	0,5	*	5,0	0,5	10
$R, Ом$	80	*	10	40	40	60	*	5,0	20	120	*	20
$t, с$	2,0	4,0	10	20	*	10	20	5,0	30	*	15	40
$q, Кл$	1,0	4,0	20	*	2,0	5,0	5,0	*	60	15	15	*

#### 47. Последовательное и параллельное соединения проводников

Для решения этих задач необходимо:

✓ знать соотношения между силой тока и напряжением на участках цепи при их последовательном и параллельном соединениях;

✓ уметь рассчитывать сопротивление системы проводников, соединенных последовательно или параллельно;

✓ уметь применять закон Ома для участка цепи.

**Задача 1.** Три резистора сопротивлениями  $R_1, R_2, R_3$  соединены последовательно так, что общее сопротивление данного участка цепи составляет  $R$ , а значения напряжения на резисторах и силы тока в них равны  $U_1, U_2, U_3$  и  $I_1, I_2, I_3$  соответственно. Определите значения величин, обозначенных \*.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$R_1, кОм$	2	4	6	*	3	5	7	*	11	12	15	*
$R_2, кОм$	*	6	8	10	*	7	9	11	*	15	20	25
$R_3, кОм$	6	*	10	12	7	*	11	12	15	*	25	30
$R, кОм$	10	18	*	30	15	21	*	32	38	47	*	75
$U_1, В$	*	*	*	*	12	*	*	*	*	*	60	*
$U_2, В$	*	*	16	*	*	*	*	*	24	*	*	*
$U_3, В$	3	*	*	*	*	*	10,5	*	*	*	*	*
$I_1, мА$	*	*	*	3	*	*	*	*	*	3	*	*
$I_2, мА$	*	1	*	*	*	*	*	1	*	*	*	*
$I_3, мА$	*	*	*	*	*	5	*	*	*	*	*	5

**Задача 2.** Три резистора сопротивлениями  $R_1, R_2, R_3$  соединены параллельно так, что общее сопротивление данного участка цепи составляет  $R$ , а значения напряжения на резисторах и силы тока в них равны  $U_1, U_2, U_3$  и  $I_1, I_2, I_3$  соответственно. Определите значения величин, обозначенных \*.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$R_1, \text{ Ом}$	4,0	8,0	2,0	*	6,0	8,0	20	*	6,0	6,0	20	*
$R_2, \text{ Ом}$	6,0	6,0	*	20	10	10	*	4,0	4,0	4,0	*	6,0
$R_3, \text{ Ом}$	6,0	*	6,0	10	4,0	*	10	6,0	8,0	*	10	10
$R, \text{ Ом}$	*	1,85	1,0	4,0	*	2,55	2,86	1,71	*	1,09	4,0	1,94
$U_1, \text{ В}$	*	*	*	*	*	16	*	*	*	*	*	20
$U_2, \text{ В}$	*	*	*	10	*	*	*	*	*	24	*	*
$U_3, \text{ В}$	*	6,0	*	*	*	*	*	12	*	*	*	*
$I_1, \text{ А}$	*	*	1,0	*	*	*	*	*	0,4	*	*	*
$I_2, \text{ А}$	*	*	*	*	1,2	*	*	*	*	*	0,5	*
$I_3, \text{ А}$	2,0	*	*	*	*	*	1,5	*	*	*	*	*

#### 48. Сопротивление проводника. Удельное сопротивление

Для решения этих задач необходимо:

✓ знать и уметь применять формулу для расчета сопротивления проводника известных геометрических размеров;

✓ уметь применять закон Ома для участка цепи;

✓ знать формулу, связывающую напряженность и напряжение (разность потенциалов) в случае однородного электрического поля.

**Задача 1.** Металлическая проволока длиной  $L$  и диаметром  $d$  имеет электрическое сопротивление  $R$ . Определите значение величины, обозначенной \*, или вид металла. Как изменится сопротивление проволоки, если все ее размеры увеличить в  $\alpha$  раз?

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$L, \text{ см}$	*	160	120	80	*	120	100	20	*	80	160	60
$d, \text{ мм}$	0,4	*	0,2	0,4	0,3	*	0,4	0,3	0,2	*	0,3	0,2
$R, \text{ Ом}$	2,0	0,87	*	0,10	0,08	0,15	*	0,16	0,40	0,20	*	0,32
Металл	Pb	Cu	Al	*	W	Ag	Cu	*	Ag	Cu	Pb	*
$\alpha$	1,5	2	2,5	1,5	2	2,5	1,5	2	2,5	1,5	2	2,5

**Задача 2.** Если на концах проводника длиной  $L$  и площадью поперечного сечения  $S$  поддерживать потенциалы  $\varphi_1$  и  $\varphi_2$  соответственно, создав тем самым в проводнике электрическое поле, то по проводнику будет идти постоянный ток (сила тока  $I$ ). Удельное сопротивление материала проводника  $\rho$ . Определите значение величины, обозначенной  $*$ . Как изменится сила тока в проводнике, если длину проводника увеличить в  $\beta$  раз (при неизменных значениях потенциалов  $\varphi_1$  и  $\varphi_2$  на концах проводника)? Удельное сопротивление материала проводника при этом считайте неизменным.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$L$ , м	15	20	10	25	15	*	25	30	15	10	*	15
$S$ , мм <sup>2</sup>	0,8	*	1,2	2,0	1,0	1,5	*	0,6	0,8	1,0	0,5	1,5
$\varphi_1$ , В	*	4,0	15,2	6,3	12	10	4,5	*	8,0	4,5	50	1,0
$\varphi_2$ , В	0,5	0,16	1,0	6,2	*	4,5	4,1	2,5	3,3	3,5	8,0	*
$I$ , А	2,0	1,6	1,0	*	1,4	0,5	1,8	0,7	1,2	*	2,5	0,2
$\rho$ , 10 <sup>-8</sup> Ом · м	1,7	12	*	2,8	21	110	1,7	7,1	*	12	42	2,8
$\beta$	2	3	4	5	2	3	4	5	2	3	4	5

**Задача 3.** При напряженности электрического поля  $E$  в проводнике идет постоянный ток (сила тока  $I$ ). Площадь поперечного сечения проводника  $S$ , удельное сопротивление материала проводника  $\rho$ . Определите значение величины, обозначенной  $*$ . Как изменится сила тока в проводнике, если уменьшить диаметр проводника в  $\gamma$  раз (при неизменном значении напряженности электрического поля в проводнике)? Удельное сопротивление материала проводника при этом считайте неизменным.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$E$ , мВ/м	17,8	70	20	*	150	140	12	*	1470	630	800	*
$I$ , А	0,5	2,0	*	0,8	1,0	0,5	*	0,5	2,0	1,5	*	1,2
$S$ , мм <sup>2</sup>	2,0	*	1,5	1,0	0,8	*	1,0	0,8	1,5	*	0,8	1,5
$\rho$ , 10 <sup>-8</sup> Ом · м	*	2,8	1,7	110	*	42	2,8	7,1	*	42	110	1,7
$\gamma$	1,5	2	2,5	1,5	2	2,5	1,5	2	2,5	1,5	2	2,5

## 49. Шунты и добавочные сопротивления к электроизмерительным приборам

Для решения этих задач необходимо:

✓ знать назначение шунтов к амперметрам и добавочных сопротивлений к вольтметрам;

✓ уметь применять закон Ома для расчета шунта к амперметру и добавочного сопротивления к вольтметру;

✓ знать соотношения между токами и напряжениями на отдельных участках цепи при их параллельном или последовательном соединении.

**Задача 1.** Амперметр с измерительной шкалой до значения силы тока  $I_a$  имеет сопротивление  $R_a$ . Если параллельно амперметру подключить шунт сопротивлением  $R_{ш}$ , то в этом случае прибором можно измерять большую силу тока в цепи — до значения  $I$ . Определите значение величины, обозначенной \*.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$I_a$ , А	3	5	2	*	2	3	5	*	5	2	3	*
$R_a$ , Ом	0,20	0,15	*	0,20	0,30	0,10	*	0,10	0,15	0,20	*	0,15
$R_{ш}$ , Ом	0,30	*	0,20	0,022	0,20	*	0,20	0,033	0,15	*	0,043	0,225
$I$ , А	*	10	5	20	*	5	10	20	*	20	10	5

**Задача 2.** Вольтметр с измерительной шкалой до значения напряжения  $U_v$  имеет сопротивление  $R_v$ . Если последовательно с вольтметром включить добавочное сопротивление  $R_d$ , то в этом случае прибором можно измерять большее напряжение в цепи — до значения  $U$ . Определите значение величины, обозначенной \*.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$U_v$ , В	6	10	*	10	15	6	*	15	30	15	*	30
$R_v$ , кОм	0,8	*	1,0	1,5	0,9	*	1,5	1,0	2,0	*	0,8	0,7
$R_d$ , кОм	*	1,4	2,0	6,0	*	6,0	3,0	1,0	*	1,4	4,8	2,1
$U$ , В	15	30	90	*	60	30	45	*	150	120	42	*

## 50. Работа и мощность тока

Для решения этих задач необходимо:

✓ знать формулировку и математическое выражение закона Джоуля — Ленца;

✓ уметь применять закон Ома для расчета силы тока, напряжения или сопротивления проводника;

✓ знать определение мощности;

✓ знать формулу для расчета электрической мощности, выделяющейся на участке цепи;

✓ уметь рассчитывать количество теплоты, необходимое для нагревания известного вещества данной массы на определенное число градусов.

**Задача 1.** Если проводник сопротивлением  $R$  включить в электрическую цепь так, что напряжение на нем будет равно  $U$ , а сила тока в проводнике —  $I$ , то за время  $t$  в этом проводнике выделится количество теплоты  $Q$ . Определите значения величин, обозначенных \*. Во сколько раз изменится количество теплоты, выделяющейся в проводнике, если сопротивление проводника увеличить в  $\alpha$  раз (при неизменном напряжении на проводнике)?

Параметр	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$R$ , Ом	6	4	*	8	*	20	*	*	2	*	15	10
$U$ , В	12	*	6,0	*	20	*	30	10	8	*	60	*
$I$ , А	*	3,0	2,0	*	*	1,5	2,0	0,5	*	5,0	*	4,0
$t$ , мин	2,0	*	1,5	1,0	3,0	5,0	*	1,5	*	2,0	*	3,0
$Q$ , кДж	*	21,6	*	0,48	7,2	*	3,6	*	9,6	6,0	43,2	*
$\alpha$	1,5	2	2,5	3	1,5	2	2,5	3	1,5	2	2,5	3

**Задача 2.** Если на концах проводника сопротивлением  $R$  поддерживать потенциалы  $\varphi_1$  и  $\varphi_2$  для того, чтобы по проводнику проходил постоянный ток (сила тока  $I$ ), то мощность, выделяющаяся в проводнике, составит  $P$ . Определите значения величин, обозначенных \*. Во сколько раз изменится мощность, выделяющаяся в проводнике, при увеличении разности потенциалов на проводнике в  $\beta$  раз? (Считайте, что сопротивление проводника при этом не изменяется.)

Параметр	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$R$ , Ом	6	10	3	5	*	*	20	*	*	2	15	12
$\varphi_1$ , В	10	*	12	*	8	15	80	*	100	20	*	36
$\varphi_2$ , В	*	6	3	10	*	5	*	2	80	*	20	12
$I$ , А	*	2	*	*	3	*	3	4	0,5	*	5	*
$P$ , Вт	6	*	*	40	18	50	*	80	*	72	*	*
$\beta$	2	3	4	5	2	3	4	5	2	3	4	5

Задача 3. В электрическом чайнике мощностью  $P$  вода массой  $m$  за время  $t$  нагревается на  $\Delta t$  градусов. (Вода не кипит.) Коэффициент полезного действия, определяемый как отношение количества теплоты, затраченной на нагрев воды за некоторое время, к работе тока за это же время, составляет  $\eta$ . Определите значение величины, обозначенной  $*$ .

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$P$ , кВт	*	0,65	1,2	1,3	1,0	*	1,2	0,9	1,1	1,6	1,0	1,5
$m$ , кг	0,5	*	0,9	1,5	1,3	0,8	*	0,7	1,6	1,2	0,7	*
$t$ , мин	2,0	5,0	*	4,0	1,3	1,5	1,0	*	1,5	5,0	*	1,2
$\Delta t$ , °C	20	50	30	*	10	30	10	40	20	*	20	30
$\eta$ , %	60	65	80	75	*	80	65	60	*	60	75	80

### 51. ЭДС. Закон Ома для замкнутой цепи

Для решения этих задач необходимо:

✓ знать определение ЭДС (электродвижущей силы);

✓ знать формулировку и математическое выражение закона Ома для замкнутой цепи;

✓ уметь применять закон Ома для замкнутой цепи совместно с законом Ома для участка цепи и формулой для расчета электрической мощности.

Задача 1. При питании лампочки от гальванического элемента с ЭДС  $\mathcal{E}$  сила тока в цепи равна  $I$ . При этом за время  $t$  сторонними силами в гальваническом элементе совершается работа  $A_{\text{стор}}$ . Определите значение величины, обозначенной  $*$ .

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$\mathcal{E}$ , В	9,0	*	4,5	9,0	4,5	*	12	4,5	12	*	9,0	12
$I$ , А	*	3,0	1,5	2,0	*	1,5	3,0	1,5	*	2,0	3,0	2,0
$t$ , мин	0,5	2,0	*	2,0	1,0	0,5	*	1,5	2,0	1,5	*	0,5
$A_{\text{стор}}$ , кДж	0,54	4,3	0,4	*	0,81	0,4	4,3	*	2,2	0,81	8,1	*

Задача 2. К источнику с ЭДС  $\mathcal{E}$  и внутренним сопротивлением  $r$  подключен реостат сопротивлением  $R$ . При этом амперметр, включенный в цепь (рис. С23), показывает значение силы тока  $I$ , а вольтметр — напряжение  $U$ . Определите значения величин, обозначенных  $*$ .

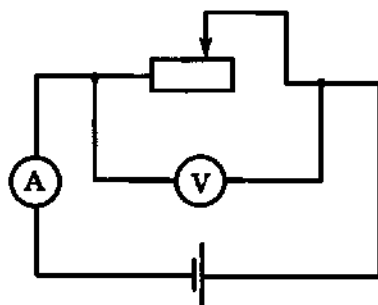


Рис. С23

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$\mathcal{E}$ , В	*	6,0	12	*	*	12	*	6,3	4,5	*	*	42
$r$ , Ом	2,0	*	0,5	0,2	1,0	*	1,0	*	0,5	0,4	2,0	*
$R$ , Ом	10	*	5,5	6,0	*	5,0	14	*	8,5	20	*	20
$I$ , А	2,0	1,0	*	*	0,5	*	3,0	0,5	*	*	1,5	*
$U$ , В	*	5	*	3	4	10	*	6	*	10	30	40

**Задача 3.** При подключении к батарее гальванических элементов резистора сопротивлением  $R$  во внешней цепи выделяется мощность  $P$ . ЭДС батареи равна  $\mathcal{E}$ , внутреннее сопротивление  $r$ . Определите значение величины, обозначенной \*.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$R$ , Ом	*	4,0	5,5	10	*	16	11	8	*	20	9	6,0
$P$ , Вт	2,0	*	32	40	0,9	*	11	32	0,8	*	81	7,6
$\mathcal{E}$ , В	12	4,5	*	24	9	36	*	18	4	42	*	9
$r$ , Ом	0	0,5	2,0	*	0	2,0	1,0	*	0	1,0	3,0	*

## 52. Ток в электролитах

Для решения этих задач необходимо:

✓ знать закон электролиза Фарадея;  
 ✓ уметь рассчитывать массу вещества по его плотности и объему;

✓ знать, как вычисляется работа, совершаемая электрическим полем при прохождении тока в цепи.

**Задача 1.** При получении электролитическим способом металла массой  $m$  затраты электроэнергии составляют  $W$  при напряжении  $U$  на электролитической ванне. Определите значение величины, обозначенной \*, или вид металла.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Металл	*	Cu	Sn	Cr	*	Al	Cr	Cu	*	Sn	Cu	Al
$U$ , В	5,0	*	4,0	3,0	0,5	*	0,8	3,0	2,0	*	0,4	6,0
$m$ , кг	1,5	2,0	*	3,0	2,0	2,5	*	1,5	2,5	3,0	*	2,0
$W$ , кВт·ч	22,4	3,4	4,5	*	0,84	37,3	3,7	*	14,9	5,4	0,51	*

**Задача 2.** В процессе электролиза за время  $t$  при силе тока  $I$  за счет осаждения металла масса катода увеличилась от  $m_1$  до  $m_2$ . Электрохимический эквивалент металла равен  $k$ . Определите значение величины, обозначенной \*.

Вариант	$I, A$	$m_1, г$	$t, мин$	$m_2, г$	$k, мг/Кл$	Вариант	$I, A$	$m_1, г$	$t, мин$	$m_2, г$	$k, мг/Кл$
1	0,8	*	15	15,54	0,33	7	0,3	15,35	*	15,69	0,62
2	0,6	20,10	*	20,42	0,30	8	0,7	16,30	15	*	0,33
3	0,4	18,60	20	*	1,12	9	0,9	14,40	20	15,07	*
4	0,2	12,25	10	12,29	*	10	*	18,90	30	20,31	1,12
5	*	22,60	15	22,63	0,18	11	0,3	*	10	17,03	0,18
6	0,5	*	20	16,20	0,34	12	0,2	12,30	*	12,38	0,34

**Задача 3.** Для создания на поверхности детали защитного металлического покрытия используется процесс электролиза. При силе тока  $I$  за время  $t$  на деталь с площадью поверхности  $S$  осаждается слой металла толщиной  $d$ . Металл указан в таблице вариантов. Определите значение величины, обозначенной \*.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Металл	Sn	Cu	Ag	Ni	Cr	Zn	Sn	Cu	Ag	Ni	Cr	Zn
$I, A$	*	4,0	5,0	2,0	*	2,0	3,0	3,0	*	3,0	2,0	4,0
$t, мин$	20	*	15	10	30	*	20	20	15	*	30	15
$S, см^2$	15	20	*	10	20	10	*	15	30	15	*	20
$d, мкм$	200	70	190	*	90	110	100	*	60	120	30	*

### 53. Ток в газах. Прохождение тока через вакуум

Для решения этих задач необходимо:

✓ знать, какова связь между напряженностью и разностью потенциалов в случае однородного электрического поля;

✓ уметь рассчитывать работу, совершаемую электрическим полем по перемещению заряженной частицы;

✓ уметь рассчитывать кинетическую энергию и скорость заряженной частицы, прошедшей ускоряющую разность потенциалов;

✓ уметь рассчитывать перемещение частицы в случае ее равномерного или равноускоренного движения.

**Задача 1.** Пластины плоского конденсатора, подключенного к источнику тока с напряжением  $U$ , помещены в газовую среду. При сближении пластин до расстояния  $l$  и увеличении напряженности электрического поля конденсатора до значения  $E$  наступает пробой газа вследствие ударной ионизации. Определите значение величины, обозначенной \*. Диэлектрическую проницаемость газа примите равной единице.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$U$ , кВ	*	27	19,6	*	36	42	*	39,2	15	*	55,2	34,8
$l$ , см	1,5	*	0,7	0,5	*	1,5	2,0	*	0,5	0,8	*	1,2
$E$ , МН/Кл	2,9	3,0	*	2,7	3,0	*	2,6	2,8	*	2,8	2,9	*

**Задача 2.** При самостоятельном газовом разряде минимальная напряженность поля, при которой осуществляется ударная ионизация газа, составляет  $E$ , средняя длина свободного пробега электронов при этом  $d$ . Энергия ионизации молекул газа равна  $W_i$ . Определите значение величины, обозначенной \*.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$E$ , МВ/м	5,4	*	2,0	3,1	*	3,6	2,1	*	2,8	3,9	*	2,7
$d$ , мкм	*	7,0	8,0	*	4,0	6,0	*	8,0	5,0	*	2,0	9,0
$W_i$ , $10^{-18}$ Дж	3,44	2,53	*	2,46	3,92	*	2,00	2,30	*	2,51	3,44	*

**Задача 3.** В электронно-лучевой трубке поток электронов (с начальной скоростью, близкой к нулю) ускоряется, проходя анодное напряжение  $U$ . Далее электроны попадают в пространство между вертикально отклоняющими пластинами, напряженность электрического поля между которыми равна  $E$ . При выходе из пространства между пластинами вертикальное смещение электронного луча составляет  $y$ , а скорость электронов —  $v$ . Определите значение величины, обозначенной \*.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$U$ , кВ	4	5	*	4	3	4	*	3	5	3	*	5
$E$ , кВ/м	60	70	50	*	70	60	80	*	80	50	70	*
$y$ , мм	*	9	12	14	*	12	8	9	*	8	10	12
$v$ , Мм/с	39,6	*	40,1	37,3	35,6	*	44,4	35,2	45,1	*	36	44

## 54. Ток в полупроводниках

Для решения этих задач необходимо:

✓ знать, что сопротивление терморезистора и фоторезистора зависит соответственно от их температуры и освещенности;

✓ уметь применять закон Ома для участка цепи;

✓ знать устройство транзистора.

**Задача 1.** При комнатной температуре сила тока в электрической цепи, состоящей из соединенных последовательно термистора и резистора сопротивлением  $R$ , равна  $I_1$ . Если термистор опустить в горячую воду, то его сопротивление уменьшится в  $\alpha$  раз и сила тока в цепи составит  $I_2$ . Напряжение на концах цепи неизменно и равно  $U$ . Определите значение величины, обозначенной \*.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$R$ , кОм	*	1,5	0,73	0,6	0,5	*	0,68	1,2	1,1	2,0	*	2,5
$I_1$ , мА	6,0	*	5,0	3,0	4,0	6,0	*	6,0	4,0	3,0	5,0	*
$I_2$ , мА	12	8,0	*	9,0	8,0	12	15	*	6,0	6,0	10	6,0
$\alpha$	3,0	3,5	2,5	*	2,5	3,0	4,5	3,0	*	3,0	2,5	3,0
$U$ , В	18	20	22	16	*	14	24	28	10	*	18	30

**Задача 2.** На рисунке С24 приведена вольт-амперная характеристика полупроводникового диода, т. е. зависимость силы тока через диод от напряжения на нем. Вычислите сопротивление диода при прямом и обратном включении, когда напряжение на диоде равно  $U_{пр}$  и  $U_{обр}$  соответственно.

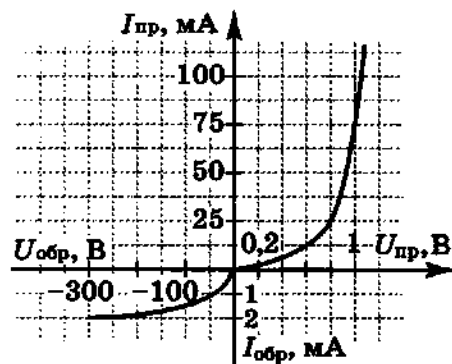


Рис. С24

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$U_{пр}$ , В	0,4	0,6	0,8	1,0	0,4	0,6	0,8	1,0	0,4	0,6	0,8	1,0
$U_{обр}$ , В	-50	-100	-200	-300	-100	-200	-300	-50	-200	-300	-50	-100

**Задача 3.** При включении транзистора в электрическую цепь по одной из возможных схем — с общей базой (ОБ), с общим эмиттером (ОЭ), с общим коллектором (ОК) — сила тока через базу, эмиттер, коллектор равна соответственно  $I_6$ ,  $I_э$ ,  $I_к$ . Начертите схему включения транзистора в электрическую цепь, укажите на схеме токи и определите значение величины, обозначенной \*.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Схема	ОБ	ОЭ	ОК	ОБ	ОЭ	ОК	ОБ	ОЭ	ОК	ОБ	ОЭ	ОК
$I_6$ , мА	*	*	*	0,4	0,1	0,3	0,2	0,4	0,1	*	0,2	0,4
$I_э$ , мА	8,2	10,1	3,0	*	*	*	5,3	15	12	4,4	*	18
$I_к$ , мА	7,9	9,6	2,8	6,3	5,2	7,0	*	*	*	4,2	12	*

## 55. Сила Лоренца. Сила Ампера

Для решения этих задач необходимо:

✓ знать формулу для расчета силы, действующей на проводник с током в магнитном поле (силы Ампера);

✓ знать условия равновесия тела;

✓ уметь находить проекции вектора силы на выбранные оси координат;

✓ знать формулу для расчета силы, действующей на движущуюся заряженную частицу в магнитном поле (силы Лоренца);

✓ уметь записывать второй закон Ньютона, в том числе и для случая движения тела по окружности с постоянной скоростью;

✓ знать, чему равна атомная единица массы (а. е. м.);

✓ знать формулу закона Ома для участка цепи.

**Задача 1.** Сила тока в горизонтально расположенном проводнике длиной  $L$  и массой  $m$  равна  $I$ . Если поместить проводник в магнитное поле, то при некотором направлении вектора магнитной индукции, в случае когда индукция магнитного поля составит  $B$ , сила тяжести будет уравновешена силой Ампера. Определите значение величины, обозначенной \*. Сделайте чертеж к задаче, укажите на чертеже направление тока и направление вектора магнитной индукции, соответствующие условию задачи.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$L$ , см	12	10	*	6,0	10	8,0	*	9,0	8,0	12	*	10
$m$ , г	1,9	*	0,6	1,0	0,7	*	1,6	0,75	1,3	*	0,85	1,4
$I$ , А	*	20	40	15	*	15	25	30	*	30	15	40
$B$ , мТл	7,4	7,8	1,8	*	4,6	5,0	6,3	*	5,3	2,3	4,8	*

Задача 2. Частица массой  $m$ , имеющая заряд  $q$ , влетает в магнитное поле с индукцией  $B$  так, что вектор скорости  $\vec{v}$  частицы перпендикулярен линиям магнитной индукции. В магнитном поле траекторией частицы является окружность диаметром  $d$ . Определите значение величины, обозначенной  $*$ . Как изменится диаметр окружности при увеличении скорости частицы в  $\alpha$  раз?

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$m$ , а. е. м.	4,0	7,0	10,0	*	12,0	14,0	16,0	2,0	*	12,0	11,0	6,0
$q$ , $10^{-19}$ Кл	1,6	1,6	3,2	1,6	*	3,2	3,2	1,6	1,6	*	3,2	1,6
$B$ , мТл	*	400	150	100	300	*	250	120	400	150	*	200
$v$ , Мм/с	0,70	*	0,44	0,81	0,40	0,37	*	0,99	0,34	0,40	0,42	*
$d$ , см	58,2	16,0	*	50,5	16,6	10,8	23,3	*	30,0	33,3	16,0	35,6
$\alpha$	1,5	2	2,5	3	1,5	2	2,5	3	1,5	2	2,5	3

Задача 3. По двум параллельным горизонтально расположенным рельсам с малым сопротивлением может без трения скользить проводник длиной  $L$ , массой  $m$  и сопротивлением  $R$ . Система находится в однородном вертикально направленном магнитном поле с индукцией  $B$  (рис. С25). Если к концам рельсов приложить напряжение  $U$ , то проводник придет в движение с ускорением  $a$  в начальный момент. Определите значение величины, обозначенной  $*$ . Как изменится начальное ускорение движения проводника при увеличении напряжения в  $\beta$  раз? Почему в процессе дальнейшего движения проводника его ускорение будет изменяться?

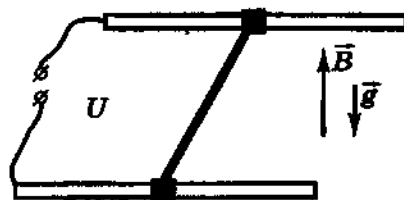


Рис. С25

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$L$ , см	*	10	6,0	8,0	4,0	10	*	12	6,0	4,0	8,0	5,0
$m$ , г	3,5	*	1,7	2,5	1,5	3,0	2,8	*	1,8	1,6	2,3	1,4
$R$ , мОм	0,65	0,55	*	0,45	0,25	0,55	0,50	0,60	*	0,20	0,50	27
$B$ , мТл	2,0	1,5	1,0	*	1,5	1,0	2,0	0,5	2,0	*	1,5	1,0
$U$ , мВ	15	12	8,0	10	*	12	14	15	6,0	5,0	*	8,0
$a$ , м/с <sup>2</sup>	1,6	1,9	0,90	1,4	1,0	*	2,0	0,45	1,3	1,8	1,0	*
$\beta$	3	2,5	2	1,5	3	2,5	2	1,5	3	2,5	2	1,5

## 56. Магнитный поток. Электромагнитная индукция

Для решения этих задач необходимо знать:

- ✓ определение и формулу для расчета магнитного потока;
- ✓ формулировку и математическую формулу закона электромагнитной индукции;
- ✓ формулу закона Ома для замкнутой цепи.

Задача 1. Плоская катушка диаметром  $d$ , содержащая  $N$  витков, находится в однородном магнитном поле, направление вектора магнитной индукции которого составляет угол  $\varphi$  с плоскостью катушки. При увеличении модуля вектора магнитной индукции на  $\Delta B$  магнитный поток, пронизывающий катушку, возрастает от  $\Phi_1$  до  $\Phi_2$ . Определите значение величины, обозначенной \*.

Параметр	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$d$ , см	15	20	*	10	15	10	20	15	*	20	10	20
$N$	200	*	300	150	400	150	300	*	200	400	200	200
$\varphi$ , °	*	60	45	30	45	60	*	30	60	45	30	45
$\Delta B$ , мТл	2,0	3,0	4,0	6,0	5,0	*	4,0	2,0	3,0	5,0	4,0	*
$\Phi_1$ , мВб	4,0	0,2	5,0	9,0	*	2,2	0,4	12,8	2,7	3,0	*	0,7
$\Phi_2$ , мВб	10	12	20	*	25	4,0	33	22	8,0	*	9,0	20

Задача 2. Магнитный поток, пронизывающий контур, равномерно возрастает (убывает) от  $\Phi_1$  до  $\Phi_2$  за время  $\Delta t$ . При этом в контуре возбуждается ЭДС индукции  $\mathcal{E}$ . Определите значение величины, обозначенной \*. Как изменится ЭДС индукции при увеличении скорости нарастания (убывания) магнитного потока, пронизывающего контур, в  $\alpha$  раз?

Параметр	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$\Phi_1$ , мВб	*	8	4	2	*	6	2	8	*	10	8	6
$\Phi_2$ , мВб	15	*	6	12	20	*	0	4	30	*	10	9
$\Delta t$ , мс	2,5	4,0	*	5,0	4,0	8,0	*	10	5,0	2,0	*	0,5
$\mathcal{E}$ , В	2,0	0,5	4,0	*	2,5	0,25	5,0	*	4,0	2,0	10	*
$\alpha$	4	3	2	4	3	2	4	3	2	4	3	2

Задача 3. Замкнутый контур сопротивлением  $R$  пронизывает магнитный поток, изменяющийся с течением времени по закону  $\Phi(t) = kt$ . При этом сила тока в контуре равна  $I$ . Определите значение величины, обозначенной \*.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$R$ , кОм	4	2	*	8	6	*	2	10	*	4	8	*
$k$ , Вб/с	6	*	12	10	*	4	8	*	6	4	*	15
$I$ , мА	*	3,0	2,0	*	4,0	2,0	*	0,5	4,0	*	1,5	6,0

### 57. Индуктивность. ЭДС самоиндукции. Энергия магнитного поля

Для решения этих задач необходимо знать:

✓ определение индуктивности и формулу для ее расчета;

✓ формулу для расчета ЭДС самоиндукции;

✓ формулу для расчета энергии магнитного поля соленоида (катушки с током).

**Задача 1.** Длинная катушка диаметром  $d$  содержит  $N$  витков и обладает индуктивностью  $L$ . При силе тока  $I$  индукция магнитного поля внутри катушки равна  $B$ . Определите значение величины, обозначенной \*.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$d$ , см	10	8,0	*	4,0	10	6,0	8,0	*	6,0	8,0	4,0	6,0
$N$	500	400	800	*	600	900	700	800	*	600	900	500
$L$ , мГн	2,0	1,5	2,5	0,5	*	2,0	1,5	0,5	1,0	*	1,5	2,0
$I$ , А	*	3,0	2,0	1,5	5,0	*	2,0	4,0	3,0	2,0	*	3,0
$B$ , мТл	1,0	*	5,0	1,5	2,5	2,3	*	0,9	1,5	1,0	1,3	*

**Задача 2.** При равномерном уменьшении силы тока на  $\Delta I$  за время  $\Delta t$  в проводящем контуре с индуктивностью  $L$  возбуждается ЭДС самоиндукции  $\mathcal{E}_i$ . Определите значение величины, обозначенной \*. Во сколько раз изменится ЭДС самоиндукции, если индуктивность контура увеличить в  $\alpha$  раз, а скорость изменения силы тока оставить прежней?

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$\Delta I$ , А	*	2,0	4,0	6,0	*	5,0	3,0	8,0	*	1,5	4,0	6,0
$\Delta t$ , мс	50	*	80	20	10	*	60	40	50	*	80	100
$L$ , мГн	200	300	*	50	150	200	*	300	100	150	*	200
$\mathcal{E}_i$ , В	8,0	15	5,0	*	30	50	7,5	*	20	7,5	15	*
$\alpha$	8	6	4	2	8	6	4	2	8	6	4	2

**Задача 3.** При силе тока  $I$  энергия магнитного поля катушки равна  $W$ , магнитный поток равен  $\Phi$ . Определите значение величины, обозначенной  $*$ . Чему равна индуктивность катушки? Как изменится энергия магнитного поля, магнитный поток и индуктивность катушки при увеличении силы тока в катушке в  $\beta$  раз?

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$I$ , А	4,0	2,0	*	3,0	8,0	*	8,0	6,0	*	8,0	6,0	*
$W$ , Дж	6,4	*	0,45	2,7	*	9,0	16	*	12	9,6	*	3,2
$\Phi$ , Вб	*	0,6	0,6	*	1,6	3,0	*	1,2	6,0	*	4,8	1,6
$\beta$	1,5	2	2,5	3	1,5	2	2,5	3	1,5	2	2,5	3

## 58. Механические колебания

*Для решения этих задач необходимо:*

✓ *знать определения и формулы для расчета основных величин, характеризующих гармонические колебания: амплитуды, периода, частоты, круговой частоты, фазы колебаний;*

✓ *знать зависимость координаты от времени при гармонических колебаниях и уметь находить по ней значения амплитуды, периода, частоты, круговой частоты, фазы;*

✓ *уметь рассчитывать скорость и ускорение колеблющегося тела, применяя математическую операцию дифференцирования;*

✓ *знать формулу для расчета кинетической энергии тела и формулу второго закона Ньютона;*

✓ *уметь определять амплитуду, период, частоту, круговую частоту колебаний по графику зависимости координаты (скорости) от времени;*

✓ *знать формулу для расчета периода колебаний математического маятника.*

**Задача 1.** При выполнении лабораторной работы по определению ускорения свободного падения с использованием математического маятника ученик установил, что маятник длиной  $l$  за время  $t$  совершает  $N$  колебаний. Определите значение величины, обозначенной  $*$ . Как изменится число колебаний, совершаемых за данное время, если длину маятника увеличить в  $\alpha$  раз?

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$l$ , м	1,5	1,3	*	1,2	1,0	*	1,6	1,4	*	0,90	1,1	*
$t$ , мин	4,1	*	6,5	5,2	*	3,0	6,3	*	6,0	3,8	*	3,0
$N$	*	120	180	*	80	100	*	200	150	*	100	80
$\alpha$	1,5	2	2,5	3	1,5	2	2,5	3	1,5	2	2,5	3

Задача 2. На рисунке С26, а—е изображены графики зависимости от времени координаты тела, совершающего гармонические колебания. Используя график, определите амплитуду, период, частоту, круговую частоту колебаний. Запишите аналитическую зависимость координаты тела от времени, вычислите скорость тела в начальный момент времени. Номер варианта соответствует номеру графика.

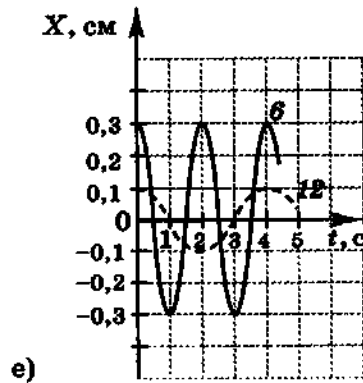
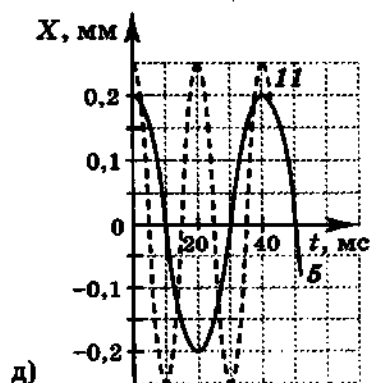
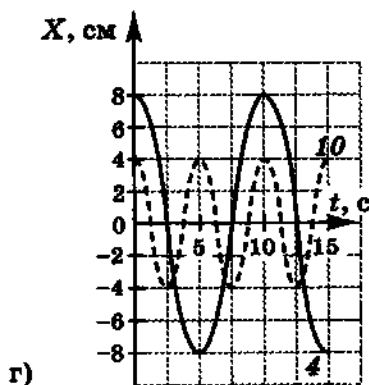
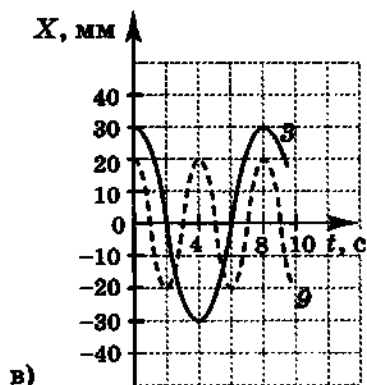
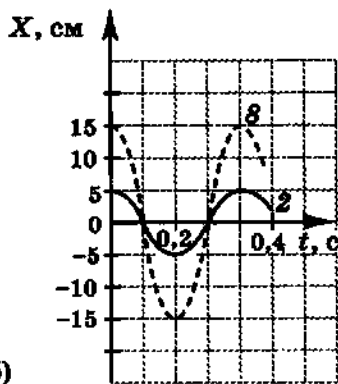
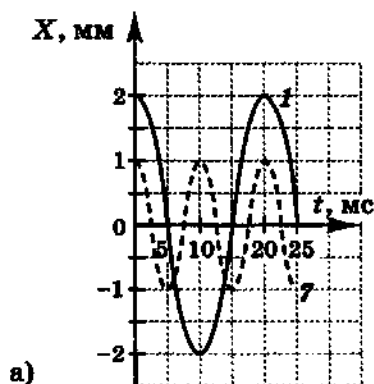


Рис. С26

**Задача 3.** Тело массой  $m$  совершает гармонические колебания так, что координата тела изменяется с течением времени по закону  $x = x(t)$ . Определите амплитуду, круговую частоту, частоту, период колебаний, а также фазу, скорость, ускорение, кинетическую энергию и силу, действующую на тело, в момент времени  $t$ .

№ задачи	$x = x(t), \text{ м}$	$m, \text{ кг}$	$t, \text{ с}$
1	$x(t) = 0,05\cos(10\pi t + \pi/3)$	0,02	2,0
2	$x(t) = 0,3\sin(20\pi t + \pi/6)$	0,5	0,2
3	$x(t) = 0,08\cos(0,02\pi t + \pi/5)$	12	10
4	$x(t) = 0,64\sin(8\pi t + \pi/3)$	0,8	1,5
5	$x(t) = 0,07\cos(0,1\pi t + \pi/10)$	0,02	1,0
6	$x(t) = 1,5\sin(4\pi t + \pi/6)$	220	4,0
7	$x(t) = 0,5\cos(5\pi t + \pi/5)$	0,5	0,20
8	$x(t) = 0,04\sin(400\pi t + \pi/8)$	0,02	0,01
9	$x(t) = 1,2\cos(6\pi t + \pi/6)$	0,3	3,0
10	$x(t) = 0,77\sin(7\pi t + \pi/7)$	0,7	7,0
11	$x(t) = 0,45\cos(2\pi t + \pi/3)$	14	0,2
12	$x(t) = 2,5\sin(\pi t + \pi/8)$	150	0,5

## 59. Колебательный контур

Для решения этих задач необходимо:

- ✓ знать формулу Томсона;
- ✓ знать зависимость заряда и силы тока от времени при гармонических колебаниях; уметь по ней находить значения фазы, амплитуды, периода, частоты, круговой частоты колебаний;
- ✓ 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.

**Задача 1.** 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  $I_m$ . Определите значение величины, обозначенной \*.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$C, \text{ мкФ}$	50	60	62	*	60	40	50	*	40	20	40	*
$U, \text{ В}$	20	30	*	45	25	40	*	20	50	80	*	35
$L, \text{ мГн}$	20	*	40	25	30	*	20	30	35	*	20	30
$I_m, \text{ А}$	*	0,5	0,8	1,2	*	2,0	1,0	0,7	*	1,5	1,0	1,3

**Задача 2.** Колебания заряда в колебательном контуре происходят по закону  $q = q(t)$ . Определите круговую частоту, частоту, период колебаний. Определите максимальное значение силы тока в контуре, максимальное значение магнитного потока, пронизывающего катушку, ЭДС самоиндукции и напряжение на конденсаторе, если индуктивность катушки равна  $L$ . Чему равна емкость конденсатора в данном колебательном контуре?

Вариант	$q = q(t), \text{ Кл}$	$L, \text{ мкГн}$
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 3.** В колебательном контуре конденсатор обладает емкостью  $C$ , катушка — индуктивностью  $L$ . После зарядки конденсатора в контуре возникают свободные электромагнитные колебания частотой  $\nu$ . Определите значение величины, обозначенной \*. Как изменится частота колебаний контура, если параллельно имеющемуся конденсатору подключить конденсатор в  $\alpha$  раз большей емкости?

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$C, \mu\Phi$	*	150	200	*	400	300	*	250	150	*	200	100
$L, \text{мкГн}$	25	*	20	10	*	15	30	*	40	25	*	30
$\nu, \text{МГц}$	4,0	4,5	*	6,0	1,5	*	2,0	3,0	*	3,0	5,0	*
$\alpha$	8	3	15	24	8	3	15	24	8	3	15	24

## 60. Переменный ток

Для решения этих задач необходимо знать:

✓ что называют действующими значениями силы тока и напряжения и как они вычисляются для случая вынужденных гармонических колебаний;

✓ формулу для расчета электрической мощности;

✓ какие физические процессы происходят на индуктивном участке цепи переменного тока, как вычисляется индуктивное сопротивление и какова связь между силой тока и напряжением в этом случае;

✓ какие физические процессы происходят на емкостном участке цепи переменного тока, как вычисляется емкостное сопротивление и какова связь между силой тока и напряжением в этом случае.

**Задача 1.** На резистор сопротивлением  $R$  подано переменное напряжение, изменяющееся с течением времени по закону  $U = U(t)$ . Определите действующие значения напряжения и силы тока, а также значение мгновенной мощности в момент времени  $t$ .

Вариант	$R, \text{кОм}$	$U = U(t), \text{В}$	$t, \text{мс}$
1	0,2	$U(t) = 380\sin 200\pi t$	2,5
2	0,4	$U(t) = 220\sin 100\pi t$	5,0
3	2,0	$U(t) = 110\sin 40\pi t$	12,5
4	0,5	$U(t) = 150\sin 50\pi t$	10
5	1,5	$U(t) = 300\sin 200\pi t$	2,5
6	0,8	$U(t) = 80\sin 100\pi t$	5,0
7	1,2	$U(t) = 360\sin 40\pi t$	12,5
8	1,6	$U(t) = 320\sin 50\pi t$	10
9	0,3	$U(t) = 210\sin 200\pi t$	2,5
10	0,6	$U(t) = 180\sin 100\pi t$	5,0
11	2,5	$U(t) = 50\sin 40\pi t$	12,5
12	0,7	$U(t) = 210\sin 50\pi t$	10

**Задача 2.** Если в цепь переменного тока с частотой  $\nu$  и напряжением  $U$  включить конденсатор емкостью  $C$ , то сила тока в цепи будет равна  $I$ . Определите значение величины, обозначенной \*. Как изменится сила тока в катушке, если емкость конденсатора увеличить в  $\alpha$  раз?

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$\nu$ , Гц	*	50	100	80	*	60	50	60	*	80	60	100
$U$ , В	2,0	*	5,0	2,0	6,0	*	7,0	6,0	4,0	*	3,0	5,0
$C$ , мкФ	50	60	*	50	40	80	*	40	60	50	*	80
$I$ , мА	30	40	200	*	75	60	130	*	80	50	70	*
$\alpha$	2	3	4	5	3	4	5	2	4	5	2	3

**Задача 3.** Если в цепь переменного тока с частотой  $\nu$  и напряжением  $U$  включить катушку с индуктивностью  $L$  и ничтожно малым активным сопротивлением, то сила тока в цепи будет равна  $I$ . Определите значение величины, обозначенной \*. Как изменится сила тока в цепи, если частоту переменного тока уменьшить в  $\beta$  раз?

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$\nu$ , кГц	2,0	1,5	0,5	*	3,0	2,5	2,0	*	4,0	0,5	3,0	*
$U$ , В	20	30	*	25	40	15	*	30	50	25	*	15
$L$ , мГн	10	*	20	15	20	*	30	20	25	*	15	10
$I$ , А	*	0,5	0,3	0,4	*	0,4	0,2	0,3	*	0,6	0,4	0,2
$\beta$	5	4	3	2	4	3	2	5	3	2	5	4

## 61. Получение, преобразование и передача электроэнергии

Для решения этих задач необходимо знать:

✓ принцип действия индукционного генератора переменного тока;

✓ формулу для расчета магнитного потока и формулу закона электромагнитной индукции;

✓ устройство и принцип действия трансформатора, соотношение между напряжением и числом витков в обмотках трансформатора;

✓ физические причины потери мощности при передаче электроэнергии на большие расстояния по линиям электропередач;

✓ как рассчитываются сопротивление проводника известных размеров и мощность, выделяющаяся при прохождении тока по проводнику.

Задача 1. Плоская рамка площадью  $S$ , содержащая  $N$  витков, вращается в однородном магнитном поле индукцией  $B$  так, что магнитный поток, пронизывающий рамку, изменяется с течением времени по закону  $\Phi = \Phi(t)$ . Запишите формулу зависимости ЭДС от времени, определите максимальное значение ЭДС и значение величины, обозначенной \*. Как изменится максимальное значение ЭДС, возникающей в рамке, если частоту ее вращения в магнитном поле увеличить в  $k$  раз?

Вариант	$S$ , см <sup>2</sup>	$N$	$B$ , мТл	$\Phi = \Phi(t)$ , Вб	$k$
1	*	50	200	$\Phi = 0,2\cos(20\pi t + \pi/3)$	5
2	250	*	150	$\Phi = 0,15\cos(40\pi t + \pi/6)$	4
3	150	80	*	$\Phi = 0,36\cos(10\pi t + \pi/4)$	3
4	*	100	400	$\Phi = 0,4\cos(30\pi t + \pi/8)$	2
5	200	*	300	$\Phi = 0,6\cos(10\pi t + \pi/6)$	5
6	100	60	*	$\Phi = 0,09\cos(30\pi t + \pi/3)$	4
7	*	60	200	$\Phi = 0,3\cos(40\pi t + \pi/8)$	3
8	100	*	250	$\Phi = 0,5\cos(20\pi t + \pi/3)$	2
9	200	100	*	$\Phi = 40\cos(10\pi t + \pi/8)$	5
10	*	90	100	$\Phi = 0,072\cos(10\pi t + \pi/4)$	4
11	150	*	200	$\Phi = 0,15\cos(30\pi t + \pi/8)$	3
12	80	200	*	$\Phi = 0,64\cos(20\pi t + \pi/6)$	2

Задача 2. Трансформатор повышает (понижает) напряжение с  $U_1$  на первичной обмотке до  $U_2$  на вторичной обмотке. Число витков в первичной обмотке  $N_1$ , во вторичной —  $N_2$ ; коэффициент трансформации  $K$ . Определите значения величин, обозначенных \*. Для какой из обмоток трансформатора должен быть использован провод большего сечения? Ответ обоснуйте.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$U_1$ , В	*	36	*	380	*	220	*	110	*	500	*	220
$U_2$ , В	100	*	110	*	55	110	36	*	6,0	*	42	12
$N_1$	500	*	300	600	*	58	60	*	400	150	*	84
$N_2$	*	100	150	*	12	*	*	15	8	*	120	*
$K$	2,5	3,0	*	3,0	0,2	*	4,0	5,0	*	0,5	3,0	*

**Задача 3.** Передача электроэнергии мощностью  $P$  от электростанции к потребителям производится по линии электропередач длиной  $l$  при напряжении  $U$ . При таком напряжении доля мощности, теряемой на нагрев алюминиевых проводов, составляет  $\gamma$  от передаваемой мощности. Площадь поперечного сечения провода равна  $S$ . Определите значение величины, обозначенной  $*$ . Как изменятся потери мощности на нагрев проводов при увеличении напряжения в  $\alpha$  раз?

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$P$ , кВт	*	400	300	*	300	200	200	400	200	*	300	200
$l$ , км	400	*	200	500	200	500	400	500	*	200	100	300
$U$ , кВ	100	110	100	170	*	110	67	*	70	45	50	80
$\gamma$	0,1	0,08	0,06	0,07	0,08	*	0,1	0,06	0,1	0,07	*	0,05
$S$ , мм <sup>2</sup>	7,0	9,5	*	9,5	12,5	7,0	*	9,5	7,0	12,5	9,5	*
$\alpha$	4	3	4	2	4	3	2	3	2	3	4	3

## 62. Механические волны

Для решения этих задач необходимо:

- ✓ знать, что такое волна, определение длины волны;
- ✓ уметь рассчитывать длину волны, если известна скорость ее распространения и период (частота) колебаний частиц среды;
- ✓ уметь рассчитывать разность фаз колебаний двух произвольных точек волны.

**Задача 1.** При колебаниях частиц среды с частотой  $\nu$  и периодом  $T$  возбуждаются волны, распространяющиеся со скоростью  $v$ . Длина волны  $\lambda$ . Определите значения величин, обозначенных  $*$ .

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$\nu$ , Гц	*	400	*	*	*	200	*	*	*	100	*	*
$T$ , с	0,05	*	0,8	*	0,2	*	0,5	*	0,4	*	0,1	*
$v$ , м/с	*	800	500	400	*	50	200	100	*	800	500	300
$\lambda$ , м	0,3	*	*	2,5	4	*	*	8	0,5	*	*	1,5

**Задача 2.** Разность фаз колебаний двух точек среды, расположенных на одной прямой и удаленных от источника возбуждения колебаний на расстояния  $l_1$  и  $l_2$  соответственно, составляет  $\Delta\varphi$ . Частота колебаний  $\nu$ , период колебаний  $T$ , скорость распространения  $v$ . Определите значения величин, обозначенных  $*$ .

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$l_1, \text{ м}$	4,75	0,30	*	*	1,70	1,70	1,50	80	100	200	*	*
$l_2, \text{ м}$	10	1,20	150	9,0	4,0	3,4	*	*	170	340	0,8	2,0
$\Delta\varphi, \text{ рад}$	*	$\frac{9\pi}{8}$	$\frac{3\pi}{4}$	$\frac{\pi}{5}$	*	$\frac{\pi}{5}$	$\frac{\pi}{4}$	$\frac{2\pi}{3}$	*	$\frac{5\pi}{4}$	$\frac{\pi}{8}$	$\frac{\pi}{3}$
$\nu, \text{ Гц}$	*	*	2	*	25	20	50	*	*	*	100	*
$T, \text{ мс}$	5	2	*	100	*	*	*	20	50	40	*	10
$v, \text{ км/с}$	1,4	*	1,4	0,8	0,34	*	1,4	5,5	5,0	*	0,34	1,1

Задача 3. На рисунке С27, а—е изображен для некоторого момента времени профиль поперечной волны, распространяющейся в среде со скоростью  $v$  вдоль направления  $OZ$ . Частота колебаний частиц среды  $\nu$ , период колебаний  $T$ . Определите значения величин, обозначенных \*.

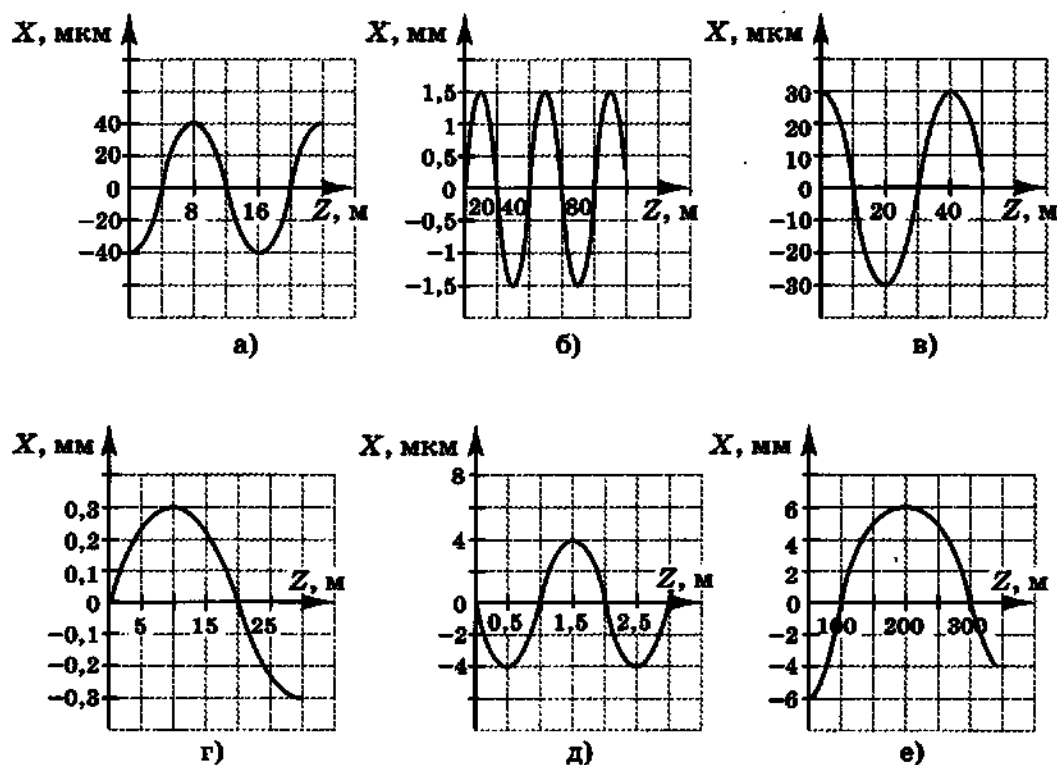


Рис. С27

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Рисунок	а	б	в	г	д	е	а	б	в	г	д	е
$v$ , м/с	*	2000	*	*	3100	*	*	1600	*	*	2300	*
$\nu$ , Гц	100	*	*	57,2	*	5,0	*	*	82,5	*	*	*
$T$ , мс	*	*	20	*	*	*	8	*	*	13	*	200

### 63. Электромагнитные волны

Для решения этих задач необходимо знать:

✓ чему равна скорость распространения электромагнитных волн;

✓ связь между длиной волны, скоростью распространения волны и частотой (периодом) колебаний электромагнитного поля;

✓ принцип действия детекторного радиоприемника;

✓ в чем заключается явление резонанса;

✓ формулу Томсона;

✓ принципы радиолокации.

Задача 1. При работе открытого колебательного контура излучаются электромагнитные волны длиной волны  $\lambda$ . Амплитуда колебаний заряда в контуре  $q_{\max}$ , амплитуда силы тока  $I_{\max}$ . Определите значение величины, обозначенной \*.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$\lambda$ , см	*	3,0	6,0	*	5,0	2,0	*	4,0	5,0	*	6,0	4,0
$q_{\max}$ , пКл	0,4	*	0,6	0,2	*	0,4	0,5	*	1,5	0,8	*	0,6
$I_{\max}$ , мА	20	15	*	10	20	*	30	20	*	40	50	*

Задача 2. Для настройки детекторного радиоприемника на определенную радиоволну, как правило, изменяют емкость конденсатора в колебательном контуре радиоприемника, поворачивая пластины конденсатора относительно друг друга. При приеме радиоволны длиной волны  $\lambda$  емкость конденсатора в контуре составляет  $C$ , индуктивность катушки  $L$ . Определите значение величины, обозначенной \*. Во сколько раз придется изменить емкость контура в случае приема в  $\alpha$  раз более коротких радиоволн?

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$\lambda$ , м	40	*	70	200	*	90	60	*	150	100	*	150
$C$ , пФ	*	200	150	*	50	250	*	300	400	*	100	300
$L$ , мкГн	15	30	*	25	20	*	20	15	*	30	25	*
$\alpha$	2	3	4	5	2	3	4	5	2	3	4	5

Задача 3. При разведывании радиолокатором цели, находящейся на расстоянии  $l$  от него, максимально возможное число импульсов, испускаемых радиолокатором в одну секунду, не превосходит  $N$ . Определите значение величины, обозначенной  $*$ . Продолжительностью самого импульса можно пренебречь.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$l$ , км	40	*	30	*	50	*	70	*	60	*	80	*
$N$	*	5000	*	3000	*	2500	*	4000	*	6000	*	2000

## 64. Явление отражения света

Для решения этих задач необходимо:

- ✓ знать, как образуется тень;
- ✓ знать закон отражения света;
- ✓ уметь показывать ход лучей, отражаемых от плоского зеркала, и строить мнимое изображение, даваемое зеркалом.

Задача 1. В солнечный день дерево высотой  $H$  создает на горизонтальной поверхности земли тень длиной  $L$ . В некоторой точке этой тени воткнули вертикально шест высотой  $h$ . Меняя расстояние  $x$  от основания дерева до основания шеста, можно добиться, чтобы точки тени от верхушки дерева и от верхушки шеста совпали. Определите при этом условии значение величины, обозначенной  $*$ .

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$H$ , м	*	9,0	14	11	*	13	10	16	*	17	9,0	10
$L$ , м	10	*	9,8	8,8	13,5	*	8,3	14,4	7,6	*	7,2	8,6
$h$ , м	2,0	1,5	*	1,3	2,3	1,8	*	1,0	1,3	2,3	*	2,0
$x$ , м	8,3	6,3	9,1	*	11,4	8,3	7,0	*	6,4	13,8	5,8	*

Задача 2. Световой луч падает под углом  $\varphi$  к поверхности полированной металлической пластины и отражается от нее. Угол между отраженным и падающим лучами равен  $\gamma$ . Определите значение величины, обозначенной  $*$ . Сделайте чертеж, показав на нем ход падающего и отраженного лучей.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$\varphi$ , °	20	*	30	*	40	*	60	*	70	*	80	*
$\gamma$ , °	*	50	*	80	*	100	*	120	*	140	*	160

**Задача 3.** На рисунке С28, а—е показано положение зеркала и предметов А и В. Постройте изображения предметов в зеркале. Определите, проведя необходимые построения, область пространства, из которой видно полное изображение предмета А.

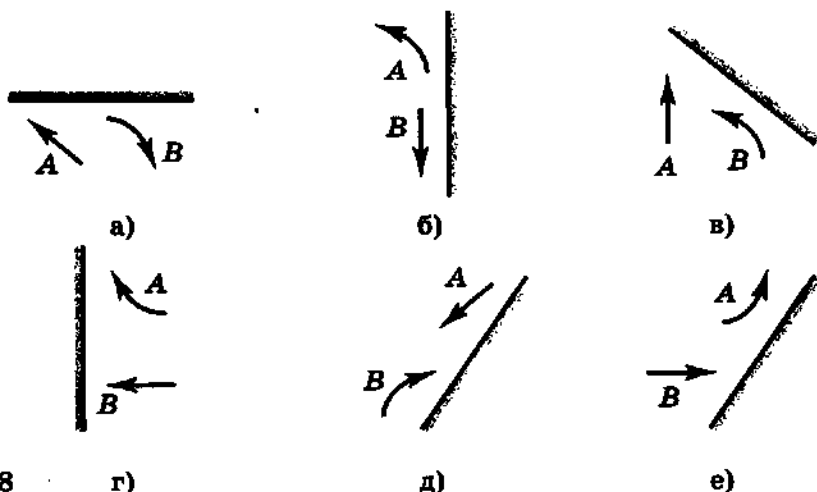


Рис. С28

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Рисунок	а	б	в	г	д	е	а	б	в	г	д	е

## 65. Явление преломления света

*Для решения этих задач необходимо:*

- ✓ *знать закон преломления света;*
- ✓ *уметь показывать ход луча при переходе света из оптически менее плотной среды в оптически более плотную и наоборот;*
- ✓ *знать, при каких условиях наблюдается и в чем заключается явление полного отражения света;*
- ✓ *уметь находить значения тригонометрических функций острого угла прямоугольного треугольника.*

**Задача 1.** Водолазу, находящемуся под водой, солнечные лучи кажутся падающими под углом  $\gamma$  к поверхности воды в тот момент, когда угловая высота солнца над горизонтом составляет  $\varphi$ . Сделайте чертёж, показав на нем ход светового луча; укажите на чертеже угол падения и угол преломления луча на границе воздух—вода. Определите значение величины, обозначенной \*.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$\gamma, ^\circ$	55	*	60	*	50	*	45	*	40	*	35	*
$\varphi, ^\circ$	*	30	*	45	*	40	*	35	*	25	*	20

**Задача 2.** Выполняя лабораторную работу по определению показателя преломления стекла  $n$ , ученик направляет световой луч на стеклянную пластинку с плоскопараллельными гранями (рис. С29). Луч падает на пластинку в точке  $A$  под углом  $\varphi$  к поверхности стекла и выходит из пластинки в точке  $B$  под углом  $\varphi'$  к поверхности стекла. Толщина пластинки  $d$ , расстояние  $AB$  от точки падения до точки выхода светового луча равно  $s$ . Докажите, что угол  $\varphi$  равен углу  $\varphi'$ . Определите значение величины, обозначенной  $*$ .

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$n$	1,60	1,55	1,40	*	1,55	1,40	1,45	*	1,40	1,45	1,60	*
$\varphi, ^\circ$	*	40	30	50	*	30	50	60	*	50	60	40
$d, \text{мм}$	30	*	50	30	20	*	40	20	40	*	40	50
$s, \text{мм}$	32	46	*	34	23	38	*	21	51	56	*	57

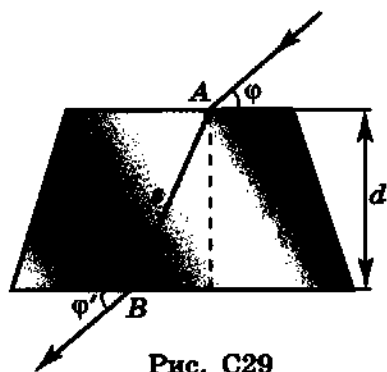


Рис. С29

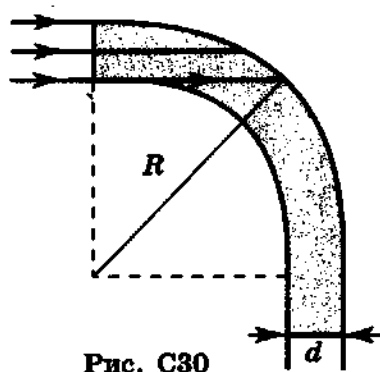


Рис. С30

**Задача 3.** 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 волоконной оптике. Из прозрачного вещества с показателем преломления  $n$  изготавливают кабель световода диаметром  $d$  и направляют на него свет перпендикулярно его поперечному сечению (рис. С30). При наибольшем изгибе световода, когда внешний радиус изгиба равен  $R$ , свет распространяется по световоду, не выходя через боковую поверхность наружу, за счет явления полного отражения. Определите значение величины, обозначенной  $*$ .

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$d, \text{мм}$	*	10	6,0	*	8,0	10	*	12	8,0	*	6,0	12
$n$	1,65	*	1,60	1,55	*	1,60	1,55	*	1,60	1,55	*	1,60
$R, \text{см}$	2,0	2,4	*	3,4	1,9	*	1,7	3,0	*	2,8	1,5	*

## 66. Линзы

Для решения этих задач необходимо:

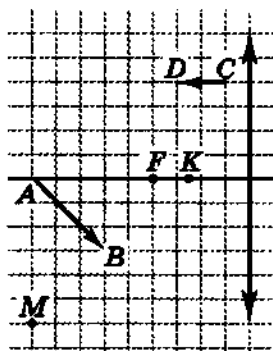
✓ уметь показывать ход луча, падающего на собирающую (рассеивающую) линзу, и строить изображение, даваемое линзой;

✓ знать определение оптической силы линзы;

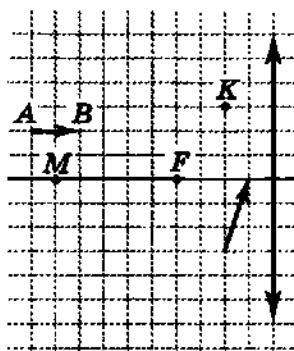
✓ знать формулу тонкой линзы, устанавливающую связь между расстояниями от линзы до предмета, от линзы до изображения и фокусным расстоянием линзы;

✓ знать соотношения между длинами сторон подобных треугольников.

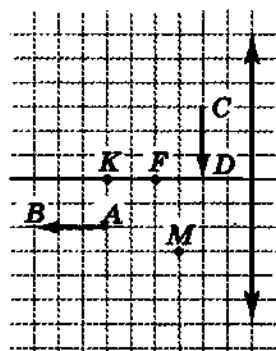
**Задача 1.** На рисунке С31, а—е показаны положения собирающей (рассеивающей) линзы, предметов  $AB$ ,  $CD$  и точек  $K$ ,  $M$ . Постройте изображения предметов и точек, даваемые линзой. Точка  $F$  — фокус линзы.



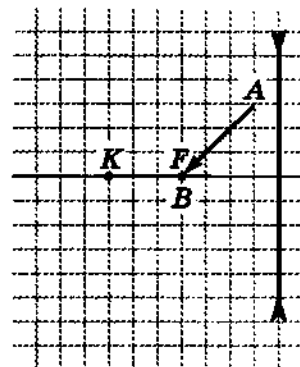
а)



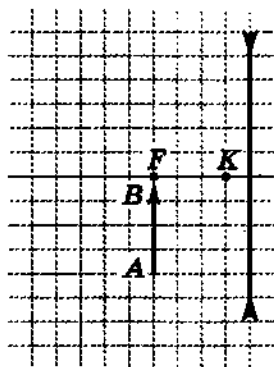
б)



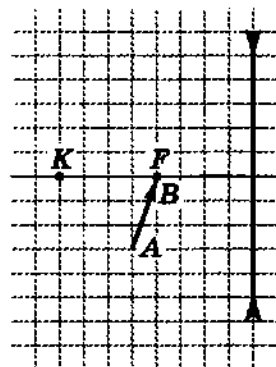
в)



г)



д)



е)

Рис. С31

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Рисунок	а, г	б, д	в, е	а, д	б, е	в, г	а, е	б, г	в, д	а, г	б, д	в, е

**Задача 2.** Выполняя лабораторную работу по определению фокусного расстояния и оптической силы собирающей линзы, ученик расположил на столе вдоль одной прямой экран, линзу и зажженную свечу. Когда расстояние от линзы до свечи составляло  $a$ , то на экране, удаленном от линзы на расстояние  $b$ , отчетливо наблюдалось перевернутое изображение свечи. Фокусное расстояние линзы  $F$ , оптическая сила  $D$ . Определите значения величин, обозначенных \*.

Величина	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$a$ , см	40	*	*	55	30	*	*	60	85	*	*	35
$b$ , см	*	14	18	*	*	8,0	17	*	*	17	11	*
$F$ , см	8	*	13	*	9	*	13	*	10	*	9	*
$D$ , дптр	*	10	*	8,3	*	14	*	12	*	10	*	14

**Задача 3.** С самолета, летящего на высоте  $h$ , с помощью фотоаппарата (оптическая сила объектива  $D$ , фокусное расстояние  $F$ ) фотографируют предметы, расположенные на поверхности земли. При этом на пленке получается изображение, в  $k$  раз меньшее их размеров. Определите значения величин, обозначенных \*. Как изменится масштаб снимков, если самолет увеличит высоту полета в  $\alpha$  раз, а съемки будут производиться тем же фотоаппаратом?

Величина	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$h$ , км	4,0	5,0	*	*	5,0	3,5	4,0	*	*	3,5	2,0	3,5
$D$ , дптр	*	*	*	10	4	*	*	*	5	10	*	*
$F$ , см	*	12,5	10	*	*	*	13	12,5	*	*	*	14
$k$ , $10^4$	2,0	*	2,5	3,5	*	2,5	*	4,0	2,0	*	3,0	*
$\alpha$	1,5	2,0	1,8	2,0	1,6	1,3	1,5	1,7	1,5	2,5	2,0	1,3

## 67. Световые волны. Явление интерференции света

Для решения этих задач необходимо знать:

✓ как значение показателя преломления зависит от скорости света в вакууме и скорости 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.

Задача 1. Показатель преломления вещества для света длиной волны  $\lambda$  равен  $n$ . Скорость распространения такой световой волны в данном веществе равна  $v$ , частота колебаний —  $\nu$ . Определите значения величин, обозначенных \*.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$\lambda$ , мкм	0,35	0,60	0,40	*	*	0,55	0,70	0,60	*	*	0,75	0,50
$n$	1,36	*	*	1,52	*	1,33	*	*	1,74	*	1,52	*
$v$ , $10^8$ м/с	*	2,22	*	*	2,26	*	1,72	*	*	1,97	*	2,14
$\nu$ , ТГц	*	*	500	440	490	*	*	350	310	250	*	*

Задача 2. Два когерентных источника света  $S_1$  и  $S_2$  (рис. С32) в вакууме излучают световые волны с частотой  $\nu$ . При этом в точке  $O$ , находящейся на расстоянии  $l_1$  от источника  $S_1$  и на расстоянии  $l_2$  от источника  $S_2$ , наблюдается интерференционный максимум  $k$ -го порядка. Определите значение величины, обозначенной \*. При расчетах примите скорость света равной  $3 \cdot 10^8$  м/с.

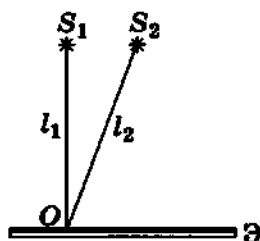


Рис. С32

Вариант	$\nu$ , ТГц	$l_1$ , см	$l_2$ , см	$k$
1	*	37,87600	37,87612	2
2	375	*	54,32155	4
3	750	43,78183	*	3
4	600	42,22075	42,22100	*
5	*	34,80816	34,80832	4
6	500	*	47,92350	3
7	375	31,12760	*	5
8	500	52,52326	52,52340	*
9	*	70,83385	70,83400	3
10	750	*	29,28900	5
11	500	32,32320	*	2
12	375	57,99968	58,00000	*

**Задача 3.** 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  $\lambda$ . Определите значение величины, обозначенной \*.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$n$	*	1,28	1,26	*	1,22	1,24	*	1,30	1,30	*	1,26	1,28
$d$ , мкм	0,11	*	0,23	0,14	*	0,10	0,13	*	0,12	0,14	*	0,11
$\lambda$ , мкм	0,55	0,60	*	0,70	0,60	*	0,65	0,55	*	0,70	0,65	*

## 68. Явление дифракции света

*Для решения этих задач необходимо:*

✓ *знать, в чем заключается явление дифракции;*

✓ *знать устройство дифракционной решетки и принцип ее действия;*

✓ *уметь применять математические соотношения для определения положения главных дифракционных максимумов освещенности;*

✓ *уметь находить значения тригонометрических функций острого угла прямоугольного треугольника.*

**Задача 1.** На дифракционную решетку с периодом  $d$  нормально падает монохроматический свет с длиной волны излучения  $\lambda$ . При этом дифракционный максимум  $k$ -го порядка наблюдается под углом  $\alpha$  к нормали дифракционной решетки. Определите значение величины, обозначенной \*. Как изменится угол  $\alpha$  наблюдения  $k$ -го дифракционного максимума, если при той же длине волны излучения применить дифракционную решетку с периодом, в  $m$  раз меньшим?

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$d$ , мкм	2	5	4	*	5	10	2	*	4	2	10	*
$\lambda$ , мкм	0,7	0,5	*	0,8	0,6	0,7	*	0,4	0,5	0,6	*	0,7
$k$	2	*	3	4	3	*	1	2	1	*	2	3
$\alpha$ , °	*	30	27	19	*	16	12	12	*	37	6,0	25
$m$	2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4

**Задача 2.** На дифракционную решетку, имеющую  $N$  штрихов на 1 мм, нормально падает белый свет. На экране, установленном на расстоянии  $L$  от решетки, наблюдается дифракционный спектр. Расстояние на экране между двумя дифракционными максимумами  $k$ -го порядка для светового излучения с частотой  $\nu$  равно  $x$ . Определите значение величины, обозначенной \*. Почему в центральной части дифракционной картины наблюдается белая полоса?

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$N, \text{ мм}^{-1}$	*	400	250	500	100	*	250	500	100	200	*	250
$L, \text{ м}$	1,5	*	2,5	1,7	3,0	2,3	*	1,9	2,9	3,1	1,5	*
$\nu, \text{ ТГц}$	500	375	*	600	750	500	375	*	750	375	500	600
$x, \text{ см}$	23,3	7,2	29,9	*	74,0	12,1	13,8	7,94	*	14,4	8,67	23,2
$k$	3	2	1	2	*	1	2	3	1	*	3	2

## 69. Элементы специальной теории относительности

Для решения этих задач необходимо знать:

- ✓ релятивистский закон преобразования значений скорости тела при переходе от одной системы отсчета к другой;
- ✓ формулу, определяющую связь между скоростью тела, его массой и импульсом для случая релятивистских скоростей;
- ✓ чему равна атомная единица массы (а. е. м.);
- ✓ закон взаимосвязи энергии и массы тела;
- ✓ формулу для расчета энергии теплового движения молекул идеального газа.

**Задача 1.** Атомное ядро вылетает из ускорителя со скоростью  $v_1$  и выбрасывает в направлении своего движения  $\beta$ -частицу. Скорость  $\beta$ -частицы относительно ядра  $v_2$ . Скорость, с которой  $\beta$ -частица удаляется от ускорителя, равна  $v_3$ . (В таблице вариантов значения скоростей заданы в долях от скорости света в вакууме.) Определите значение величины, обозначенной \*.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$v_1$	*	0,5	0,4	*	0,3	0,6	*	0,5	0,5	*	0,4	0,3
$v_2$	0,4	*	0,5	0,8	*	0,6	0,3	*	0,8	0,5	*	0,6
$v_3$	0,7	0,8	*	0,9	0,9	*	0,8	0,6	*	0,7	0,8	*

**Задача 2.** Если частица массой  $m_0$  движется со скоростью  $v$ , то импульс частицы равен  $p$ . Определите значение величины, обозначенной \*. Во сколько раз энергия движущейся частицы больше ее энергии покоя? Как изменятся импульс и энергия частицы при уменьшении ее скорости в  $\alpha$  раз?

$m_0$ , а. е. м.	$v$ , $10^8$ м/с	$p$ , $10^{-21}$ кг·м/с	$\alpha$	Вариант	$m_0$ , а. е. м.	$v$ , $10^8$ м/с	$p$ , $10^{-21}$ кг·м/с	$\alpha$
*	2,46	0,39	1,5	7	*	0,77	265	2,5
1,00728	*	80,9	2	8	3,01550	*	144	3
0,0005486	2,80	*	2,5	9	1,00728	1,40	*	1,5
*	1,60	209	3	10	*	0,47	242	2
2,01355	*	301	1,5	11	0,0005486	*	0,45	2,5
3,01550	0,90	*	2	12	2,01355	0,90	*	3

Задача 3. Во сколько раз энергия покоя атома гелия больше его энергии теплового движения? Температура  $t$  газа указана в таблице вариантов.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$t$ , $10^2$ °C	0,27	12	75	0,37	2,0	3,5	25	8,0	60	15	1,0	30

## 70. Кванты

Для решения этих задач необходимо знать:

- ✓ внесистемную единицу энергии — электронвольт (эВ);
- ✓ формулы для расчета энергии и импульса кванта электромагнитного излучения;
- ✓ связь между излученной энергией, мощностью и временем излучения;
- ✓ формулу для расчета работы, совершаемой электрическим полем при перемещении заряженной частицы.

Задача 1. Длина волны электромагнитного излучения, квант которого обладает энергией  $E$  и импульсом  $p$ , составляет  $\lambda$ . Определите значения величин, обозначенных \*. Как изменятся энергия и импульс кванта при уменьшении длины волны излучения в  $\alpha$  раз?

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$E$ , эВ	2,5	*	*	4,7	*	*	3,2	*	*	1,8	*	*
$p$ , $10^{-27}$ кг·м/с	*	*	1,60	*	*	1,25	*	*	0,85	*	*	1,40
$\lambda$ , нм	*	800	*	*	550	*	*	400	*	*	650	*
$\alpha$	5	3	4	2	5	4	3	2	5	4	3	2

**Задача 2.** Лазер является источником монохроматического излучения с длиной волны  $\lambda$ . Ежесекундно он излучает  $n$  квантов. Световая мощность лазера равна  $P$ . Определите значение величины, обозначенной \*. Как изменится количество ежесекундно излучаемых лазером квантов при увеличении его мощности в  $\beta$  раз?

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$\lambda$ , нм	*	680	420	*	550	680	*	700	820	*	900	400
$n$ , $10^{17}$	1,5	*	2,0	2,5	*	1,8	2,6	*	3,0	1,9	*	0,8
$P$ , мВт	45	40	*	70	50	*	80	65	*	60	70	*
$\beta$	1,5	2	2,5	3	1,5	2	2,5	3	1,5	2	2,5	3

**Задача 3.** При торможении электронов, предварительно ускоренных напряжением  $U$ , в рентгеновской трубке возникает излучение, минимальная длина волны которого равна  $\lambda_{\min}$ . Определите значение величины, обозначенной \*. Как изменится минимальная длина волны рентгеновского излучения, если ускоряющее напряжение увеличить в  $\gamma$  раз?

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$U$ , кВ	*	20	*	50	*	35	*	25	*	30	*	40
$\lambda_{\min}$ , пм	60	*	70	*	40	*	30	*	35	*	45	*
$\gamma$	4	3,5	3	2,5	2	1,5	4	3,5	3	2,5	2,0	1,5

## 71. Явление фотоэффекта

Для решения этих задач необходимо знать:

✓ формулу для расчета энергии кванта электромагнитного излучения;

✓ уравнение Эйнштейна для фотоэффекта;

✓ что называют красной границей фотоэффекта;

✓ формулу для расчета кинетической энергии тела;

✓ внесистемную единицу энергии — электронвольт (эВ).

**Задача 1.** При освещении вещества монохроматическим светом, кванты которого обладают энергией  $E_{\text{кв}}$ , возникает фотоэффект. При этом выбиваемые светом электроны приобретают кинетическую энергию  $E_{\text{кин}}$ . Работа выхода для данного вещества равна  $A_{\text{вых}}$ . Определите значение величины, обозначенной \*. Как изменится кинетическая энергия фотоэлектронов при увеличении энергии квантов в  $\alpha$  раз?

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$E_{\text{вых}}, \text{эВ}$	3,60	5,10	*	4,30	3,50	*	6,30	4,85	*	6,05	5,10	*
$E_{\text{мин}}, \text{эВ}$	*	0,90	0,73	*	2,14	0,40	*	2,45	0,62	*	0,30	1,25
$A_{\text{вых}}, \text{эВ}$	2,10	*	2,62	2,20	*	5,30	1,10	*	4,50	5,15	*	4,30
$\alpha$	5	4	3	2	5	4	3	2	5	4	3	2

**Задача 2.** При освещении поверхности металла монохроматическим излучением с некоторой длиной волны наблюдается фотоэффект. Увеличивая длину волны излучения до значения  $\lambda_{\text{мин}}$ , добиваются прекращения фотоэффекта. Работа выхода для данного металла равна  $A_{\text{вых}}$ . Объясните наблюдаемое явление. Определите значение величины, обозначенной \*.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$A_{\text{вых}}, \text{эВ}$	*	4,20	*	1,31	*	3,70	*	2,40	*	1,05	*	1,86
$\lambda_{\text{пик}}, \text{мкм}$	0,59	*	0,23	*	0,47	*	0,28	*	0,24	*	0,29	*

**Задача 3.** Максимальная скорость, которую могут приобрести вырванные из металла электроны при облучении его монохроматическим светом с длиной волны  $\lambda$ , составляет  $v$ . Работа выхода для данного металла равна  $A_{\text{вых}}$ . Определите значение величины, обозначенной \*. Во сколько раз увеличится скорость фотоэлектронов при уменьшении длины волны излучения в  $\beta$  раз?

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$\lambda, \text{мкм}$	*	0,15	0,25	*	0,65	0,30	*	0,15	0,12	*	0,25	0,40
$v, \text{км/с}$	1600	*	520	250	*	730	440	*	1300	630	*	560
$A_{\text{вых}}, \text{эВ}$	5,15	4,80	*	1,10	1,31	*	1,36	3,70	*	2,40	4,50	*
$\beta$	4	3	2,5	2	4	3	2,5	2	4	3	2,5	2

## 72. Модель атома водорода

Для решения этих задач необходимо знать:

✓ постулаты Бора;

✓ формулу для расчета энергии кванта электромагнитного излучения;

✓ формулу для расчета работы, совершаемой электрическим полем при перемещении заряженной частицы.

**Задача 1.** При переходе электрона в атоме водорода с  $n$ -го на  $k$ -й энергетический уровень излучаются (поглощаются) кванты электромагнитного излучения. На энергетической диаграмме атома водорода (рис. С33, масштаб не соблюден) укажите стрелками все возможные для электрона энергетические переходы между указанными уровнями и рассчитайте энергию всех излучаемых (поглощаемых) квантов, а также частоту излучения.

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

Рис. С33

Переходы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$n$	3	6	3	2	5	1	4	1	6	4	5	4
$k$	5	4	6	5	3	4	2	3	3	6	2	1

**Задача 2.** В атоме водорода электрон переходит с верхнего  $n$ -го на нижний  $k$ -й энергетический уровень. При этом атом излучает квант электромагнитного излучения с длиной волны  $\lambda$ . Определите значение величины, обозначенной  $*$ . (При решении задачи воспользуйтесь энергетической диаграммой, изображенной на рисунке С34.)

Переходы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$n$	6	3	*	6	6	*	4	5	*	3	5	*
$k$	5	*	1	3	*	2	2	*	3	2	*	1
$\lambda$ , нм	*	660	103	*	2640	488	*	1290	1880	*	4130	95,2

**Задача 3.** Минимальное ускоряющее напряжение, которое должен пройти летящий электрон, чтобы при столкновении с атомом водорода перевести электрон в атоме из стационарного состояния на  $n$ -й энергетический уровень, составляет  $U$ . Определите значение величины, обозначенной  $*$ . Начальную скорость ускоряющего электрона считайте равной нулю. (При решении задачи воспользуйтесь энергетической диаграммой, изображенной на рисунке С34.)

Переходы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$n$	2	*	5	*	6	*	5	*	3	*	4	*
$U$ , В	*	12,71	*	12,05	*	12,71	*	13,18	*	10,17	*	13,01

### 73. Состав атомного ядра. Энергия связи

Для решения этих задач необходимо знать:

- ✓ строение протонно-нейтронной модели ядра атома;
- ✓ какие характеристики ядра определяются числом протонов и числом нейтронов в ядре атома;
- ✓ формулу для расчета дефекта массы ядра атома;
- ✓ что такое энергия связи, удельная энергия связи, как они рассчитываются по дефекту массы.

Задача 1. Пусть  $Z$  — число протонов,  $N$  — число нейтронов в ядре изотопа с массовым числом  $A$ . Определите значения величин, обозначенных \*. Изотопом какого химического элемента является ядро с указанным числом протонов, нейтронов и массовым числом?

Изотоп	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$Z$	13	*	3	*	80	*	26	*	46	*	88	*
$N$	14	81	*	*	121	156	*	*	60	136	*	*
Изотоп	*	*	*	${}_{19}^{39}\text{K}$	*	*	*	${}_{56}^{137}\text{Ba}$	*	*	*	${}_{92}^{238}\text{U}$
$A$	*	138	7	*	*	260	56	*	*	222	226	*

Задача 2. Определите дефект массы ядра изотопа.

Изотоп	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Изотоп	${}_{3}^6\text{Li}$	${}_{4}^9\text{Be}$	${}_{6}^{12}\text{C}$	${}_{8}^{16}\text{O}$	${}_{13}^{27}\text{Al}$	${}_{1}^3\text{H}$	${}_{3}^7\text{Li}$	${}_{2}^4\text{He}$	${}_{7}^{14}\text{N}$	${}_{8}^{17}\text{O}$	${}_{5}^{10}\text{B}$	${}_{2}^4\text{He}$

Задача 3. Определите удельную энергию связи ядра изотопа.

Изотоп	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Изотоп	${}_{2}^3\text{He}$	${}_{5}^{10}\text{B}$	${}_{8}^{17}\text{O}$	${}_{7}^{14}\text{N}$	${}_{2}^4\text{He}$	${}_{3}^7\text{Li}$	${}_{1}^3\text{H}$	${}_{13}^{27}\text{Al}$	${}_{8}^{16}\text{O}$	${}_{6}^{12}\text{C}$	${}_{4}^9\text{Be}$	${}_{3}^6\text{Li}$

### 74. Явление радиоактивности

Для решения этих задач необходимо знать:

- ✓ что такое  $\alpha$ - и  $\beta$ -распад;
- ✓ закон радиоактивного распада, определение периода полураспада.

Задача 1. Запишите реакцию  $\alpha$  ( $\beta$ )-распада изотопа.

Вариант	Тип распада	Изотоп	Вариант	Тип распада	Изотоп	Вариант	Тип распада	Изотоп
1	$\alpha$	$^{222}_{86}\text{Rn}$	5	$\alpha$	$^{11}_5\text{B}$	9	$\alpha$	$^{226}_{88}\text{Ra}$
2	$\beta$	$^{14}_6\text{C}$	6	$\beta$	$^{24}_{11}\text{Na}$	10	$\beta$	$^{60}_{27}\text{Co}$
3	$\alpha$	$^{239}_{94}\text{Pu}$	7	$\alpha$	$^{234}_{92}\text{U}$	11	$\alpha$	$^{218}_{84}\text{Po}$
4	$\beta$	$^{56}_{25}\text{Mn}$	8	$\beta$	$^{46}_{20}\text{Ca}$	12	$\beta$	$^{110}_{47}\text{Ag}$

**Задача 2.** Определите продукт, который образуется после  $n$   $\alpha$ -распадов и  $k$   $\beta$ -распадов.

Вариант	$n$	$k$	Изотоп	Вариант	$n$	$k$	Изотоп	Вариант	$n$	$k$	Изотоп
1	1	2	$^{238}_{92}\text{U}$	5	1	2	$^{210}_{82}\text{Pb}$	9	1	2	$^{214}_{82}\text{Pb}$
2	3	1	$^{226}_{88}\text{Ra}$	6	2	1	$^{222}_{86}\text{Rn}$	10	3	0	$^{234}_{92}\text{U}$
3	1	2	$^{214}_{83}\text{Bi}$	7	1	3	$^{210}_{81}\text{Tl}$	11	2	1	$^{218}_{84}\text{Po}$
4	1	2	$^{234}_{90}\text{Th}$	8	2	1	$^{234}_{91}\text{Pa}$	12	3	0	$^{234}_{90}\text{Th}$

**Задача 3.** Интенсивность излучения радиоактивного препарата за время  $t$  уменьшилась в  $n$  раз от начальной интенсивности. Определите, за какое время интенсивность излучения данного препарата уменьшится в  $k$  раз от начальной интенсивности.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$t$ , сут.	28,6	84	635	130	261,3	180	152	153	540	45	13,5	32,56
$n$	4	8	32	4	8	16	2	8	4	64	32	16
$k$	16	32	16	8	16	64	8	64	32	4	8	4

## 75. Ядерные реакции. Энергетический выход ядерных реакций

Для решения этих задач необходимо:

- ✓ уметь использовать законы сохранения электрического заряда и энергии (массы) для записи уравнения ядерной реакции;
- ✓ уметь рассчитывать энергетический выход ядерной реакции по дефекту массы;

- ✓ знать определения КПД и мощности механизма;
- ✓ уметь рассчитывать число атомов вещества по массе вещества, молярной массе и числу Авогадро.

Задача 1. Допишите уравнения ядерных реакций.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Номер реакции	1, 8	2, 9	3, 10	4, 11	5, 12	6, 1	7, 2	8, 3	9, 4	10, 5	11, 6	12, 7

- ${}^{10}_5\text{B} + {}^1_0\text{n} \rightarrow ? + {}^4_2\text{He}$
- $? + {}^1_1\text{p} \rightarrow {}^{37}_{18}\text{Ar} + {}^1_0\text{n}$
- $? + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^3_1\text{H} + {}^4_2\text{He}$
- ${}^{40}_{18}\text{Ar} + {}^4_2\text{He} \rightarrow ? + {}^1_0\text{n}$
- ${}^3_2\text{He} + ? \rightarrow {}^2_1\text{H} + {}^1_0\text{n}$
- ${}^{94}_{42}\text{Mo} + {}^2_1\text{H} \rightarrow {}^{95}_{43}\text{Tc} + ?$
- ${}^{27}_{13}\text{Al} + {}^4_2\text{He} \rightarrow ? + {}^1_1\text{H}$
- ${}^{14}_7\text{N} + {}^1_0\text{n} \rightarrow ? + {}^1_1\text{H}$
- ${}^{27}_{13}\text{Al} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^{24}_{11}\text{Na} + ?$
- $? + {}^1_1\text{H} \rightarrow {}^{55}_{26}\text{Fe} + {}^1_0\text{n}$
- $? + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^{56}_{25}\text{Mn} + {}^1_1\text{H}$
- $? + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^{14}_7\text{N} + {}^1_0\text{n}$

Задача 2. Определите энергетический выход ядерной реакции.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Номер реакции	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6

- ${}^7_3\text{Li} + {}^2_1\text{H} \rightarrow {}^8_4\text{Be} + {}^1_0\text{n}$
- ${}^2_1\text{H} + {}^3_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^1_0\text{n}$
- ${}^6_3\text{Li} + {}^1_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^2_2\text{He}$
- ${}^6_3\text{Li} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^3_1\text{H}$
- ${}^7_3\text{Li} + {}^1_1\text{H} \rightarrow 2{}^4_2\text{He}$
- ${}^2_1\text{H} + {}^2_1\text{H} \rightarrow {}^3_2\text{He} + {}^1_0\text{n}$

Задача 3. В ядерном реакторе атомной электростанции за время  $t$  расходуется масса  $m$  изотопа  ${}^{235}_{92}\text{U}$ . Электрическая мощность электростанции  $P$ , коэффициент полезного действия  $\eta$ . Определите значение величины, обозначенной \*. Учтите, что при делении одного ядра  ${}^{235}_{92}\text{U}$  на два осколка выделяется около 200 МэВ энергии.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$t$ , ч	48	36	*	72	36	24	*	36	12	72	*	48
$m$ , г	450	*	340	600	300	*	200	360	120	*	380	400
$P$ , МВт	54	58	43	*	56	52	48	*	46	60	50	*
$\eta$ , %	*	25	20	30	*	27	25	20	*	30	27	25

# ЗАДАЧИ ДЛЯ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

## 1. Действия с векторами. Равномерное прямолинейное движение

Задача 1. На рисунке К1 изображены векторы перемещения. Отметьте проекции векторов и определите их модули.

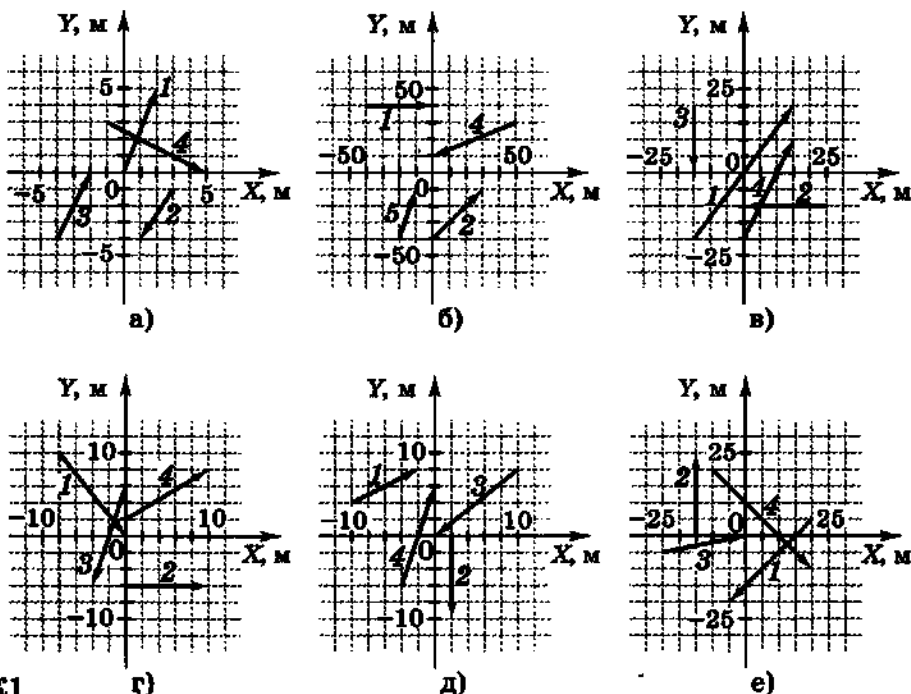


Рис. К1

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Рисунок	а	б	в	г	д	е	а	б	в	г	д	е
Номер вектора	1, 2	1, 2	1, 2	1, 2	1, 2	1, 2	3, 4	3, 4	3, 4	3, 4	3, 4	3, 4

Задача 2. На рисунке К2 изображены векторы сил, направления которых составляют угол  $\alpha$  с осью  $X$  или с осью  $Y$ . Модуль вектора равен  $F$ . Определите значения модулей проекций вектора на ось  $X$  и на ось  $Y$ .

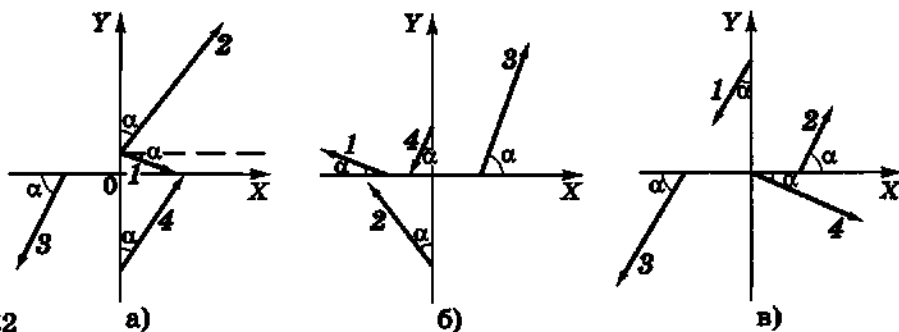


Рис. К2

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Рисунок	а	б	в	а	б	в	а	б	в	а	б	в
Номер вектора	1	1	1	2	2	2	3	3	3	4	4	4
$\alpha, ^\circ$	30	30	30	45	45	45	60	60	60	30	30	30
$F, \text{Н}$	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60

Задача 3. По графику, изображенному на рисунке К3, запишите уравнение зависимости координаты  $x$  тела от времени  $t$ :  $x = x(t)$ . Определите скорость тела и его координату в момент времени  $t_1$ .

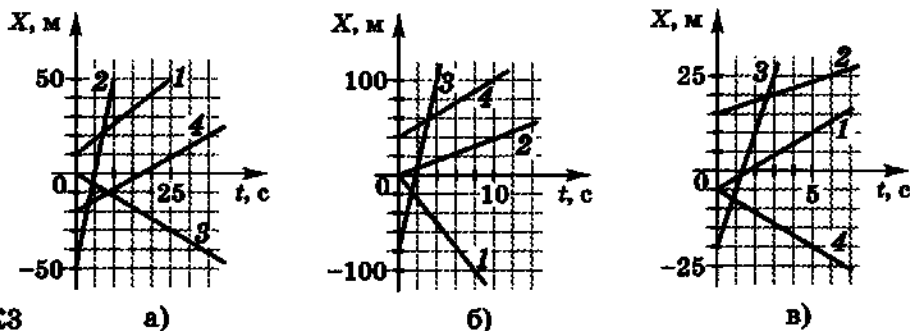


Рис. К3

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Рисунок	а	б	в	а	б	в	а	б	в	а	б	в
Номер вектора	1	1	1	2	2	2	3	3	3	4	4	4
$t_1, \text{с}$	2	2	2	4	4	4	6	6	6	8	8	8

Задача 4. Воздушный шар под действием ветра в течение времени  $t_1$  двигался прямолинейно и равномерно в горизонтальном направлении со скоростью  $v_1$  относительно земли. Затем условия полета изменились, и в течение времени  $t_2$  шар равномерно поднимался вертикально вверх со скоростью  $v_2$ . Модуль перемещения воздушного шара за все время движения составил  $s$ , а пройденный путь —  $L$ . Определите значения величин, обозначенных \*.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$t_1$ , мин	12	10	*	20	15	20	*	12	20	15	*	14
$v_1$ , м/с	*	5,0	7,0	4,0	*	6,0	8,0	6,0	*	7,0	4,0	5,0
$t_2$ , мин	5,0	*	2,0	4,0	3,0	*	6,0	5,0	8,0	*	5,0	3,0
$v_2$ , м/с	2,5	2,0	4,0	*	2,5	0,5	1,5	*	2,0	1,5	2,5	*
$s$ , м	*	3060	*	4800	4520	*	7700	*	*	6300	*	4260
$L$ , м	5070	*	5520	*	*	7440	*	4620	5760	*	4110	*

## 2. Равноускоренное движение

Задача 1. Из графика, приведенного на рисунке К4, определите ускорение  $a$  тела. Запишите уравнение движения  $x = x(t)$ , если начальная координата равна  $x_0$ , а движение осуществляется вдоль одной координатной оси.

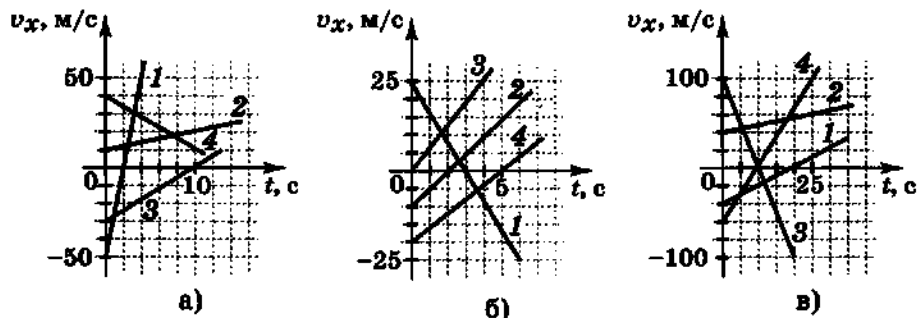


Рис. К4

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Рисунок	а	б	в	а	б	в	а	б	в	а	б	в
Номер графика	1	1	1	2	2	2	3	3	3	4	4	4
$x_0$ , м	5	6	7	10	12	14	8	10	12	20	22	24

**Задача 2.** Лыжник, спускаясь равноускоренно со склона длиной  $l$ , развивает максимальную скорость  $v$  за время  $t$ . Его средняя скорость при этом равна  $v_{\text{ср}}$ . Определите значения величин, обозначенных \*. С каким ускорением движется лыжник? Его начальная скорость равна нулю.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$l$ , м	120	*	90	*	110	160	*	115	*	90	170	*
$v$ , км/ч	12	28	*	*	*	18	26	*	*	*	21	22
$t$ , с	*	50	*	70	55	*	60	*	80	45	*	45
$v_{\text{ср}}$ , м/с	*	*	3,0	4,0	*	*	*	3,0	3,0	*	*	*

**Задача 3.** Автомобиль, имевший начальную скорость  $v_0$ , разгоняется с ускорением  $a$  до скорости  $v$  на пути длиной  $l$ . Определите значение величины, обозначенной \*. Сколько времени длится разгон?

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$l$ , м	60	50	40	*	50	80	40	*	100	100	30	*
$v_0$ , м/с	10	5,0	*	5,0	8,0	10	*	10	15	15	*	20
$v$ , км/ч	72	*	144	72	54	*	72	144	108	*	54	108
$a$ , м/с <sup>2</sup>	*	4,0	2,0	3,0	*	3,0	3,0	4,5	*	2,5	2,0	5,0

**Задача 4.** С высоты  $h$  камень брошен вертикально вверх с начальной скоростью  $v_0$ . Через время  $t$  камень оказался на высоте  $H$ . Определите значение величины, обозначенной \*. Вычислите скорость камня в указанный момент времени. Чему будет равна скорость камня при падении на землю? Ускорение свободного падения считайте равным  $10 \text{ м/с}^2$ .

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$h$ , м	*	10	40	120	*	40	30	20	*	10	50	40
$v_0$ , м/с	20	*	25	3,0	15	*	10	20	5,0	*	5,0	5,0
$t$ , с	2,0	4,0	*	4,0	2,0	3,0	*	2,0	3,0	2,0	*	0,50
$H$ , м	30	5,0	10	*	80	60	35	*	60	40	0	*

**Задача 5.** На рисунке К5 показаны графики скорости тела. Определите перемещение тела за промежуток времени от  $t_1$  до  $t_2$ . (Номер графика соответствует номеру варианта.)

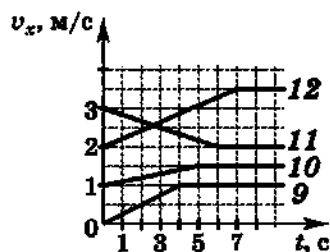
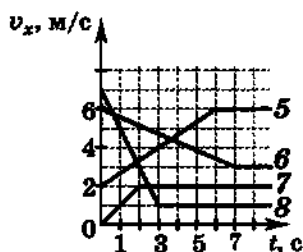
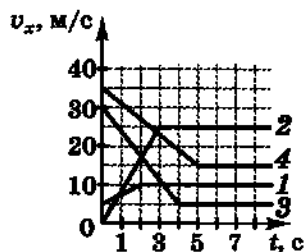


Рис. К5

а)

б)

в)

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$t_1, c$	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
$t_2, c$	3	4	5	6	7	8	3	4	5	6	7	8

### 3. Равномерное движение тела по окружности

**Задача 1.** Электродвигатель, вращаясь с угловой скоростью  $\omega$ , за время  $t$  совершает  $N$  оборотов. Определите значение величины, обозначенной \*. Рассчитайте период и частоту вращения двигателя.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$\omega$ , рад/с	800	*	650	700	*	900	750	*	1200	650	*	850
$t$ , с	*	35	15	*	50	20	*	20	30	*	15	40
$N$	2500	3600	*	2200	5600	*	1800	3500	*	1600	2300	*

**Задача 2.** Ротор турбины диаметром  $d$  вращается с угловой скоростью  $\omega$  и периодом  $T$ . Центробежное ускорение концов лопаток турбины  $a_n$ , линейная скорость этих точек  $v$ . Определите значения величин, обозначенных \*.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$d$ , м	*	*	*	1,3	1,2	*	*	0,9	*	*	0,8	*
$\omega$ , рад/с	*	*	30	*	40	35	*	*	*	25	*	*
$T$ , с	*	0,2	*	*	*	*	0,1	*	*	*	0,3	0,2
$a_n$ , км/с <sup>2</sup>	1,0	*	*	1,2	*	0,9	0,8	*	1,5	*	*	*
$v$ , м/с	15	18	20	*	*	*	*	10	40	15	*	20

Задача 3. Автомобиль, двигаясь равномерно, прошел расстояние  $L$  за время  $t$ . Центробежное ускорение точек на ободе его колеса  $a_{ц}$ , диаметр колеса  $D$ . Вычислите значение величины, обозначенной \*. Чему равна частота вращения колеса?

$L$ , м	*	100	120	150	*	200	90	120	*	140	320	180
$t$ , с	4	*	4	5	8	*	6	6	3	*	8	6
$a_{ц}$ , $10^3$ м/с <sup>2</sup>	11	10	*	25	22	18	*	13	9	12	*	23
$D$ , см	70	80	60	*	80	70	80	*	60	70	60	*

Задача 4. Фреза крепится к шкиву диаметром  $d$ , который приводится во вращение с угловой скоростью  $\omega$  посредством ременной передачи от шкива диаметром  $D$ , насаженного на вал электродвигателя, делающего  $n$  об/мин. Определите значение величины, обозначенной \*. Чему равна линейная скорость зубцов фрезы, если ее диаметр 300 мм? Проскальзывания ременной передачи нет.

$d$ , мм	*	150	50	40	*	80	50	60	*	100	40	60
$\omega$ , рад/с	450	*	500	400	600	*	350	400	800	*	750	450
$D$ , мм	100	50	*	20	150	40	*	30	200	50	*	40
$n$ , $10^2$ об/мин	15	20	25	*	20	25	15	*	25	15	20	*

#### 4. Движение тела, брошенного под углом к горизонту

Задача 1. С крыши здания высотой  $h$  камень был брошен горизонтально с начальной скоростью  $v_0$ . Камень находился в полете в течение времени  $t$  и упал на расстоянии  $L$  от основания здания. Определите значения величин, обозначенных \*. Ускорение свободного падения считайте равным  $10$  м/с<sup>2</sup>.

$h$ , м	10	20	*	*	15	20	*	*	80	40	*	*
$v_0$ , м/с	*	10	15	*	*	15	10	*	*	20	25	*
$t$ , с	*	*	3,0	2,0	*	*	3,0	4,0	*	*	2,0	2,5
$L$ , м	15	*	*	25	15	*	*	60	70	*	*	30

**Задача 2.** Тело брошено с земли под углом  $\alpha$  к горизонту с начальной скоростью  $v_0$ . Максимальная высота его подъема  $h$ , дальность полета  $l$ , время полета  $t$ . Определите значения величин, обозначенных \*. Ускорение свободного падения примите равным  $10 \text{ м/с}^2$ .

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$\alpha, ^\circ$	30	60	20	30	50	40	40	40	50	30	50	60
$v_0, \text{ м/с}$	*	15	*	*	20	*	30	*	*	40	*	*
$h, \text{ м}$	10	*	*	*	*	20	*	*	30	*	*	40
$l, \text{ м}$	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
$t, \text{ с}$	*	*	2,0	3,0	*	*	*	4,0	*	*	5,0	*

**Задача 3.** Тело брошено под углом  $\alpha$  к горизонту с начальной скоростью  $v_0$ . Через время  $t$  вектор скорости составлял угол  $\beta$  с горизонтом, а его модуль и проекции на оси  $X$  и  $Y$  были равны соответственно  $v$ ,  $v_x$ ,  $v_y$ . Определите значения величин, обозначенных \*. Ускорение свободного падения примите равным  $10 \text{ м/с}^2$ .

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$\alpha, ^\circ$	60	*	40	*	*	50	40	*	60	*	*	30
$v_0, \text{ м/с}$	10	10	20	20	30	30	11	20	30	30	10	10
$t, \text{ с}$	*	*	*	*	0,3	0,5	*	*	*	*	0,2	0,4
$\beta, ^\circ$	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
$v, \text{ м/с}$	8	9	*	*	*	*	10	12	*	*	*	*
$v_x, \text{ м/с}$	*	5	*	10	10	*	*	9	*	14	6	*
$v_y, \text{ м/с}$	*	*	9	7	*	*	*	*	10	5	*	*

**Задача 4.** Из орудия производят выстрел под углом  $\alpha$  к горизонту. Начальная скорость снаряда  $v_0$ . В верхней точке траектории радиус кривизны траектории составляет  $R$ . Определите значение величины, обозначенной \*. Сравните данный радиус кривизны с максимальной высотой подъема снаряда. Сопротивление воздуха не учитывайте. Ускорение свободного падения примите равным  $10 \text{ м/с}^2$ .

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$\alpha, ^\circ$	35	50	*	60	20	*	45	65	*	25	40	*
$v_0, \text{ м/с}$	950	*	800	650	*	700	850	*	900	650	*	1000
$R, \text{ км}$	*	44	48	*	42	16	*	13	60	*	56	160

## 5. Законы Ньютона

Задача 1. Координата  $x$  тела, движущегося прямолинейно, изменяется с течением времени по закону  $x = x(t)$ . Масса тела  $m$ . Вычислите модуль равнодействующей сил, приложенных к телу.

Вариант	$m$ , г	$x = x(t)$ , м	Вариант	$m$ , г	$x = x(t)$ , м
1	240	$x = 3 - 4t + 5t^2$	7	120	$x = 7 + 4t^2$
2	20	$x = -8 + 3t + 6t^2$	8	140	$x = -3 - 9t + 20t^2$
3	200	$x = 12 - 4t + 3t^2$	9	80	$x = 9 + 5t + 9t^2$
4	600	$x = 5 + 5t + 5t^2$	10	180	$x = -4t + 10t^2$
5	160	$x = -2 + 6t + 8t^2$	11	40	$x = 16 + 6t + 12t^2$
6	300	$x = 8t + 2t^2$	12	220	$x = -2 - 3t + 0,6t^2$

Задача 2. Снаряд массой  $m$  двигался в стволе орудия длиной  $l$  в течение времени  $t$ . Считая, что на него действовало постоянное давление  $p$  пороховых газов, определите значение величины, обозначенной  $*$ . Внутренний диаметр ствола  $d$ .

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$m$ , кг	40	50	*	25	55	30	60	40	*	35	70	*
$l$ , м	8	*	4	6	7	6	10	*	8	6	10	8
$t$ , мс	*	17	15	*	12	17	*	15	18	15	18	17
$p$ , МПа	180	120	100	170	*	110	100	170	65	*	140	145
$d$ , см	12	15	15	10	15	*	20	15	20	12	*	15

Задача 3. Материальная точка массой  $m$  движется с ускорением  $a$  под действием двух взаимно перпендикулярных сил  $\vec{F}_1$  и  $\vec{F}_2$ . Определите значение величины, обозначенной  $*$ .

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$m$ , кг	2,0	2,5	3,0	*	0,5	5,0	2,0	*	0,5	10	4,0	*
$a$ , м/с <sup>2</sup>	*	2,0	5,0	0,25	5,0	10	*	0,2	*	0,5	12,5	2,5
$F_1$ , Н	30	*	9	2	*	40	6	0,4	0,8	3	*	9
$F_2$ , Н	40	4,0	*	1,5	2,0	*	8,0	0,3	0,6	*	30	12

**Задача 4.** На озере находятся две неподвижные, расположенные вплотную друг к другу лодки, массы которых  $m_1$  и  $m_2$ . Рыбак упирается в борт соседней лодки, действуя на нее с силой  $F$  в течение двух секунд. При этом лодки перемещаются на расстояния  $s_1$  и  $s_2$  соответственно. Определите значения величин, обозначенных \*. Вычислите скорости, которые приобретают лодки.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$m_1$ , кг	120	*	190	200	*	160	*	110	160	210	*	150
$m_2$ , кг	180	*	*	150	120	110	*	180	140	170	140	*
$F$ , Н	50	60	*	*	*	*	50	*	55	*	*	*
$s_1$ , м	*	0,6	0,4	0,3	0,5	*	0,7	0,8	*	*	0,3	0,4
$s_2$ , м	*	0,8	0,6	*	0,7	0,8	0,4	*	*	0,7	0,5	0,5

## 6. Силы упругости, трения. Гравитационные силы

**Задача 1.** Брусok массой  $m$  находится на гладкой горизонтальной поверхности. Под действием на него в горизонтальном направлении пружины жесткостью  $k$  брусok движется с ускорением  $a$ . Деформация пружины  $x$ . Вычислите значение величины, обозначенной \*.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$m$ , кг	*	20	50	10	*	20	4	20	*	20	2	40
$a$ , м/с <sup>2</sup>	2,0	*	4,0	8,0	10	*	0,5	0,4	3,0	*	15	0,25
$k$ , 10 Н/м	60	50	*	100	40	20	*	50	10	25	*	500
$x$ , см	4	2	0,5	*	2	0,5	1,5	*	6	2	5	*

**Задача 2.** Магнит массой  $m$  притягивается к вертикально расположенной стальной плите с силой  $F_m$ . Коэффициент трения скольжения между магнитом и плитой равен  $\mu$ . Если приложить к магниту силу  $\vec{F}$ , направленную вертикально вверх, то магнит будет перемещаться равномерно. Определите значение величины, обозначенной \*.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$m$ , г	100	*	50	200	200	*	100	300	150	*	100	50
$F_m$ , Н	*	10	20	30	*	20	30	10	*	30	10	20
$\mu$	0,2	0,3	0,4	*	0,4	0,2	0,3	*	0,3	0,4	0,2	*
$F$ , Н	12	6	*	9,5	8	7	*	6	13,5	16	*	6,5

**Задача 3.** Брусок массой  $m$  находится на наклонной плоскости с углом наклона  $\alpha$ . Сила реакции, действующая на брусок, равна  $N$ . Вычислите значение величины, обозначенной  $*$ .

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$m$ , кг	5,0	0,8	*	3,0	4,0	*	0,6	0,8	*	1,5	2,0	*
$\alpha$ , °	*	20	15	*	30	20	*	15	30	*	30	10
$N$ , Н	40	*	20	25	*	30	4,5	*	10	1,2	*	50

**Задача 4.** Сила гравитационного взаимодействия двух тел массами  $m_1$  и  $m_2$ , находящихся на расстоянии  $r$  друг от друга, равна  $F$ . Определите значение величины, обозначенной  $*$ .

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$F$ , нН	6	7	8	*	7	8	6	*	8	6	7	*
$m_1$ , кг	*	200	250	80	*	90	120	140	*	30	80	60
$m_2$ , кг	150	*	200	250	80	*	90	120	140	*	30	80
$r$ , м	0,5	0,6	*	0,7	0,4	0,5	*	0,6	0,7	0,4	*	0,5

## 7. Движение спутников и планет. Вес тела

**Задача 1.** На высоте  $H$  над поверхностью планеты со средней плотностью  $\rho$  и радиусом  $R$  ускорение свободного падения равно  $g$ . Вычислите значение величины, обозначенной  $*$ .

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$H$ , $10^2$ км	0	*	17	80	0	*	120	27	0	*	68	42
$\rho$ , $10^2$ кг/м <sup>3</sup>	52	55	*	45	50	52	*	48	55	56	*	34
$R$ , $10^2$ км	*	64	34	40	*	61	60	55	*	30	34	21
$g$ , м/с <sup>2</sup>	4,4	2,5	1,7	*	6,2	0,55	0,8	*	12	4,3	0,4	*

**Задача 2.** При тренировках на центрифуге, которая вращается в горизонтальной плоскости с частотой  $\nu$ , космонавт находится в кресле и движется по окружности радиусом  $R$ . При этом на космонавта массой  $m$  со стороны кресла действует сила реакции  $N$ . Определите значение величины, обозначенной  $*$ .

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$v$ , об/с	0,40	0,25	0,35	*	0,20	0,42	0,22	*	0,30	0,33	0,38	*
$R$ , м	7	18	*	10	18	7	*	18	12	10	*	7
$m$ , кг	80	*	90	85	75	*	70	75	85	*	85	80
$N$ , кН	*	3,6	3,2	4,2	*	4,0	2,5	3,4	*	3,3	3,5	3,0

**Задача 3.** На расстоянии  $r$  от центра планеты массой  $M$  по круговой орбите движется спутник, имеющий скорость  $v$  и период обращения  $T$ . Определите значения величин, обозначенных \*.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$r$ , $10^2$ км	60	*	*	75	64	50	65	*	*	80	55	70
$M$ , $10^{24}$ кг	6,0	4,0	5,0	*	6,2	*	5,5	7,5	7,0	*	4,5	*
$v$ , км/с	*	6,2	*	5,5	*	*	*	6,5	*	7,0	*	*
$T$ , мин	*	*	90	*	*	85	*	*	80	*	*	95

**Задача 4.** Мальчик массой  $m$  движется на санках по траектории, изображенной на рисунке К6. В точках А и В вес мальчика равен  $P_1$  и  $P_2$ , а его скорость —  $v_1$  и  $v_2$  соответственно. Определите значение величины, обозначенной \*. Радиусы кривизны траектории в точках А и В равны  $R_1$  и  $R_2$ .

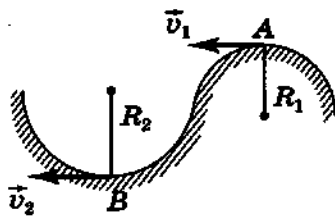


Рис. К6

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$m$ , кг	40	60	50	40	60	50	40	60	50	40	60	50
$P_1$ , Н	*	300	280	—	—	—	*	500	420	—	—	—
$P_2$ , Н	—	—	—	*	860	700	—	—	—	*	750	650
$v_1$ , м/с	8,0	*	10	—	—	—	10	*	8,0	—	—	—
$v_2$ , м/с	—	—	—	6,0	*	8,0	—	—	—	8,0	*	6
$R_1$ , м	20	10	*	—	—	—	10	20	*	—	—	—
$R_2$ , м	—	—	—	12	15	*	—	—	—	15	12	*

## 8. Движение тела на поворотах и под действием силы трения

**Задача 1.** На горизонтальном участке дороги автомобиль, двигавшийся со скоростью  $v$ , тормозит и останавливается, пройдя тормозной путь  $s$  за время  $t$ . Вычислите значения величин, обозначенных \*. Коэффициент трения при торможении равен  $\mu$ .

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$v$ , км/ч	36	*	*	72	36	*	24	*	*	54	72	*
$s$ , м	*	80	*	100	*	70	*	100	*	60	*	80
$t$ , с	*	*	6,0	*	5,0	4,0	*	*	8,0	*	8,0	3,0
$\mu$	0,40	0,30	0,35	*	*	*	0,25	0,40	0,30	*	*	*

**Задача 2.** Автомобиль проходит поворот горизонтальной дороги с максимальной скоростью  $v$ . Радиус кривизны поворота  $R$ . Коэффициент трения скольжения шин о дорогу  $\mu$ . Определите значение величины, обозначенной \*.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$R$ , м	100	*	200	80	*	150	75	*	110	90	*	75
$v$ , м/с	*	20	30	*	15	25	*	10	20	*	25	15
$\mu$	0,40	0,35	*	0,30	0,40	*	0,35	0,35	*	0,30	0,45	*

**Задача 3.** Для того чтобы равномерно втаскивать ящик массой  $m$  по наклонной плоскости, расположенной под углом  $\alpha$  к горизонту, необходимо прикладывать к нему направленную вверх вдоль плоскости силу  $F$ . Коэффициент трения между дном ящика и наклонной плоскостью  $\mu$ . Определите значение величины, обозначенной \*.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$m$ , кг	*	50	60	*	60	50	*	40	70	*	70	40
$\alpha$ , °	15	20	30	25	15	20	30	25	15	20	30	25
$\mu$	0,20	*	0,15	0,25	*	0,20	0,15	*	0,25	0,20	*	0,10
$F$ , Н	250	290	*	420	240	*	280	240	*	470	440	*

Задача 4. Проходя поворот радиусом  $R$ , конькобежец для сохранения равновесия отклонился на угол  $\alpha$  от вертикали. Скорость конькобежца  $v$ . Вычислите значение величины, обозначенной  $*$ .

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$R$ , м	25	30	*	30	28	*	32	25	*	35	30	*
$\alpha$ , °	*	18	15	*	20	17	*	22	18	*	16	17
$v$ , м/с	8,0	*	10	10	*	9,0	7,0	*	9,0	8,0	*	11

## 9. Движение тела под действием нескольких сил

Задача 1. Тепловоз массой  $M$  тянет три вагона массами  $m_1$ ,  $m_2$  и  $m_3$  с ускорением  $a$ . Сила тяги тепловоза  $F$ , сила натяжения сцепок между тепловозом и первым вагоном  $F_1$ , между первым и вторым вагонами  $F_2$ , между вторым и третьим вагонами  $F_3$ . Коэффициент сопротивления движению равен  $k$ . Определите значения величин, обозначенных  $*$ .

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$M$ , т	100	120	100	120	100	120	100	120	100	120	100	120
$m_1$ , т	50	60	50	60	50	60	50	60	50	60	50	60
$m_2$ , т	60	50	60	50	60	50	60	50	60	50	60	50
$m_3$ , т	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
$a$ , м/с <sup>2</sup>	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	*	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	*
$F$ , кН	37,5	*	*	*	*	*	65	*	*	*	*	*
$F_1$ , кН	*	37,5	*	*	*	*	*	24	*	*	*	*
$F_2$ , кН	*	*	15	*	*	*	*	*	26	*	*	*
$F_3$ , кН	*	*	*	10	*	9,6	*	*	*	6	*	6,4
$k$ , 10 <sup>-3</sup>	*	*	*	*	5	4	*	*	*	*	6	5

Задача 2. Наклонная плоскость имеет длину  $l$  и высоту  $h$  (рис. К7). От ее вершины  $A$  вниз с ускорением  $a$  начинает скользить брусок. Он движется по наклонной плоскости в течение времени  $t$  и имеет в точке  $B$  скорость  $v$ . Коэффициент трения скольжения  $\mu$ . Вычислите значения величин, обозначенных  $*$ .



Рис. К7

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$l$ , см	120	90	120	150	90	110	90	100	80	70	200	140
$h$ , см	40	35	45	50	30	40	40	60	50	20	90	60
$a$ , м/с <sup>2</sup>	*	*	1,1	*	*	*	1,3	*	*	1,2	*	*
$t$ , с	*	1,5	*	*	*	*	*	1,3	*	*	1,8	*
$v$ , м/с	*	*	*	1,2	*	1,3	*	*	1,1	*	*	*
$\mu$	0,20	*	*	*	0,25	*	*	*	*	*	*	0,30

**Задача 3.** Шарик массой  $m$ , привязанный к нити длиной  $l$ , движется в горизонтальной плоскости по окружности так, что нить описывает конус, образуя с вертикалью угол  $\alpha$  (рис. К8). Сила натяжения нити  $F$ , радиус окружности  $r$ , период обращения шарика  $T$ , его скорость  $v$ . Определите значения величин, обозначенных \*.

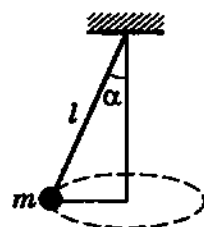


Рис. К8

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$m$ , кг	0,2	*	0,3	*	0,1	*	*	0,4	*	0,2	*	0,3
$\alpha$ , °	*	*	25	35	30	25	40	35	25	30	*	*
$F$ , Н	*	2,5	*	3,0	*	2,0	1,5	*	3,5	*	3,0	*
$r$ , см	20	30	*	25	40	*	*	25	30	*	20	15
$l$ , см	50	70	80	*	*	90	80	*	*	70	60	40
$T$ , с	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
$v$ , м/с	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

**Задача 4.** На невесомой нерастяжимой нити, перекинутой через неподвижный легкий блок, подвешены грузы массами  $m_1$  и  $m_2$ . За время  $t$  после начала движения грузы прошли путь  $s$ , двигаясь с ускорением  $a$ . Сила натяжения нити  $F$ . Определите значения величин, обозначенных \*.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$m_1$ , г	300	400	200	450	*	250	*	*	*	350	*	*
$m_2$ , г	*	450	*	*	400	300	250	350	*	*	350	200
$t$ , с	2,0	*	0,9	*	*	1,8	1,8	1,6	1,5	*	*	1,3
$s$ , м	1,5	1,2	*	1,6	1,4	*	*	0,9	1,5	1,2	1,3	*
$a$ , м/с <sup>2</sup>	*	*	2,0	*	1,8	*	*	*	*	1,7	*	1,2
$F$ , Н	*	*	*	4,2	*	*	2,2	*	3,0	*	3,2	*

## 10. Элементы статики

**Задача 1.** На прикрепленных к стене стержнях  $AB$  и  $BC$  (рис. К9) в точке  $B$  подвешена лампа массой  $m$ . Силы, действующие на стержни, равны соответственно  $F_1$  и  $F_2$ . Угол  $ABC$  равен  $\alpha$ . Определите значения величин, обозначенных \*.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$F_1$ , Н	*	24	50	*	*	50	54	*	*	60	45	*
$F_2$ , Н	*	*	60	26	*	*	60	39	*	*	64	70
$\alpha$ , °	30	40	*	50	20	30	*	40	50	20	*	30
$m$ , кг	2,5	*	*	*	3,0	*	*	*	3,5	*	*	*

**Задача 2.** Шар массой  $m$ , подвешенный на невесомой нерастяжимой нити длиной  $l$ , под действием силы тяжести совершает колебания в вертикальной плоскости. При отклонении нити на угол  $\alpha$  от вертикали момент силы тяжести относительно точки подвеса равен  $M$ . Рассчитайте значение величины, обозначенной \*.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$m$ , кг	0,20	0,25	*	0,30	0,35	0,20	*	0,20	0,15	0,30	*	0,15
$l$ , м	1,3	*	2,0	1,7	1,2	*	0,8	1,4	1,1	*	0,7	0,9
$\alpha$ , °	*	30	35	40	*	50	45	60	*	45	70	20
$M$ , Н·м	1,5	2,0	1,8	*	3,2	3,2	2,5	*	1,1	1,3	0,9	*

**Задача 3.** Линейка массой  $M$  и длиной  $L$  лежит на карандаше, располагаясь перпендикулярно ему. На конец линейки, находящийся на расстоянии  $l$  от карандаша, положили монеты (рис. К10) такой массы  $m$ , что линейка находится в равновесии. Определите значение величины, обозначенной \*.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$M$ , г	15	20	25	*	35	15	20	*	30	35	15	*
$L$ , см	25	50	*	40	30	60	*	50	40	30	*	25
$m$ , г	10	*	15	20	15	*	10	20	25	*	5,0	10
$l$ , см	*	16	20	12	*	20	12	15	*	10	12	8,0

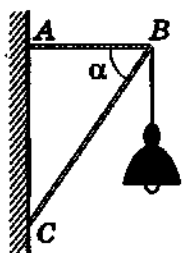


Рис. К9

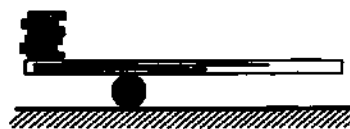


Рис. К10

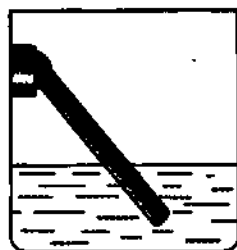


Рис. К11

**Задача 4.** Стержень длиной  $l$ , изготовленный из материала плотностью  $\rho$ , закреплен на шарнире и опущен одним концом в жидкость плотностью  $\rho_{ж}$  так (рис. К11), что при равновесии в жидкости находится часть стержня длиной  $x$ . Определите значение величины, обозначенной  $*$ .

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$l$ , см	20	25	*	30	25	20	*	20	30	30	*	25
$\rho$ , г/см <sup>3</sup>	0,7	*	0,7	0,6	0,4	*	0,4	0,4	0,6	*	0,4	0,7
$\rho_{ж}$ , г/см <sup>3</sup>	*	1,0	0,90	0,80	*	0,71	1,0	0,90	*	0,80	0,71	1,0
$x$ , см	9,0	5,6	11	*	8,5	12	8,0	*	18	15	12,5	*

## 11. Импульс тела. Закон сохранения импульса

**Задача 1.** Тело движется прямолинейно, обладая начальным импульсом  $p_0$ . В течение времени  $t$  на тело действует сила  $F$ , в результате чего импульс достигает значения  $p$ . Определите значение величины, обозначенной  $*$ . Направление силы совпадает с направлением начальной скорости тела.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$p_0$ , кг·м/с	40	70	45	*	30	105	50	*	85	75	50	*
$t$ , с	8,5	4,5	*	6,5	3,5	0,5	*	7,5	5,0	1,5	*	2,0
$p$ , кг·м/с	*	160	90	150	*	120	95	325	*	105	175	150
$F$ , Н	60	*	30	20	80	*	10	40	15	*	50	35

**Задача 2.** Мяч массой  $m$ , двигавшийся со скоростью  $v_1$ , ударяется о стенку и отлетает от нее со скоростью  $v_2$ . Угол между векторами скоростей  $\vec{v}_1$  и  $\vec{v}_2$  равен  $\alpha$ . Средняя сила удара мяча о стенку  $F$ , продолжительность удара  $t$ . Вычислите значение величины, обозначенной  $*$ .

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$m$ , кг	*	0,4	0,5	0,82	0,5	0,4	0,4	0,5	0,4	0,5	*	0,5
$v_1$ , м/с	15	*	20	15	10	15	15	20	15	*	20	20
$v_2$ , м/с	10	15	*	10	5,0	10	10	15	*	10	15	15
$\alpha$ , °	120	90	90	*	120	120	90	*	90	90	120	90
$F$ , кН	0,63	0,23	0,56	0,36	*	0,40	*	0,60	0,43	0,81	0,63	1,04
$t$ , мс	20	30	20	30	20	*	30	20	30	20	30	*

**Задача 3.** На неподвижной железнодорожной платформе массой  $M$  установлено безоткатное орудие, из которого производится выстрел вдоль рельсов под углом  $\alpha$  к горизонту. Масса снаряда  $m$  ( $m \ll M$ ), его скорость при выстреле  $v_{\text{сн}}$ . Скорость платформы после выстрела  $v$ . Рассчитайте значение величины, обозначенной \*.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$M$ , т	20	25	20	25	*	25	20	25	20	*	25	20
$\alpha$ , °	30	60	30	*	30	60	30	60	*	60	30	*
$m$ , кг	30	40	*	30	40	40	30	*	40	30	*	40
$v_{\text{сн}}$ , км/с	1,0	*	1,4	1,3	1,5	1,2	*	1,3	1,0	1,4	1,2	1,2
$v$ , м/с	*	1,2	2,1	1,2	1,5	*	1,8	0,7	1,8	0,7	1,8	1,7

**Задача 4.** Лодка длиной  $L$  и массой  $M$  стоит на спокойной воде. Рыбак массой  $m$  переходит с носа лодки на ее корму. При этом лодка смещается на расстояние  $s$  (относительно берега). Определите значение величины, обозначенной \*.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$L$ , м	*	3,0	2,8	3,4	*	3,2	3,0	3,1	*	3,5	3,3	3,2
$M$ , кг	180	*	170	160	150	*	160	180	200	*	190	170
$m$ , кг	60	70	*	50	50	80	*	60	70	90	*	70
$s$ , м	1,0	0,90	0,90	*	0,80	1,2	0,95	*	1,1	0,85	1,0	*

## 12. Закон сохранения энергии

**Задача 1.** Камень массой  $m$  бросили под углом к горизонту с начальной скоростью  $v_0$ . Его начальная кинетическая энергия  $E_0$ . На высоте  $h$  скорость камня  $v$ . Определите значения величин, обозначенных \*. (Сопротивление воздуха не учитывайте.)

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$m$ , кг	0,5	0,3	*	0,4	0,2	*	0,4	0,2	*	0,5	0,3	*
$E_0$ , Дж	25	9,6	65	*	*	36	24	8,0	27	*	*	10
$v_0$ , м/с	*	*	*	15	10	12	*	*	*	12	15	10
$h$ , м	2,0	*	10	5,0	*	6,0	4,0	*	5,0	7,0	*	*
$v$ , м/с	*	2,0	4,0	*	6,0	*	*	4,0	6,0	*	8,0	2,0

**Задача 2.** Перед выстрелом пружина баллистического пистолета жесткостью  $k$  сжата на длину  $x$ . При вертикальном выстреле шарик массой  $m$  вылетает из пистолета с начальной скоростью  $v_0$  и достигает высоты  $H$  ( $H \gg x$ ). Определите значения величин, обозначенных \*.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$k$ , кН/м	5,0	4,0	*	*	4,5	3,5	4,0	4,5	*	*	3,5	5,0
$x$ , см	*	2,5	1,5	2,0	3,0	*	*	1,5	2,0	3,0	2,5	*
$m$ , г	50	*	40	60	*	30	40	*	60	30	*	50
$v_0$ , м/с	6,0	*	5,0	*	4,0	*	5,0	*	4,0	*	6,0	*
$H$ , м	*	2,0	*	1,8	*	2,2	*	1,5	*	2,0	*	1,8

**Задача 3.** Свинцовый шарик массой  $m$ , летящий со скоростью  $v$ , ударяется о неподвижный шар массой  $M$  и прилипает к нему. Количество теплоты, выделившейся при ударе, равно  $Q$ . Определите значение величины, обозначенной \*.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$m$ , г	*	200	500	100	*	500	400	200	*	600	200	300
$v$ , м/с	1	*	3	5	2	*	2	6	3	*	1	7
$M$ , кг	3	2	*	8	8	4	*	3	6	8	*	4
$Q$ , Дж	0,14	1,5	2,0	*	1,1	8,0	0,74	*	2,8	4,5	0,094	*

### 13. Применение законов сохранения энергии и импульса к решению задач

**Задача 1.** Пуля массой  $m$ , летящая горизонтально со скоростью  $v$ , попадает в ящик массой  $M$ , подвешенный на легком тросе длиной  $l$  (рис. К12). После удара пуля застревает в ящике, а ящик отклоняется на угол  $\alpha$  от вертикали. Определите значение величины, обозначенной \*.

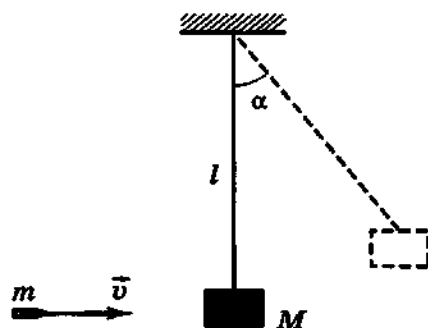


Рис. К12

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$m$ , г	9	9	9	9	*	9	9	9	9	*	9	9
$v$ , м/с	*	400	800	600	800	*	500	700	500	700	*	600
$M$ , кг	10	*	15	20	10	15	*	10	10	20	8	*
$l$ , м	1,5	1,8	*	2,0	1,5	1,8	1,6	*	1,5	2,0	1,8	1,7
$\alpha$ , °	10	6	7	*	12	12	8	6	*	4,5	15	10

**Задача 2.** Пистолет имеет подвижный кожух, соединенный с корпусом пружиной жесткостью  $k$ . Масса кожуха  $M$ , масса пули  $m$ . При выстреле кожух отскакивает назад на расстояние  $x$ . Минимальная скорость вылета пули из ствола, при которой возможна перезарядка пистолета, составляет  $v$ . Определите значение величины, обозначенной \*.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$k$ , кН/м	*	45	50	25	50	*	65	50	60	40	*	30
$x$ , см	4,0	4,5	5,0	*	4,5	5,0	4,0	4,5	*	4,0	4,5	5,0
$v$ , м/с	300	400	350	300	*	400	300	400	350	*	350	350
$M$ , г	100	*	80	70	100	70	*	100	80	90	80	*
$m$ , г	9	8	*	7	9	8	9	*	9	8	7	7

**Задача 3.** Шар массой  $m_1$ , двигавшийся со скоростью  $v_0$ , налетает на неподвижный шар массой  $m_2$ . Удар центральный, упругий. Скорости шаров после столкновения равны  $v_1$  и  $v_2$  соответственно. Вычислите значения величин, обозначенных \*.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$m_1$ , кг	0,3	0,4	0,5	*	*	0,4	0,5	*	0,7	0,4	0,6	0,5
$v_0$ , м/с	2,0	1,5	1,6	1,3	1,6	*	*	*	*	1,5	1,8	1,9
$m_2$ , кг	0,2	*	*	0,4	0,2	0,3	*	0,5	0,35	0,2	*	*
$v_1$ , м/с	*	0,35	*	0,26	*	0,29	0,57	0,13	*	*	0,60	*
$v_2$ , м/с	*	*	2,0	*	1,9	*	2,3	1,5	2,4	*	*	2,1

**Задача 4.** Пробирка массой  $M$ , закрытая пробкой массой  $m$ , подвешена горизонтально на легких нерастяжимых нитях длиной  $l$ . В пробирке содержится небольшое количество эфира. При его нагревании пробка вылетает со скоростью  $v$ , а пробирка приобретает скорость  $u$ , которая является минимальной для того, чтобы сообщить пробирке круговое движение в вертикальной плоскости. Определите значения величин, обозначенных \*.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$M$ , г	15	*	*	*	13	11	14	*	*	*	11	10
$m$ , г	*	3	2	5	5	2	*	5	2	4	4	3
$l$ , м	0,9	*	1,1	*	*	0,9	1,1	*	0,8	*	*	0,9
$v$ , м/с	25	31	38	18	*	*	34	15	40	29	*	*
$u$ , м/с	*	7,7	*	6,8	7,7	*	*	6,1	*	7,8	7,3	*

## 14. Работа и мощность

**Задача 1.** Тело массой  $m$  под действием силы  $F$  движется прямолинейно с ускорением  $a$ . За время  $t$  силой  $F$  совершается механическая работа  $A$ . Определите значения величин, обозначенных \*. Начальная скорость тела равна нулю.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$m$ , кг	2	4	5	*	10	*	15	3	4	*	2	*
$F$ , Н	8	*	10	15	*	20	15	*	20	4	*	5
$a$ , м/с <sup>2</sup>	*	10	*	2	5	0,2	*	4	*	0,5	4	10
$t$ , с	2	*	*	4	10	*	5	*	*	2	5	*
$A$ , Дж	*	100	200	*	*	40	*	50	250	*	*	80

**Задача 2.** На рисунке К13 изображены графики зависимости силы  $F$ , действующей на тело, от координаты  $x$ . Определите механическую работу, совершаемую этой силой при перемещении тела от  $x_1$  до  $x_2$ . (Направления силы и перемещения совпадают.)

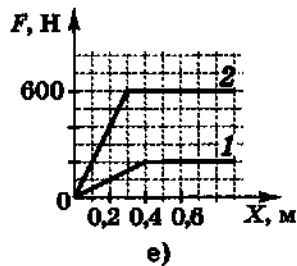
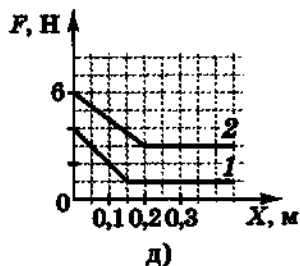
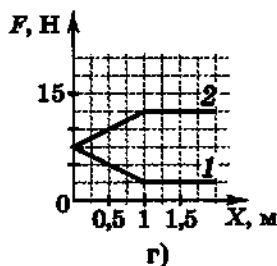
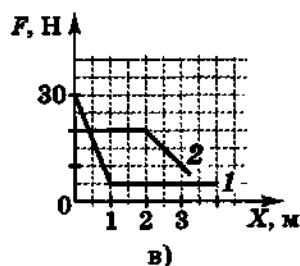
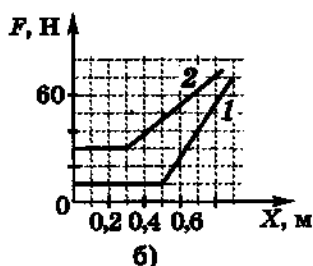
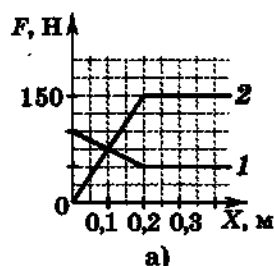


Рис. К13

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Рисунок	а	б	в	г	д	е	а	б	в	г	д	е
Номер графика	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2
$x_1$ , м	0	0,1	0,5	0	0,1	0,2	0,1	0,2	0	0,5	0	0,1
$x_2$ , м	0,3	0,7	2,5	1,25	0,25	0,5	0,3	0,6	3	1,5	0,3	0,6

**Задача 3.** При скорости полета  $v$  сила тяги двигателей самолета равна  $F$ , а мощность —  $N$ . Определите значение величины, обозначенной \*.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$v$ , $10^3$ км/ч	20	*	24	22	*	23	21	*	20	23	*	18
$F$ , кН	*	200	240	*	230	210	*	240	200	*	220	190
$N$ , МВт	150	160	*	140	150	*	160	150	*	170	140	*

Задача 4. Коэффициент трения тела о наклонную плоскость равен  $\mu$ . Длина наклонной плоскости  $l$ , высота  $h$  и КПД  $\eta$ . Вычислите значение величины, обозначенной \*.

Величина	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$l$ , м	*	2,0	1,5	1,8	*	1,5	1,8	2,0	*	1,8	2,0	1,5
$h$ , м	0,5	*	0,6	0,7	0,6	*	0,4	0,6	0,7	*	0,3	0,5
$\mu$	0,1	0,2	*	0,15	0,2	0,1	*	0,1	0,15	0,15	*	0,2
$\eta$ , %	63	69	74	*	56	81	53	*	73	70	38	*

## 15. Движение жидкостей

Задача 1. Диаметр трубы плавно уменьшается от  $D$  до  $d$  (рис. К14). При этом скорость воды увеличивается от  $v_0$  до  $v$ . Определите значение величины, обозначенной \*.

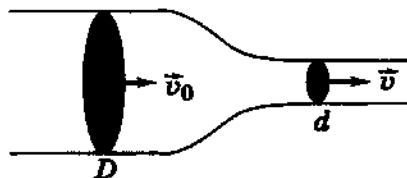


Рис. К14

Величина	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$D$ , см	*	5,0	4,0	10	*	12	6,0	16	*	18	8,0	2,4
$d$ , см	0,5	2,0	*	6,0	4,0	8,0	*	4,0	3,0	9,0	*	0,6
$v_0$ , м/с	0,5	0,2	0,3	*	0,4	0,8	0,2	*	0,4	0,3	0,1	*
$v$ , м/с	2,0	*	1,2	0,6	0,8	*	2,0	4,0	0,9	*	0,4	1,5

Задача 2. В гидравлическом прессе диаметр малого поршня  $d$ , диаметр большого поршня  $D$ . Сила, действующая на малый поршень, равна  $f$ , на большой —  $F$ . Поршни перемещаются со скоростями  $v$  и  $u$  соответственно. Определите значения величин, обозначенных \*. (Трением пренебречь.)

Величина	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$d$ , см	2	3	3	4	4	*	*	3	*	*	2	2
$D$ , см	*	10	*	*	20	15	20	10	15	20	15	*
$f$ , кН	0,5	1,0	0,5	1,0	1,5	1,0	1,5	*	*	0,5	*	*
$F$ , кН	20	*	*	5	*	*	10	5	10	20	15	15
$v$ , см/с	2,0	*	3,0	*	2,0	4,0	4,0	*	2,0	*	3,0	10
$u$ , см/с	*	0,5	0,2	0,1	*	0,2	*	0,3	0,1	0,2	*	0,5

**Задача 3.** В боковой стенке сосуда, заполненного вязкой жидкостью плотностью  $\rho$ , у дна имеется небольшое отверстие (с закругленными краями) диаметром  $d$ . При высоте  $h$  жидкости в сосуде скорость ее истечения из отверстия равна  $v$ , а масса жидкости, вытекающей за секунду, равна  $m$ . Определите значения величин, обозначенных \*.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$\rho$ , г/см <sup>3</sup>	*	0,8	1,0	1,0	*	0,9	0,8	*	1,0	0,9	1,0	0,8
$d$ , мм	5	*	*	3	4	3	6	5	*	*	6	3
$h$ , см	*	30	*	35	40	*	*	*	35	*	20	*
$v$ , м/с	2,0	*	2,2	*	*	3,0	*	3,0	*	2,2	*	2,4
$m$ , г/с	35	55	28	*	28	*	63	52	33	39	*	*

**Задача 4.** Насос представляет собой расположенный горизонтально цилиндр с поршнем диаметром  $D$  и выходным отверстием диаметром  $d$ , расположенным на оси цилиндра. Если поршень под действием силы  $F$  перемещается с постоянной скоростью, то скорость истечения струи жидкости из насоса составляет  $v$ . Плотность жидкости  $\rho$ . Рассчитайте значения величины, обозначенной \*.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$D$ , см	15	20	5	5	20	15	10	15	15	20	5	15
$d$ , мм	6	7	*	4	6	5	*	5	6	7	*	6
$\rho$ , г/см <sup>3</sup>	0,8	*	0,9	1,0	0,9	*	0,9	0,8	1,0	*	0,83	1,0
$v$ , м/с	*	1	3	2	*	3	2	1	*	4	2	3
$F$ , Н	28	16	8,0	*	230	64	14,1	*	79	220	3,2	*

## 16. Механические колебания

**Задача 1.** Маятник на нити длиной  $l$  за время  $t$  совершает  $n$  колебаний. Определите значение величины, обозначенной \*.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$l$ , м	*	1,1	0,9	*	1,4	1,6	*	1,0	1,2	*	1,3	1,5
$t$ , мин	3,0	*	3,8	6,0	*	6,3	3,0	*	5,2	6,5	*	4,1
$n$	80	100	*	150	200	*	100	80	*	180	120	*

Задача 2. На рисунке К15 изображены графики зависимости координаты тела, совершающего гармонические колебания, от времени. По графику определите амплитуду, период, частоту, круговую частоту колебаний. (Номер графика соответствует номеру варианта.)

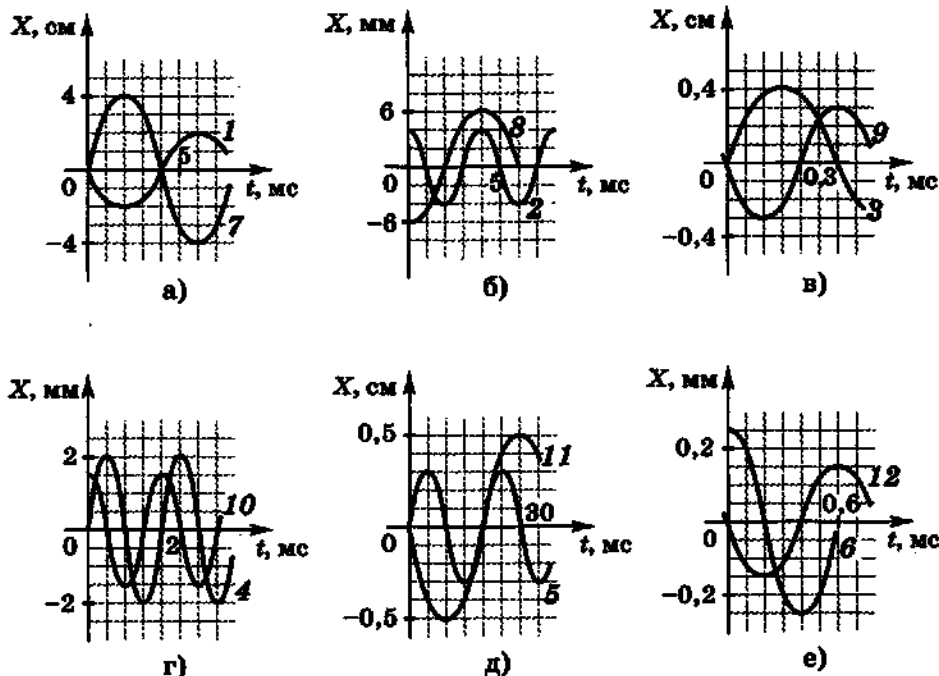


Рис. К15

Задача 3. За одно и то же время маятники длинами  $l_1$  и  $l_2$  совершают соответственно  $n_1$  и  $n_2$  колебаний. Длины маятников отличаются на  $\Delta l = l_1 - l_2$ . Определите значения величин, обозначенных \*.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$l_1$ , м	0,77	1,9	*	*	1,3	1,7	1,0	1,1	*	*	1,9	2,1
$l_2$ , м	*	1,2	*	0,80	1,7	*	*	1,6	*	1,5	0,70	*
$n_1$	50	40	60	70	*	90	100	120	110	60	*	70
$n_2$	40	*	50	80	70	*	80	*	70	30	50	*
$\Delta l$ , см	*	*	-24	*	*	30	*	*	-89	*	*	80

## 17. Механические волны. Звук

**Задача 1.** При колебаниях частицы среды с периодом  $T$  и частотой  $\nu$  возбуждаются волны (длина волны  $\lambda$ ), распространяющиеся со скоростью  $v$ . Определите значения величин, обозначенных \*.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$T$ , с	*	0,10	*	0,40	*	0,50	*	0,20	*	0,80	*	0,05
$\nu$ , Гц	*	*	100	*	*	*	200	*	*	*	400	*
$\lambda$ , м	1,5	*	*	0,5	8,0	*	*	4,0	2,5	*	*	0,3
$v$ , м/с	300	500	800	*	100	200	50	*	400	500	800	*

**Задача 2.** На рисунке К15 изображены графики колебаний вибратора. Начертите график зависимости смещения частиц среды от расстояния до вибратора в момент максимального смещения вибратора. Скорость волны  $v$ .

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
График	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1
$v$ , км/с	1,0	2,0	0,4	0,5	0,2	0,8	5,0	2,5	0,1	0,4	2,5	4,0

**Задача 3.** Приближающийся теплоход дал гудок, звук которого услышали на мосту через время  $t_1$ . Спустя время  $t_2$  после того, как был услышан гудок, теплоход прошел под мостом. Скорость движения теплохода  $v$ . Определите значение величины, обозначенной \*. Скорость звука в воздухе примите равной 340 м/с.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$t_1$ , с	*	1,5	1,6	2,3	1,8	*	*	1,7	2,2	2,6	1,2	*
$t_2$ , мин	1,7	*	1,0	1,9	*	1,3	1,4	*	1,9	2,2	*	1,4
$v$ , км/ч	25	80	*	*	26	30	22	18	*	*	20	24

**Задача 4.** Металлическую деталь проверяют ультразвуковым дефектоскопом. Сигнал, отраженный от дефекта, расположенного в детали на глубине  $h$ , был получен через  $t$  мкс после посылки. Скорость ультразвука в металле  $v$ . Определите значение величины, обозначенной \*.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$h$ , см	*	70	45	*	24	42	*	12	28	*	14	18
$t$ , мкс	125	*	175	230	*	230	300	*	120	470	*	110
$v$ , км/с	5,1	3,5	*	3,3	4,8	*	3,7	5,1	*	2,7	3,7	*

## 18. Вращательное движение

**Задача 1.** Угловая скорость тела, вращающегося вокруг оси  $O_1O_2$  (рис. К16), под действием силы  $\vec{F}$  (ее плечо  $d$ ) увеличилась (уменьшилась) за время  $t$  от  $\omega_1$  до  $\omega_2$ . Определите значение величины, обозначенной \*. Момент инерции тела относительно оси  $O_1O_2$  равен  $I$ .

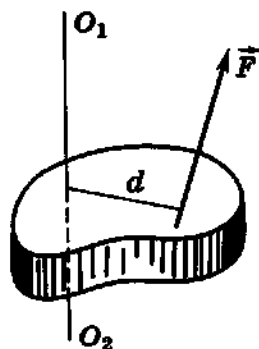


Рис. К16

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$F$ , Н	25	90	180	*	470	170	*	35	120	45	40	30
$d$ , см	6	*	12	8	15	16	9	*	4	8	14	10
$t$ , с	2,0	1,5	0,8	1,2	*	0,4	0,6	1,3	*	2,2	1,7	0,9
$\omega_1$ , рад/с	15	18	*	12	24	32	44	60	8,0	*	75	45
$\omega_2$ , рад/с	20	32	40	22	46	*	30	75	24	60	*	15
$I$ , кг·м <sup>2</sup>	*	0,8	1,0	1,2	1,6	1,8	1,4	0,9	0,6	0,4	2,0	*

**Задача 2.** Планета вращается вокруг звезды по эллипсу так, что наименьшее ее удаление от светила равно  $r$ , а наибольшее равно  $R$ . Минимальная орбитальная скорость планеты  $u$ , а максимальная  $U$ . Рассчитайте значение величины, обозначенной звездочкой \*. (Расстояния  $r$  и  $R$  указаны в астрономических единицах; 1 а. е. = 149,6 млн км.)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$r$ , а. е.	*	2,58	3,15	0,31	0,72	0,98	*	4,95	*	18,8	29,8	29,5
$R$ , а. е.	4,09	*	4,85	0,47	0,73	*	1,67	5,45	10,1	*	30,3	49,5
$u$ , км/с	15,5	18,2	*	38,9	*	29,3	22,0	12,4	9,13	6,49	*	8,66
$U$ , км/с	21,1	22,0	13,7	*	35,2	30,3	26,5	*	10,2	7,12	5,47	*

**Задача 3.** Фигурист, вращаясь вокруг своей оси, прижимает руки как можно ближе к туловищу, и его момент инерции относительно оси вращения уменьшается от  $I_1$  до  $I_2$ . При этом период вращения фигуриста уменьшается от  $T_1$  до  $T_2$ . Вычислите значение величины, обозначенной \*.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$I_1, \text{кг} \cdot \text{м}^2$	4,4	4,2	*	4,0	4,1	4,0	*	4,2	4,0	4,1	*	4,4
$I_2, \text{кг} \cdot \text{м}^2$	3,6	*	3,3	3,2	3,4	*	3,3	3,4	3,3	*	3,3	3,7
$T_1, \text{с}$	*	0,50	0,45	0,40	*	0,40	0,45	0,50	*	0,45	0,35	0,35
$T_2, \text{с}$	0,41	0,40	0,37	*	0,29	0,32	0,35	*	0,37	0,37	0,28	*

**Задача 4.** Шар массой  $m$  и радиусом  $R$  вращается вокруг своей оси. Шар тормозит, и его частота вращения уменьшается от  $\nu_1$  до  $\nu_2$ . При этом часть  $k$  выделяющейся энергии идет на нагрев шара, и его температура увеличивается на  $\Delta t$ . Определите значение величины, обозначенной \*. (Вещество, из которого состоит шар, указано в таблице; момент инерции шара относительно оси вращения, проходящей через его центр, равен  $0,4mR^2$ .)

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$R, \text{см}$	12	8	*	6	8	*	10	10	6	10	8	*
$\nu_1, \text{об/с}$	300	400	200	*	250	150	*	400	300	250	*	100
$\nu_2, \text{об/с}$	*	200	100	200	100	50	50	*	200	100	150	50
$k, \%$	40	*	50	40	30	40	30	30	*	40	50	30
$\Delta t, ^\circ\text{C}$	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

## 19. Моль. Число Авогадро

**Задача 1.** Объем  $\nu$  моль вещества равен  $V$ . Молярная масса этого вещества  $M$ , плотность  $\rho$ . Определите значения величин, обозначенных \*, или вещество.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$\nu, \text{моль}$	*	100	*	10	*	1,0	2,0	10	*	5,0	*	10
$V, 10^{-2} \text{м}^3$	0,10	*	48	*	2,0	*	0,10	*	1,0	*	0,10	*
$M, \text{г/моль}$	*	*	18	*	207	*	*	64	*	27	*	*
$\rho, \text{г/см}^3$	*	*	1,0	*	11,3	*	*	8,9	*	2,7	*	*
Вещество	Fe	Cu	*	Al	*	Hg	$\text{CuSO}_4$	*	$\text{H}_2\text{O}$	*	Pb	Hg

**Задача 2.** На поверхность изделия площадью  $S$  в течение времени  $t$  напыляют металлическое покрытие толщиной  $h$ ; при этом ежесекундно осаждается  $k$  атомов металла. Определите значение величины, обозначенной  $*$ , а также концентрацию атомов в напыленном слое, их общее число и массу одного атома.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$S, \text{ см}^2$	*	100	5	4	*	2	3	1000	*	5	1	0,5
$h, \text{ мкм}$	5	*	1	2	1	*	5	1	2	*	1	2
$k, 10^{18} \text{ с}^{-1}$	3	4	*	2	2	0,5	*	5	6	1	*	2
$t, \text{ мин}$	10	2	1	*	0,5	5	4	*	10	5	3	*
Металл	Al	Ni	Cr	Ag	Au	Pt	Al	Ni	Cr	Ag	Au	Pt

**Задача 3.** В комнате объемом  $V$  испарили капельку духов, содержащую ароматическое вещество массой  $m$ . Его молярная масса равна  $M$ , число молекул в  $1 \text{ см}^3$  воздуха равно  $n$ . Определите значение величины, обозначенной  $*$ .

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$V, \text{ м}^3$	*	30	40	50	*	60	30	40	*	50	60	100
$m, \text{ г}$	0,01	*	0,02	0,03	0,10	*	0,50	0,40	0,30	*	0,02	0,01
$M, \text{ г/моль}$	124	130	*	112	135	118	*	120	128	142	*	103
$n, 10^{11} \text{ см}^{-3}$	12	46	30	*	89	34	880	*	56	42	18	*

**Задача 4.** Если считать, что в веществе с молярной массой  $M$ , имеющем в твердом состоянии плотность  $\rho$ , атомы располагаются вплотную друг к другу, то их диаметр можно принять равным  $d$ . Оцените значение величины, обозначенной  $*$ .

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$M, \text{ г/моль}$	*	64	197	*	190	192	*	108	27	*	66	200
$\rho, \text{ г/см}^3$	7,3	*	19,3	11,3	*	22,4	21,5	*	2,7	7,8	*	13,6
$d, 10^{-10} \text{ м}$	3,0	2,3	*	3,1	2,4	*	2,5	2,6	*	2,3	2,5	*

## 20. МКТ идеального газа

**Задача 1.** В баллоне объемом  $V$  находится  $N$  молекул газа, которые характеризуются средней квадратичной скоростью  $\sqrt{v^2}$ . За время  $t$  о стенки баллона площадью  $S$  ударяется  $Z$  молекул. Вычислите значение величины, обозначенной \*.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$V, \text{ м}^3$	*	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	*	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
$N, 10^{26}$	3	*	4	5	6	7	8	*	9	10	11	12
$\sqrt{v^2}, \text{ км/с}$	0,30	0,35	*	0,45	0,50	0,60	0,40	0,55	*	0,30	0,35	0,40
$t, \text{ мс}$	1,0	2,0	3,0	*	1,0	2,0	3,0	0,5	0,6	*	0,7	0,8
$S, \text{ м}^2$	0,1	0,2	0,3	0,4	*	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	*	1,0
$Z, 10^{24}$	15	10	25	10	8	*	5	9	11	15	20	*

**Задача 2.** Космонавт, находящийся за пределами космического корабля, открывает вентиль газового баллона (площадь поперечного сечения выходного отверстия вентиля  $S$ ). При этом возникает реактивная сила  $F$ . Начальная концентрация газа в баллоне  $n$ , средняя квадратичная скорость молекул газа в баллоне  $\sqrt{v^2}$ . Определите значение величины, обозначенной \*.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$S, \text{ см}^2$	*	1,0	1,5	0,5	*	2,0	0,5	1,5	*	0,5	1,0	1,5
$F, \text{ Н}$	6,0	*	10	4,0	8,0	*	10	18	9,0	*	12	16
$n, 10^{26} \text{ м}^{-3}$	2,6	3,0	*	0,5	2,8	0,3	*	3,5	4,0	4,5	*	5,0
$\sqrt{v^2}, \text{ км/с}$	0,4	0,5	0,4	*	0,5	0,6	0,5	*	0,3	0,3	0,2	*
Газ	He	N <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	Ne	He	N <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	Ne	Ne	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	He

**Задача 3.** В сосуде кубической формы (сторона куба  $a$ ) содержится газ, концентрация молекул которого  $n$ , а их средняя квадратичная скорость  $\sqrt{v^2}$ . Сила давления газа на стенки сосуда равна  $F$ . Определите значение величины, обозначенной \*.

Газ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Газ	H <sub>2</sub>	He	N <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	Ne	H <sub>2</sub>	He	N <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	Ne
$\alpha$ , м	*	1,0	0,9	0,8	*	0,7	0,6	0,5	*	0,4	0,3	0,1
$\rho$ , 10 <sup>26</sup> м <sup>-3</sup>	0,25	*	0,80	0,40	0,50	*	0,60	0,70	0,80	*	0,90	1,0
$\sqrt{v^2}$ , км/с	9	13	*	4,8	4	6	*	15	5	6	*	8
$F$ , кН	10	40	22,5	*	12,1	14	48,4	*	6,4	10	25,6	*

Задача 4. В баллоне объемом  $V$  находится  $N$  молекул газа, средняя кинетическая энергия которых равна  $\bar{E}$ . Газ производит давление  $p$  на стенки баллона. Определите значение величины, обозначенной \*.

Газ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$V$ , л	*	2	3	4	*	6	7	8	*	10	11	12
$N$ , 10 <sup>23</sup>	8	*	10	9	7	*	11	6	8	*	9	11
$\bar{E}$ , 10 <sup>-21</sup> Дж	7,7	7,5	*	7,3	7,1	6,9	*	6,7	6,5	6,3	*	6,0
$p$ , 10 <sup>5</sup> Па	12	11	10	*	9	8	7	*	6	5	4	*

## 21. Уравнение состояния идеального газа

Задача 1. В сосуде под поршнем находится газ при температуре  $t$ . Если часть газа ( $\alpha$  % его массы) выпустить из баллона, температуру газа изменить на  $\Delta t$ , опустить или поднять поршень, изменив объем газа в  $\beta$  раз, то его давление изменится в  $\gamma$  раз. Вычислите значение величины, обозначенной \*.

Газ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$t$ , °C	0	7	17	27	*	37	47	57	*	67	77	87
$\alpha$ , %	10	15	20	*	25	30	10	*	15	20	25	30
$\Delta t$ , °C	10	-20	*	20	-30	30	*	10	-20	20	-30	*
$\beta$	0,5	*	0,4	0,3	2	*	3	4	0,7	0,6	*	0,9
$\gamma$	*	2	0,5	2	2,5	2	2,5	0,5	0,9	*	2,9	1,5

**Задача 2.** На рисунке К17 изображены в одной из трех возможных систем координат ( $pV$ ,  $VT$ ,  $pT$ ) графики процессов с газом определенной массы. Начертите график процесса, приведенный в вашем варианте, в двух других системах координат. Номер варианта соответствует номеру графика на рисунке.

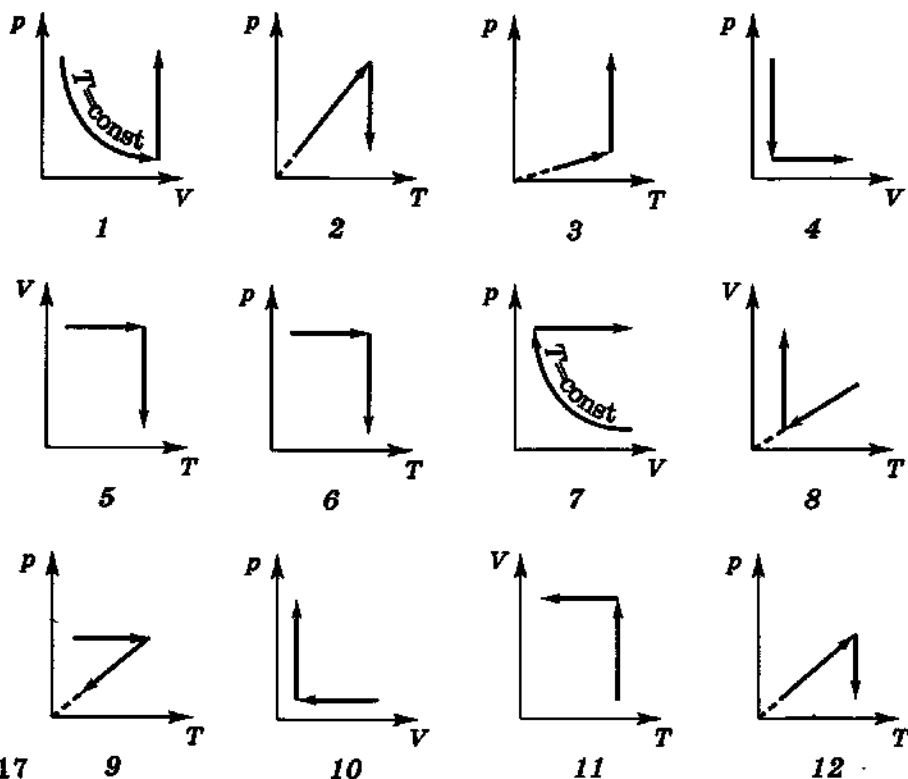


Рис. К17

**Задача 3.** Пузырек воздуха медленно всплывает со дна водоема. На глубине  $h$  он имеет объем  $V$  при температуре воздуха в пузырьке  $t$ . У поверхности воды объем пузырька становится равным  $V_0$ , температура воздуха в нем  $t_0$ . Определите значение величины, обозначенной \*. Вычислите плотность воздуха в пузырьке в тот момент, когда он находился на глубине  $h$ . Атмосферное давление  $p_0$  примите равным 100 кПа.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$h$ , м	5,0	10	15	*	15	10	5,0	*	7,5	12,5	20	*
$V$ , см <sup>3</sup>	*	0,50	1,0	0,05	*	0,01	0,02	0,03	*	0,10	0,20	0,30
$t$ , °C	4	*	10	5	7	*	6	4	8	*	5	6
$V_0$ , 10 <sup>-1</sup> см <sup>3</sup>	6,0	10,5	*	0,9	6,0	0,21	*	0,61	5,0	2,3	*	7,0
$t_0$ , °C	18	16	20	17	13	21	10	0	18	10	15	20

Задача 4. Плотность смеси двух газов, содержащей массу  $m_1$  первого газа и массу  $m_2$  второго газа, при температуре  $t_0$  и общем давлении  $p$  составляет  $\rho$ . Определите значение величины, обозначенной \*, или вид газа. Вычислите парциальные давления газов.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Первый газ	H <sub>2</sub>	He	N <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	*	Ar	Ar	Ne	O <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	*	H <sub>2</sub>
$m_1$ , г	2	4	7	*	20	20	10	10	8	*	2	4
Второй газ	CO	CO <sub>2</sub>	*	NH <sub>3</sub>	CFCl <sub>3</sub>	CFCl <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	*	SO <sub>2</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	CCl <sub>4</sub>
$m_2$ , г	14	*	21	17	13,6	40,4	16	*	8,0	32	13	15,2
$t$ , °C	*	-23	-13	-3	27	17	*	7	0	37	47	57
$p$ , кПа	100	120	140	150	160	*	170	200	220	240	260	*
$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	0,51	0,69	2,4	1,11	1,96	5,01	1,6	2,1	0,70	4,28	1,46	0,93

## 22. Влажность воздуха. Поверхностное натяжение. Свойства твердых тел

Задача 1. В баллоне, вместимость которого  $V$ , при температуре  $t$  находится воздух с относительной влажностью  $\phi$ . Для полной его осушки в баллон ввели кусок хлорида кальция, который поглотил воду массой  $m$ . Определите значение величины, обозначенной \*.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$V$ , л	100	150	*	200	170	*	140	270	*	330	250	*
$m$ , г	0,44	*	1,0	0,95	*	2,0	1,2	*	3,0	2,5	*	1,4
$\phi$ , %	*	75	30	*	70	80	*	90	65	*	25	60
$t$ , °C	9	10	19	11	3	8	15	18	14	16	19	20

Задача 2. Для определения коэффициента поверхностного натяжения  $\sigma$  жидкости плотностью  $\rho$  был использован метод отрыва капель: измерен общий объем капель  $V$ , вытекших из пипетки, и число  $N$  этих капель. Диаметр выходного отверстия пипетки  $d$ . Определите значение величины, обозначенной \*. На сколько изменится поверхностная энергия при слиянии двух таких капель в одну?

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$\sigma$ , мН/м	73	24	*	22	73	24	22	*	60	43	36	33
$\rho$ , г/см <sup>3</sup>	1,0	*	0,80	0,79	1,0	0,80	*	0,89	1,51	1,02	0,90	*
$V$ , см <sup>3</sup>	*	1,4	2,1	1,7	9,6	*	2,8	2,1	3,4	4,3	*	3,1
$N$	50	60	70	100	*	50	70	100	90	*	40	60
$d$ , мм	2,0	2,5	3,0	*	3,5	4,0	4,5	2,0	*	2,5	4,0	4,5

Задача 3. Если две капиллярные трубки разного диаметра опустить в жидкость плотностью  $\rho_1$  с коэффициентом поверхностного натяжения  $\sigma_1$ , то разность уровней жидкости в них будет равна  $\Delta h_1$ . Если эти же трубки опустить в жидкость плотностью  $\rho_2$  с коэффициентом поверхностного натяжения  $\sigma_2$ , то разность уровней будет равна  $\Delta h_2$ . Вычислите значение величины, обозначенной \*.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$\sigma_1$ , мН/м	*	24	26	22	73	24	*	29	60	43	36	33
$\rho_1$ , г/см <sup>3</sup>	1,0	*	0,80	0,79	1,0	0,80	0,79	*	1,51	1,02	0,90	0,90
$\Delta h_1$ , мм	10	8,0	*	11	6,0	15	5,0	9,0	*	12	14	7,0
$\rho_2$ , г/см <sup>3</sup>	0,90	0,90	1,02	*	0,88	1,0	1,0	1,51	0,79	*	0,79	1,51
$\sigma_2$ , мН/м	33	36	43	60	*	73	73	60	22	24	*	60
$\Delta h_2$ , мм	5,0	10,7	11,7	15,7	2,7	*	13,1	10,8	7,0	8,5	9,7	*

Задача 4. При океанологических исследованиях больших глубин необходимое оборудование опускают в воду с помощью каната. Если предел прочности его материала  $\sigma_{пр}$ , а плотность  $\rho$ , то исследования можно проводить на глубинах, не превышающих  $H_{\max}$ . Определите значение величины, обозначенной \*. (Массу оборудования не учитывайте.)

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$\sigma_{пр}$ , МПа	*	100	500	*	700	100	250	*	*	700	500	250
$\rho$ , 10 <sup>3</sup> кг/м <sup>3</sup>	4,5	*	7,8	7,8	*	2,7	*	7,8	2,7	7,8	*	4,5
$H_{\max}$ , км	7,1	5,9	*	10,3	10,3	*	7,1	7,9	5,9	*	7,9	*

## 23. Первый закон термодинамики

Задача 1. На диаграмме  $pV$  (рис. К18) представлен замкнутый цикл, состоящий в общем случае из изохор, изобар и адиабат. Газ одноатомный, количество его вещества равно  $\nu$ . Определите работу газа в каждом процессе и работу за цикл, количество полученной и отданной теплоты за цикл, КПД цикла, а также значения величин, обозначенных \*. (К этой задаче даны две таблицы, т. е. вариантов задачи 24.)

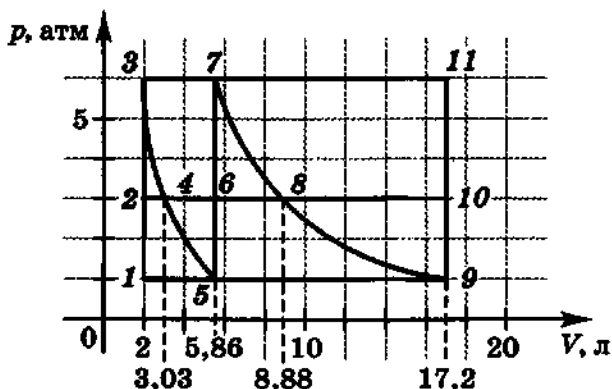


Рис. К18

Таблица 1

Вариант	Цикл	$\nu$ , 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		*	*

Вариант	Цикл	$V$ , 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	$T_{10}$ , К	$T_{11}$ , К
1	7-11-9-7	*							*		*		900
2	7-11-10-8-7	1,5							*	*		*	*
3	8-10-9-8	*								*	*	600	
4	4-3-7-8-4	*			*	*			*	500			
5	5-3-7-9-5	*			*		300		*		*		
6	4-8-9-5-4	1,0				*	*			*	*		
7	2-3-7-8-2	*		*	*				400	*			
8	1-3-7-9-1	*	270		*				*		*		
9	1-3-11-9-1	1,8	*		*						*		*
10	6-7-11-10-6	*						*	*			*	900
11	5-6-10-9-5	*					*	*			600	*	
12	5-7-11-9-5	1,2					*		*		*		*

Задача 2. В закрепленном и расположенном горизонтально цилиндрическом баллоне при давлении  $p_1$  находится одноатомный газ объемом  $V_1$ . 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 объем —  $V_2$ , скорость поршня достигнет значения  $v_0$ . Определите значение величины, обозначенной \*. (Система теплоизолирована, внешнее давление отсутствует.)

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$p_1$ , кПа	10,0	12,0	7,0	9,0	8,0	*	6,3	17,8	8,2	11,4	27	*
$V_1$ , л	5,0	7,0	5,0	10	*	11	7,8	3,1	9,1	10,4	*	5,2
$m$ , кг	3,0	4,0	1,5	*	6,0	3,0	3,0	4,0	1,5	*	6,0	1,0
$p_2$ , кПа	6,0	9,0	*	3,0	2,0	10	6,0	8,0	*	9,0	4,0	3,0
$V_2$ , л	6,8	*	7,0	19,3	27,6	14	8,0	*	10	12	11	9,0
$v_0$ , м/с	*	2,6	3,7	6,9	4,5	5,0	*	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0

Задача 3. На рисунке К19 даны графики зависимости давления газа от объема. Определите работу газа и работу внешних сил в заданном процессе. (Номер варианта соответствует номеру графика на рисунке.)

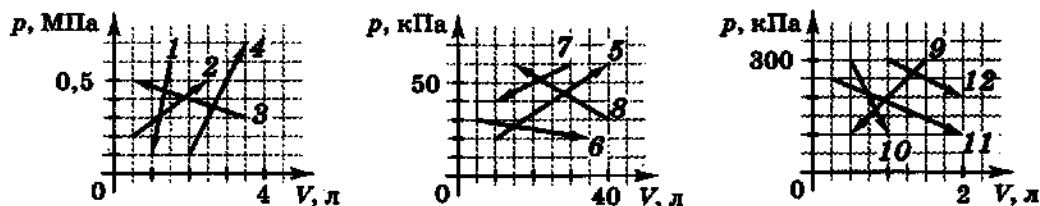


Рис. К19

Задача 4. Температура нагревателя идеальной тепловой машины равна  $t_1$ , а температура холодильника равна  $t_2$ . Количество теплоты, получаемое машиной от нагревателя за 1 с, равно  $Q_1$ , количество теплоты, отдаваемое ею холодильнику за 1 с, равно  $Q_2$ . КПД и мощность машины равны соответственно  $\eta$  и  $N$ . Вычислите значения величин, обозначенных \*.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$t_1, ^\circ\text{C}$	300	400	*	350	250	150	*	*	180	190	*	220
$t_2, ^\circ\text{C}$	20	*	40	*	17	*	30	27	25	*	35	*
$Q_1, \text{кДж/с}$	5,0	10	15	20	*	*	*	17	*	*	*	10
$Q_2, \text{кДж/с}$	*	*	*	12	20	2,0	5,0	10	*	*	*	*
$\eta, \%$	*	30	35	*	*	20	30	*	*	30	25	*
$N, \text{кВт}$	*	*	*	*	*	*	*	*	5,0	2,0	1,5	3,0

## 24. Количество теплоты. Тепловые двигатели

Задача 1. Два одинаковых металлических шара движутся со скоростями  $v_1$  и  $v_2$  навстречу друг другу. При неупругом ударе их температура повышается на  $\Delta t$ . Определите значение величины, обозначенной \*.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Металл	*	Cu	Sn	Pb	*	Sn	Pb	Ag	*	Pb	Ag	Cu
$v_1, \text{м/с}$	1,0	*	3,0	2,0	3,0	*	3,0	2,0	2,0	*	1,0	5,0
$v_2, \text{м/с}$	1,0	2,0	*	1,0	4,0	1,0	*	3,0	2,0	3,0	*	3,0
$\Delta t, 10^{-2} ^\circ\text{C}$	4,35	25,0	52,5	*	32,2	28,3	100	*	17,4	88,0	11,3	*

**Задача 2.** В воду массой  $m_1$ , взятую при температуре  $t_1$ , бросили кусок льда массой  $m_2$ , имеющий температуру  $t_2$ . Если через воду пропустить 100-градусный водяной пар массой  $m_3$ , то температура смеси станет равной  $t$ . Вычислите значение величины, обозначенной \*. (Потери тепла не учитывайте.)

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$m_1$ , кг	*	1,5	2,0	1,0	1,5	3,0	*	3,0	1,5	1,0	2,5	2,0
$t_1$ , °C	20	*	30	15	25	40	45	*	60	65	5,0	10
$m_2$ , кг	0,10	0,10	*	0,05	0,10	0,20	0,20	0,30	*	0,05	0,20	0,15
$t_2$ , °C	0	-5,0	-10	*	-3,0	-5,0	-10	-4,0	-20	*	0	-3,0
$m_3$ , г	20	30	10	10	*	40	30	10	50	20	*	40
$t$ , °C	25	27	25	16,5	0	*	40	0	40	66	0	*

**Задача 3.** Автомобиль трогается с места и, двигаясь равноускоренно, за время  $t$  проходит путь  $s$  на подъеме с углом наклона  $\alpha$  к плоскости горизонта. Масса автомобиля  $m$ , КПД двигателя  $\eta$ , расход бензина при среднем коэффициенте сопротивления движению  $k$  составляет  $V$ . Определите значение величины, обозначенной \*.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$t$ , с	*	15	10	15	20	15	15	*	10	5,0	10	20
$s$ , м	50	*	50	120	150	120	200	200	*	25	70	180
$\alpha$ , °	8,0	6,5	*	4,0	9,0	11,5	8,5	4,5	9,5	*	12,5	6,0
$m$ , т	1,2	2,3	5,0	*	4,0	6,0	3,0	0,60	10	8,0	*	0,80
$\eta$	0,25	0,30	0,28	0,26	*	0,20	0,21	0,28	0,22	0,27	0,26	*
$k$	0,11	0,12	0,14	0,12	0,16	*	0,10	0,12	0,13	0,15	0,16	0,10
$V$ , мл	26	76	90	63	240	535	*	40	690	120	640	43

**Задача 4.** В цилиндре под невесомым поршнем площадью  $S$  находится насыщенный водяной пар. Туда впрыскивают небольшое количество воды массой  $m$  при температуре  $t$ . В результате этого поршень опускается на высоту  $h$ . Найдите значение величины, обозначенной \*. (Атмосферное давление  $p_0 = 100$  кПа; теплоемкостью цилиндра и теплоотдачей можно пренебречь.)

Величина	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$S, \text{ см}^2$	100	150	*	250	300	350	*	450	500	550	*	650
$m, \text{ г}$	0,50	*	5,0	4,0	10	*	25	15	10	*	12	8,0
$t, \text{ }^\circ\text{C}$	*	10	20	30	*	40	25	10	*	15	0	5,0
$h, \text{ см}$	1,0	8,8	6,3	*	10,5	16	15	*	5,0	19	6,3	*

## 25. Электрические заряды и электрическое поле

**Задача 1.** 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 значение величины, обозначенной \*.

Величина	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
$d, \text{ см}$	*	0,6	0,8	*	0,7	1,0	*	0,9	1,2	*	0,6	1,6
$l, \text{ м}$	0,5	*	0,5	1,0	*	0,5	0,3	*	0,4	1,5	*	0,9
$F, \text{ мкН}$	0,24	36	*	37	5,0	*	280	866	*	866	55	*

**Задача 2.** Из бесконечности с равными скоростями  $v$  навстречу друг другу движутся одинаковые заряженные частицы, имеющие массу  $m$  и заряд  $q$  каждая. Наименьшее расстояние, на которое они могут сблизиться, равно  $l$ . Определите значение величины, обозначенной \*.

Величина	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$v, \text{ км/с}$	*	1	8	2	*	3	1	2	*	5	7	3
$m, 1,7 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$	1	*	1	5	4	*	1	4	3	*	2	1
$q, 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$	1	1	1	*	2	2	1	*	1	1	1	*
$l, \text{ нм}$	5,4	68	*	27	3,8	20	*	34	2,8	5,4	*	15

**Задача 3.** Частица, имеющая массу  $m_1$  и заряд  $q_1$ , движется навстречу частице, имеющей массу  $m_2$  и заряд  $q_2$ . На большом расстоянии друг от друга частицы обладают скоростями  $v_1$  и  $v_2$  соответственно. Минимальное расстояние, на которое сблизятся частицы, равно  $l$ . Определите значение величины, обозначенной \*.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$m_1, 1,7 \cdot 10^{-27}$ кг	1	2	3	*	4	2	1	3	3	4	*	2
$m_2, 1,7 \cdot 10^{-27}$ кг	1	3	4	2	5	3	*	4	1	1	2	5
$q_1, 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл	1	2	1	1	1	*	1	2	2	1	1	2
$q_2, 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл	1	1	*	2	1	1	1	2	2	*	1	1
$v_1, 10^4$ м/с	18	11	15	14	*	16	2,0	1,0	0,8	1,0	2,0	*
$v_2, 10^4$ м/с	0	*	0,1	1,2	3,0	1,6	1,0	0,5	*	3,0	0,8	1,0
$l, 10^{-8}$ см	*	4,7	12	6,0	0,73	4,4	4,5	*	100	4,2	5,2	19

## 26. Напряженность и потенциал электрического поля

**Задача 1.** Точечные заряды  $q_1, q_2, q_3$  расположены на координатной плоскости  $ХОУ$  в точках с координатами  $(x_1; y_1), (x_2; y_2), (x_3; y_3)$  соответственно. Чему равны сила взаимодействия между зарядами  $q_1$  и  $q_2$ , напряженность поля, создаваемого этими зарядами в точке, где находится третий заряд  $q_3$ , т. е. в точке с координатами  $(x_3; y_3)$ , и сила, действующая на заряд  $q_3$ ?

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$q_1$ , нКл	10	10	40	10	15	-20	-10	30	20	-5	-25	10
$q_2$ , нКл	-20	20	10	-40	15	20	-10	30	-20	25	10	-15
$q_3$ , нКл	10	5	10	-10	15	10	5	6	10	5	10	5
$x_1$ , дм	0	0	1	1	0	3	4	2	2	4	3	3
$y_1$ , дм	0	0	0	1	2	4	1	1	3	4	1	0
$x_2$ , дм	0	0	1	4	2	1	1	4	4	0	1	0
$y_2$ , дм	2	2	3	4	0	2	4	1	6	0	3	3
$x_3$ , дм	1	1	0	3	2	0	2	3	3	0	0	5
$y_3$ , дм	1	1	2	3	2	0	2	1	4,5	4	0	5

**Задача 2.** Частица с зарядом  $q$  и массой  $m$ , будучи помещенной в однородное электрическое поле напряженностью  $E$ , начинает двигаться вдоль силовой линии поля и через время  $t$ , пройдя расстояние  $l$  между точками поля с разностью потенциалов  $U$ , приобретает скорость  $v$ . Определите значения величин, обозначенных \*.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$q, 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл	-2	-1	3	*	-1	*	3	4	3	*	4	-1
$m, 1,7 \cdot 10^{-27}$ кг	*	4	10	16	*	28	20	18	72	27	*	52
$E, \text{кН/Кл}$	*	0,33	*	*	*	0,67	0,29	*	*	1,0	3,0	*
$t, \text{мс}$	0,5	*	1,0	*	*	*	2,5	*	*	*	*	3,5
$U, \text{В}$	90	*	*	150	200	*	*	50	*	150	300	250
$l, \text{см}$	*	30	*	25	16	15	*	45	36	*	*	*
$v, \text{Мм/с}$	6,0	*	8,5	21,2	6,0	13,4	*	*	3,9	15,3	57,1	*

**Задача 3.** Бесконечная диэлектрическая плоскость  $A_1A_2$  (рис. К20) имеет поверхностную плотность заряда  $\sigma_1$ ; шар из диэлектрика радиусом  $r$  имеет поверхностную плотность заряда  $\sigma_2$ . Напряженность поля в точке  $C$ , находящейся на расстоянии  $l$  от центра  $O$  шара, равна  $E$ . Определите значение величины, обозначенной  $*$ . (Учтите, что  $OC \parallel A_1A_2$ .)

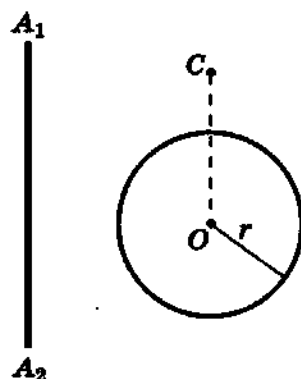


Рис. К20

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$\sigma_1, \text{нКл/м}^2$	*	25	30	20	35	*	30	25	20	40	*	15
$\sigma_2, \text{нКл/м}^2$	25	*	20	50	20	35	*	40	35	10	15	*
$r, \text{см}$	10	15	*	5,0	10	5,0	5,0	*	15	20	10	5,0
$l, \text{см}$	30	45	60	*	40	20	10	5,0	*	3,0	40	30
$E, \text{кН/Кл}$	1,2	1,5	1,7	1,3	*	2,8	1,8	1,4	1,1	*	2,5	0,85

**Задача 4.** Наэлектризованный шар радиусом  $r$  имеет объемную плотность заряда  $\rho$ . Сила, действующая на точечный заряд  $Q$ , находящийся на расстоянии  $d$  от поверхности шара, равна  $F$ . Определите значение величины, обозначенной  $*$ , энергию взаимодействия заряда  $Q$  и шара. Начертите графики зависимости напряженности электрического поля и потенциала шара от расстояния  $R$  до его центра.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$Q, 10^{-9}$ Кл	20	15	40	35	25	10	30	60	50	45	50	10
$\rho, 10^{-6}$ Кл/м <sup>3</sup>	*	30	60	40	*	70	85	70	*	40	10	90
$r, \text{см}$	3,0	*	8,0	7,0	12	*	8,0	4,0	5,0	*	3,0	8,0
$d, \text{см}$	10	15	*	30	30	18	*	8,0	9,0	14	*	10
$F, \text{мкН}$	24	53	590	*	370	260	850	*	600	530	63	*

## 27. Электроемкость конденсатора. Энергия электрического поля

**Задача 1.** Плоский конденсатор состоит из круглых пластин диаметром  $d$ , расстояние между которыми  $x$ . Между пластинами находится прослойка толщиной  $l$  с диэлектрической проницаемостью  $\varepsilon$ . Конденсатор заряжен до напряжения  $U$ , заряд на его пластинах  $q$ . Определите значе- ние величины, обозначенной \*.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$d, \text{см}$	10	11	15	*	16	20	12	8,0	*	20	25	16
$\varepsilon$	2,1	6,0	*	4,0	5,0	2,0	8,0	*	6,0	4,0	2,0	3,0
$l, \text{мм}$	4,0	*	5,0	6,0	2,0	4,0	3,0	9,0	9,0	7,0	*	6,0
$x, \text{мм}$	7,0	3,0	9,0	8,0	4,0	*	5,0	10	12	*	5,0	7,0
$q, \text{нКл}$	*	3,9	10	5,7	7,4	9,3	*	4,4	6,1	10,3	29	5,9
$U, \text{В}$	200	100	300	200	*	200	200	400	400	300	200	*

**Задача 2.** На рисунке К21 изображена схема соединения одинаковых конденсаторов, емкость каждого из которых  $C$ . Напряжение  $U$  подается на клеммы, указанные в таблице. Рассчитайте емкость батареи конденсаторов и заряд на каждом из них.

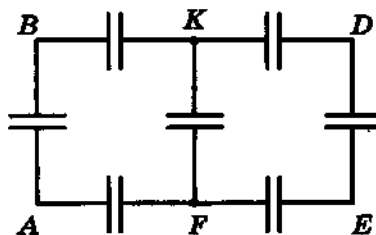


Рис. К21

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$C, \text{мкФ}$	1	2	5	4	6	10	1	2	5	4	10	8
$U, \text{В}$	200	300	100	200	300	400	500	400	300	500	200	100
Клеммы	AF	BD	DE	BK	EF	KD	DF	BF	AK	EK	AB	AE

Задача 3. Электрическое поле образовано двумя параллельными горизонтальными заряженными пластинами длиной 5,0 см. Поверхностная плотность зарядов на верхней пластине  $\sigma_1$ , на нижней —  $\sigma_2$ . В поле влетает со скоростью  $v_0$  под углом  $\alpha$  к оси  $X$  частица массой  $m$  с зарядом  $q$ . (Ось  $X$  параллельна пластинам и боковой стороне пластины, имеющей длину 5,0 см; угол отсчитывается от оси  $X$  в направлении верхней пластины;  $m_e$  — масса электрона,  $m_p$  — масса протона,  $m_\alpha$  — масса  $\alpha$ -частицы; значение заряда  $q$  частицы кратно  $e$  — заряду электрона.) Вылетает частица из поля со скоростью  $v$  под углом  $\beta$  к оси  $X$ , совершив перемещение  $s$  и пройдя разность потенциалов  $\phi_1 - \phi_2$ . Определите работу поля, изменение кинетической и потенциальной энергии частицы, скорость вылета частицы  $v$  и значения величин, обозначенных \*. Силу тяжести не учитывайте. Напряженность поля пластины при расчетах примите равной напряженности поля бесконечной равномерно заряженной пластины.

№ задачи	$\sigma_1, 10^{-9} \text{ Кл/м}^2$	$\sigma_2, 10^{-9} \text{ Кл/м}^2$	$\alpha, ^\circ$	$m$	$q$	$v_0, 10^5 \text{ м/с}$	$s, \text{ см}$	$\phi_1 - \phi_2, \text{ В}$	$\beta, ^\circ$
1	8,85	-8,85	-15	$m_e$	$-e$	*	50	*	*
2	-8,85	17,7	20	$m_e$	$-e$	*	*	0	*
3	0	8,85	*	$m_p$	$+e$	*	*	0	20
4	-17,7	8,85	-45	$m_p$	$+e$	0,9	*	*	*
5	-17,7	-8,85	-20	$m_\alpha$	$+2e$	0,8	*	*	*
6	17,7	-8,85	45	$m_e$	$-e$	22	*	*	*
7	17,7	0	*	$m_e$	$-e$	*	50	*	20
8	0	-17,7	30	$m_p$	$+e$	*	*	-5	*
9	8,85	0	10	$m_p$	$+e$	1,1	*	*	*
10	-8,85	0	-15	$m_\alpha$	$+2e$	*	*	0	*
11	0	26,55	30	$m_e$	$-e$	38	*	*	*
12	26,55	0	-20	$m_e$	$-e$	*	*	*	20

Задача 4. Заряженный конденсатор емкостью  $C_1$ , обладающий энергией  $W$ , подсоединяют к незаряженному конденсатору емкостью  $C_2$ . Количество теплоты, выделившееся при перераспределении заряда между ними, равно  $Q$ . Определите значение величины, обозначенной \*.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$C_1$ , мкФ	*	10	20	15	*	15	10	20	*	10	20	15
$W$ , Дж	0,1	*	0,2	0,25	0,5	*	0,6	0,6	0,8	*	0,5	0,1
$C_2$ , мкФ	3,0	8,0	*	12	15	20	*	10	15	15	*	6,0
$Q$ , мДж	37,5	180	86	*	300	170	400	*	440	180	100	*

## 28. Закон Ома для участка цепи

Задача 1. Под действием электрического поля напряженностью  $E$  электроны перемещаются в проводнике со скоростью  $v$ . Удельное сопротивление проводника  $\rho$ , концентрация свободных электронов в нем  $n$ . Определите значение величины, обозначенной \*.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$E$ , мВ/м	8,0	*	27	78	7,4	*	20	110	61	*	39	62
$v$ , $10^{-6}$ м/с	30	60	*	70	50	40	*	75	90	80	*	100
$\rho$ , $10^{-8}$ Ом·м	*	5,5	1,7	21	*	9,8	5,7	10	*	95,8	2,7	5,9
$n$ , $10^{20}$ м $^{-3}$	0,60	0,63	0,84	*	0,58	0,84	0,64	*	0,37	0,40	0,82	*

Задача 2. Из микроамперметра с пределом измерения силы тока  $I_0$  и сопротивлением катушки  $R_0$  изготавливают амперметр с пределом измерения силы тока  $I$  или вольтметр с пределом измерения напряжения  $U$  путем подключения шунта сопротивлением  $R_{ш}$  или добавочного сопротивления  $R_{д}$ . Вычислите значения величин, обозначенных \*.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$I_0$ , мА	0,05	*	0,20	*	0,15	0,50	1,0	0,20	*	0,10	0,50	*
$R_0$ , кОм	2,0	1,0	*	0,5	*	0,2	0,1	*	3,0	*	0,6	0,2
$I$ , А	0,1	0,1	0,2	0,3	*	*	1,0	2,0	*	1,0	*	0,1
$U$ , В	10	10	20	10	30	25	*	*	50	100	*	*
$R_{ш}$ , Ом	*	1,0	0,5	*	0,1	0,2	*	0,01	0,3	*	6,1	2,0
$R_{д}$ , кОм	*	*	*	32,8	199	*	9,9	200	997	998	9,4	49,8

Задача 3. На рисунке К22 изображена схема соединения одинаковых резисторов, сопротивление каждого из которых равно  $R$ . Напряжение  $U$  подано на клеммы, указанные в таблице. Вычислите сопротивление цепи, напряжение на каждом из резисторов и силу тока в нем, а также мощность, выделяющуюся в цепи.

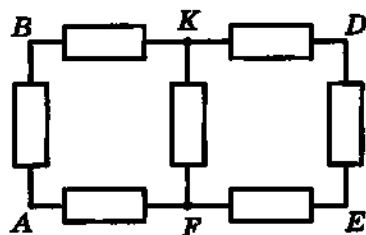


Рис. К22

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$R$ , кОм	2	3	5	6	8	10	1	2	2	1	1	10
$U$ , В	10	15	25	30	20	25	10	10	10	5	5	40
Клеммы	DF	BF	AK	EK	AB	AE	AF	BD	DE	BK	EF	KD

Задача 4. Электронагреватель, включенный в сеть напряжением 220 В, имеет КПД  $\eta$  и позволяет за время  $\tau$  нагреть воду массой  $M$  на  $\Delta t$  градусов, доведя ее до кипения, а часть этой воды массой  $m$  обратить в пар. Нагреватель изготовлен из проволоки с удельным сопротивлением  $\rho$ , длиной  $l$  и диаметром  $d$ . Определите значение величины, обозначенной \*.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$\eta$ , %	*	50	60	55	45	60	40	50	*	45	55	35
$\tau$ , мин	15	*	15	20	20	15	10	8,0	8,0	*	10	15
$M$ , кг	0,64	2,0	*	0,93	0,46	1,1	0,60	0,39	0,37	0,33	*	1,0
$\Delta t$ , °С	100	80	70	*	60	80	100	90	95	80	60	*
$m$ , г	40	100	50	20	*	30	15	40	20	40	10	30
$\rho$ , $10^{-8}$ Ом · м	45	50	100	110	120	*	45	40	100	110	120	130
$l$ , м	13,5	18,2	9,3	5,2	9,5	9,1	*	19	6,0	8,3	8,4	8,8
$d$ , мм	0,4	0,6	0,7	0,3	0,3	0,5	0,3	*	0,4	0,6	0,4	0,6

## 29. Закон Ома для полной цепи

**Задача 1.** Клеммы источника тока с ЭДС  $\mathcal{E}$  и внутренним сопротивлением  $r$  замкнули проводником длиной  $l$  и массой  $m$ . При этом сила тока в цепи была равна  $I$ . Металл, из которого сделан проводник, указан в таблице. Определите значение величины, обозначенной  $*$ .

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$\mathcal{E}$ , В	*	1,0	2,0	4,5	1,0	2,0	*	3,0	4,5	1,5	3,0	*
$r$ , Ом	0,5	*	1,0	0,8	0,2	0,7	1,0	*	1,0	0,5	0,8	0,5
$l$ , м	10	15	*	10	5,0	*	12	10	*	15	10	10
$m$ , г	15	200	67	*	14	7,4	48	15	34	*	24	5,0
$I$ , А	2,0	1,5	1,0	4,0	*	1,0	1,0	2,0	4,0	2,0	*	1,0
Металл	Al	Cu	Ag	Cu	Al	Cu	Ag	Al	Ag	Cu	Ag	Al

**Задача 2.** При подключении к батарее гальванических элементов резистора сила тока в цепи равна  $I_1$ , напряжение на резисторе —  $U_1$ , мощность тока во внешней цепи —  $P_1$ . При подключении к этой же батарее другого резистора сила тока в цепи равна  $I_2$ , напряжение на резисторе —  $U_2$ , мощность тока —  $P_2$ . Определите ЭДС и внутреннее сопротивление батареи, а также значение величины, обозначенной  $*$ .

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$I_1$ , А	*	3,0	1,0	1,0	2,0	4,0	3,0	1,0	*	2,0	2,0	3,0
$U_1$ , В	2,5	*	2,5	11	3,0	6,0	3,0	1,3	5,5	*	10	6,0
$P_1$ , Вт	5,0	13,5	*	11	6,0	24	9,0	1,8	22	6,6	*	18
$I_2$ , А	3,0	4,0	2,0	*	4,0	2,0	4,0	0,5	2,0	1,0	1,5	*
$U_2$ , В	1,5	4,0	2,0	9,0	*	9,0	*	1,4	6,5	3,9	10,5	7,0
$P_2$ , Вт	4,5	16	4,0	2,7	16	*	8,0	*	13	3,9	15,8	14

**Задача 3.** В цепи, схема которой изображена на рисунке К23, батарея гальванических элементов обладает ЭДС  $\mathcal{E}$  и внутренним сопротивлением  $r$ . Сопротивление участка АВ равно  $R$ . Емкость конденсатора  $C$ , его заряд  $q$ , сила тока в цепи  $I$ . Вычислите значение величины, обозначенной  $*$ .

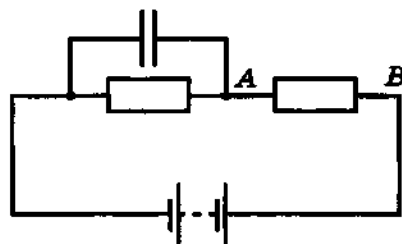


Рис. К23

Параметр	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$\xi$ , В	*	12	3,0	4,5	9,0	1,5	*	7,5	9,0	12	6,0	3,0
$r$ , Ом	1,0	*	1,0	0,5	2,0	0,5	0,2	*	1,0	1,0	0,5	0,5
$C$ , мФ	0,10	0,05	*	0,15	0,20	1,0	0,50	0,20	*	0,06	0,50	0,50
$R$ , Ом	0,5	0,5	1,0	*	4,0	0,05	1,5	1,8	25	*	0,5	0,5
$I$ , А	1,0	2,0	1,0	2,0	*	2,0	1,0	2,0	2,0	2,0	*	1,0
$q$ , $10^{-6}$ Кл	45	50	6,0	30	60	*	100	40	20	18	100	*

Задача 4. К источнику тока с ЭДС  $\xi$  и внутренним сопротивлением  $r$  подключен электрический чайник. Когда вода в нем кипит, то из его носика площадью поперечного сечения  $S$  пар вырывается со скоростью  $v$ . Определите значение величины, обозначенной \*. (Потери тепла не учитывайте, атмосферное давление считайте нормальным, КПД источника тока равным  $\eta$ .)

Параметр	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$\xi$ , В	*	110	70	90	50	*	120	100	90	220	*	90
$r$ , Ом	2,0	*	1,0	1,0	2,0	2,0	*	3,0	1,5	2,0	1,4	*
$\eta$ , %	90	95	*	90	95	93	90	*	95	98	90	96
$S$ , см <sup>2</sup>	1,2	2,0	2,5	*	1,0	3,0	2,5	1,0	*	1,5	4,0	2,0
$v$ , м/с	2,5	1,4	0,9	1,5	*	4,1	3,6	1,7	1,3	*	5,6	1,0

### 30. Соединение источников тока. Правила Кирхгофа

Задача 1. При последовательном соединении  $n$  одинаковых источников тока с ЭДС  $\xi$  и внутренним сопротивлением  $r$  каждый в батарею и подсоединении к ней лампы сопротивлением  $R$  напряжение на лампе составило  $U$ . Определите значение величины, обозначенной \*.

Параметр	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$n$	*	6	10	6	2	*	4	8	6	5	*	4
$\xi$ , В	1,5	*	3,0	6,0	12	1,5	*	4,5	3,0	6,0	12	*
$r$ , Ом	0,50	1,0	*	1,5	2,0	1,0	1,0	*	0,50	1,0	1,5	1,5
$R$ , Ом	20	7,5	10	*	20	40	92	68	*	85	42	54
$U$ , В	20	15	15	27	*	12	46	34	15,3	*	42	27

**Задача 2.** При параллельном соединении  $n$  одинаковых источников тока с ЭДС  $\mathcal{E}$  и внутренним сопротивлением  $r$  каждый в батарею и подсоединении к ней резистора сопротивлением  $R$  мощность, выделяющаяся в резисторе, составляет  $P$ . Определите значение величины, обозначенной  $*$ .

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$n$	4	*	2	5	6	4	*	2	3	5	4	*
$\mathcal{E}$ , В	*	6,0	*	4,5	7,5	6,0	7,5	*	3,0	12	6,0	4,5
$r$ , Ом	0,8	1,5	1,0	*	0,6	0,4	1,2	0,6	*	0,5	0,2	3,0
$R$ , Ом	1,3	2,5	23,5	0,3	*	0,1	0,3	0,2	0,3	*	0,1	1,0
$P$ , Вт	1,3	10	5,9	24,3	125	*	90	67,5	10,8	200	*	9,0

**Задача 3.** В электрической цепи, схема которой изображена на рисунке К24, к любой паре точек может быть подключен источник тока с ЭДС  $\mathcal{E}$  и внутренним сопротивлением  $r$  (плюс источника тока соединяют с первой точкой из указанных в таблице пар). Внутреннее сопротивление  $r$  каждого источника тока и сопротивление  $R$  каждого резистора равно 2 Ом. Вычислите напряжение на всех элементах цепи и силу тока в них.

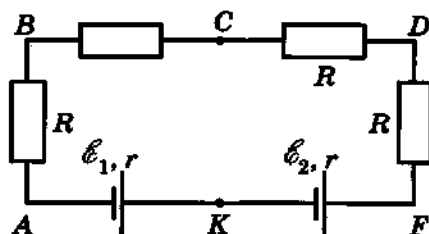


Рис. К24

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Точки подключения	$BK$	$CK$	$DK$	$KB$	$KC$	$KD$	$AB$	$AC$	$AD$	$DF$	$CF$	$BF$
$\mathcal{E}$ , В	3	4	2	2	1	4	4	3	2	3	1	1
$\mathcal{E}_1$ , В	2	3	5	4	1	6	8	4	3	5	2	1
$\mathcal{E}_2$ , В	4	5	6	4	2	8	1	2	2	3	1	4

### 31. Ток в различных средах

**Задача 1.** Если в металлической проволоке диаметром  $d$  (род металла указан в таблице) сила тока равна  $I$ , то средняя скорость дрейфа электронов проводимости равна  $v$ . Вычислите значение величины, обозначенной  $*$ . (Считайте, что число электронов проводимости равно числу атомов.)

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Металл	Cu	Al	Ag	Pb	Cu	Pb	Ag	Al	Al	Al	Ag	Cu
$I$ , А	*	2,0	6,0	*	3,0	5,0	*	4,0	1,0	*	4,0	3,0
$d$ , мм	1,0	*	4,0	1,0	*	2,5	3,0	*	1,0	0,5	*	0,5
$v$ , мм/с	0,10	0,07	*	0,97	0,13	*	0,03	0,13	*	3,2	2,2	*

**Задача 2.** В дно кюветы, предназначенной для проведения электролиза, вмонтированы стержни (рис. К25), которые при подключении источника тока служат электродами. Кювету наполнили водным раствором поваренной соли и включили ток. Для сбора выделяющегося водорода над катодом поместили пробирку, заполненную водой, которую водород постепенно вытесняет. При силе тока  $I$  за время  $\tau$  выделяется водород объемом  $V$ . Температура среды  $t$ . Атмосферное давление считайте равным 100 кПа. Запишите уравнения химических реакций, происходящих при электролизе поваренной соли. Определите значение величины, обозначенной \*.

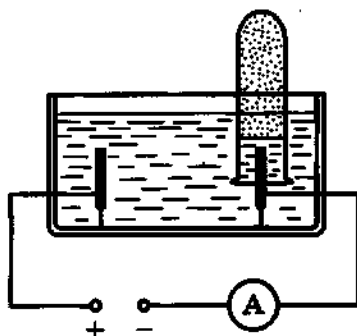


Рис. К25

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$I$ , мА	*	50	70	100	*	50	150	170	*	60	80	120
$\tau$ , мин	10	*	20	12	10	*	13	21	14	*	23	11
$t$ , °С	27	17	*	37	17	20	*	12	22	32	*	24
$V$ , см <sup>3</sup>	155	56	113	*	68	85	153	*	118	81	140	*

**Задача 3.** Расстояние между катодом и анодом в газоразрядной трубке равно  $L$ , напряжение, при котором начинается самостоятельный разряд, равно  $U$ . Газ, заполняющий трубку, имеет энергию ионизации  $W$ . Средняя длина свободного пробега электрона в газе составляет  $\lambda$ . Определите значение величины, обозначенной \*.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$L$ , см	*	20	10	70	*	80	20	10	*	40	25	12
$U$ , кВ	9,8	*	2,2	9,0	12,5	*	7,2	1,6	2,7	*	2,6	0,6
$W$ , эВ	24,5	21,5	*	15,4	13,9	15,8	*	14,9	12,5	12,8	*	10,4
$\lambda$ , мм	1,0	0,5	0,7	*	0,1	0,3	0,4	*	0,7	1,1	1,3	*

**Задача 4.** Кремниевый диод (его вольт-амперная характеристика приведена на рисунке К26) соединен последовательно с резистором сопротивлением  $R$  и подключен к источнику тока напряжением  $U$  в прямом направлении. Вычислите силу тока в цепи, напряжение на резисторе, сопротивление диода при обратном включении, если напряжение на нем равно  $U_{обр}$ . Постройте график зависимости сопротивления диода от силы прямого тока через него.

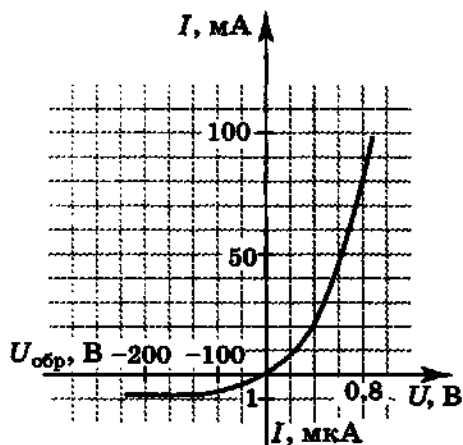


Рис. К26

Вариант	$R$ , Ом	$U$ , В	$U_{обр}$ , В	Вариант	$R$ , Ом	$U$ , В	$U_{обр}$ , В
1	25	2,0	-100	7	25	2,0	-200
2	20	1,8	-150	8	20	1,8	-250
3	25	1,6	-200	9	25	1,6	-300
4	20	2,0	-250	10	20	2,0	-100
5	25	1,8	-300	11	25	1,8	-150
6	20	1,6	-150	12	20	1,6	-200

### 32. Силовое действие магнитного поля

**Задача 1.** В вертикально направленном однородном магнитном поле с индукцией  $B$  на двух тонких нитях горизонтально подвешен проводник массой  $m$  и длиной  $l$ . Если сила тока в проводнике равна  $I$ , то он смещается так, что нити подвеса образуют с вертикалью угол  $\alpha$ . Вычислите значение величины, обозначенной \*.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$B$ , Тл	*	0,5	1,0	0,5	1,0	*	0,7	0,9	0,8	0,5	*	0,3
$m$ , г	20	*	40	60	60	50	*	35	25	40	45	*
$l$ , см	10	8,0	*	12	7,0	14	9,0	*	13	6,0	20	18
$I$ , А	3,0	1,0	0,5	*	4,0	1,0	0,5	0,8	*	7,0	5,0	3,0
$\alpha$ , °	17	7,5	10,5	12	*	11	9,0	13	60	*	42	39

Задача 2. Пройдя ускоряющую разность потенциалов  $U$ , частица массой  $m$  с зарядом  $q$  попадает в однородное магнитное поле с индукцией  $B$  таким образом, что направление ее скорости  $v$  составляет угол  $\varphi$  с направлением магнитного поля. В магнитном поле частица движется по спирали, период ее обращения  $T$ , радиус орбиты  $R$ , шаг спирали  $d$ . Определите значения величин, обозначенных \*. ( $e$  — элементарный заряд,  $m_e$ ,  $m_p$ ,  $m_\alpha$  — масса электрона, протона или  $\alpha$ -частицы соответственно.)

$m$	$m_e$	$m_e$	$m_p$	$m_p$	$m_\alpha$	$m_e$	$m_e$	$m_p$	$m_p$	$m_\alpha$	$m_e$	$m_p$
$q$	$+e$	$-e$	$+e$	$-e$	$+2e$	$+e$	$-e$	$+e$	$-e$	$+2e$	$-e$	$+e$
$U$ , В	100	150	200	300	*	*	*	*	*	*	*	*
$B$ , мТл	*	0,2	20	*	30	*	*	10	*	*	*	10
$\varphi$ , °	30	60	*	*	*	30	45	30	*	*	60	30
$T$ , мс	*	*	*	40	*	0,30	*	*	*	0,50	$10^{-4}$	*
$R$ , см	3,0	*	*	15	*	*	1,0	10	10	100	1,0	30
$d$ , м	*	*	0,30	*	0,20	*	*	*	1,0	5,0	*	*
$v$ , Мм/с	*	*	*	*	0,10	10	5,0	*	0,20	*	*	*

Задача 3. 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 значение величины, обозначенной \*.

$I$ , А	0,5	0,7	1,0	1,3	1,5	*	0,5	0,7	1,0	1,3	1,5	*
$D$ , мм	40	45	50	30	*	35	*	25	40	50	45	60
$N$	70	100	80	*	180	150	80	*	120	180	140	110
$B$ , мТл	200	95	*	170	110	95	160	120	*	70	105	125
$k$ , Н/м	70	*	90	75	80	100	65	80	90	*	100	110
$x$ , мм	*	5,0	8,0	8,0	9,0	10	3,0	6,0	7,0	6,0	*	15

Задача 4. Между пластинами плоского конденсатора (площадь пластин  $S$ ) течет со скоростью  $v$  проводящая жидкость, имеющая диэлектрическую проницаемость  $\varepsilon$ . Конденсатор помещен в магнитное поле, вектор магнитной индукции  $\vec{B}$  которого параллелен плоскости пластин и перпендикулярен вектору скорости жидкости. Заряд на пластинах равен  $q$ . Вычислите значение величины, обозначенной  $*$ .

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$S, 10^2 \text{ см}^2$	*	3,0	2,0	1,5	6,0	*	3,0	9,0	7,0	10	*	2,0
$v, \text{ м/с}$	10	*	7,0	5,0	8,0	3,0	*	10	10	8,0	11	*
$\varepsilon$	80	60	*	25	30	4,0	2,5	*	4,5	20	80	5,0
$B, \text{ Тл}$	0,5	1,0	0,7	*	0,5	1,1	0,9	1,5	*	0,6	0,4	0,9
$q, \text{ мкКл}$	0,71	2,4	0,35	0,10	*	0,09	0,02	2,6	0,22	*	2,5	0,10

### 33. Электромагнитная индукция. Энергия магнитного поля тока

Задача 1. Проволочная квадратная рамка со стороной  $a$ , содержащая  $N$  витков, находится в однородном магнитном поле. Угол между плоскостью рамки и вектором магнитной индукции  $B$  поля равен  $\varphi$ , магнитный поток, пронизывающий рамку, равен  $\Phi$ . Определите значение величины, обозначенной  $*$ . Какой вращательный момент действует на рамку, если сила тока в ней  $I$ ?

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$a, \text{ см}$	*	15	10	8,0	15	*	7,0	10	8,0	12	*	11
$N$	30	*	70	100	80	40	*	20	90	60	75	*
$B, \text{ Тл}$	0,2	0,1	*	0,4	0,2	0,7	0,2	*	0,6	0,1	0,3	0,4
$\varphi, ^\circ$	90	60	25	*	15	10	20	15	*	60	30	75
$\Phi, \text{ мВб}$	50	195	253	128	*	30,4	33,5	207	271	*	73,5	467
$I, \text{ А}$	0,1	2,0	0,3	0,8	1,2	0,3	1,6	1,5	1,4	0,8	0,4	0,7

Задача 2. Магнитная индукция однородного магнитного поля внутри цилиндра радиусом  $R$  линейно возрастает со временем:  $B = kt$ . Магнитное поле направлено вдоль оси цилиндра, напряженность вихревого электрического поля на расстоянии  $L$  от нее равна  $E$ . Вычислите значение величины, обозначенной  $*$ .

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$R$ , см	*	3	8	2	*	6	7	9	*	5	4	5
$k$ , Тл/с	20	*	15	60	40	*	90	75	50	*	80	90
$L$ , см	4	2	*	1	3	5	*	12	6	7	*	8
$E$ , В/м	0,40	0,30	0,45	*	0,60	2,0	1,47	*	0,38	1,25	1,28	*

Задача 3. Контур изготовлен из металлической проволоки диаметром  $d$  в форме плоского кругового витка радиусом  $r$ . Контур пронизывается магнитным полем с индукцией  $B$ . При изменении направления магнитного поля на противоположное через поперечное сечение проволочного витка проходит заряд  $q$ . Нормаль к плоскости витка совпадает с направлением линий индукции магнитного поля. Род металла указан в таблице. Вычислите значение величины, обозначенной \*.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Металл	Al	Ag	Cu	Al	Cu	Al	Ag	Cu	Ag	Cu	Al	Ag
$r$ , см	*	6	9	11	*	3	7	4	*	5	7	9
$d$ , мм	1,0	*	1,5	2,0	1,0	*	0,9	0,9	0,5	*	0,8	1,5
$B$ , мТл	0,7	1,0	*	0,8	1,2	0,4	*	0,9	0,7	0,8	*	0,5
$q$ , мКл	1,6	1,9	2,8	*	2,8	0,76	2,5	*	0,98	10	0,75	*

Задача 4. При силе тока  $I$  энергия магнитного поля соленоида индуктивностью  $L$  равна  $W$ , а магнитный поток в соленоиде равен  $\Phi$ . Определите значения величин, обозначенных \*.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$I$ , А	0,8	*	5,0	*	2,0	*	8,0	*	4,0	*	6,0	*
$L$ , Гн	1,1	0,4	*	*	*	0,7	0,2	0,5	*	*	*	0,8
$W$ , Дж	*	3,2	*	0,8	0,5	*	*	9,0	*	4,0	3,6	*
$\Phi$ , Вб	*	*	2,0	0,4	*	1,4	*	*	0,8	2,0	*	2,4

### 34. Механические колебания

**Задача 1.** Груз массой  $m$ , прикрепленный к пружине жесткостью  $k$ , совершает гармонические колебания с частотой  $\nu$  и амплитудой  $x_m$  в горизонтальной плоскости. В начальный момент времени координата  $x$  равна  $x_m/2$ , а в момент времени  $t$  фаза колебаний, проекции скорости и ускорения, кинетическая и потенциальная энергии груза, а также проекция силы упругости равны соответственно  $\varphi_t, v_x, a_x, E_k, E_p, F_x$ . Определите значения величин, обозначенных \*. Запишите уравнение зависимости  $x = x_m \cos(\omega t + \omega_0)$  с конкретными значениями величин и постройте график этой зависимости. Масса пружины во много раз меньше массы груза, сила трения отсутствует.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$m$ , г	*	100	*	*	*	100	*	200	*	*	*	200
$k$ , Н/м	*	20	*	100	*	*	*	10	*	20	*	*
$x_m$ , см	1,0	0,5	1,0	0,5	1,0	0,5	0,5	1,0	1,0	0,5	1,0	0,5
$\nu$ , Гц	10	*	5	10	5	10	5	*	10	5	10	5
$t$ , с	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1
$\varphi_t$ , рад	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
$v_x$ , м/с	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
$a_x$ , м/с <sup>2</sup>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
$E_k$ , мДж	*	*	*	*	15	*	*	*	*	*	1,8	*
$E_p$ , мДж	*	*	1,25	*	*	*	*	*	2,3	*	*	*
$F_x$ , Н	-2	*	*	*	*	*	-0,5	*	*	*	*	*

**Задача 2.** Шарик массой  $m$ , имеющий заряд  $q$ , подвешен на легкой нерастяжимой нити длиной  $l$  и приведен в колебание. Если под шариком поместить большую металлическую пластину с поверхностной плотностью заряда  $\sigma$ , то период колебаний шарика в вертикальной плоскости составит  $T$ . Определите значение величины, обозначенной \*. Перераспределением зарядов на пластине можно пренебречь. Ускорение свободного падения примите равным  $9,81 \text{ м/с}^2$ .

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$m$ , г	*	1,6	1,8	1,4	2,0	*	1,4	2,0	1,8	1,6	*	1,4
$q$ , нКл	5,0	*	7,2	-9,3	7,8	-8,0	*	9,9	-7,7	8,9	9,9	*
$l$ , см	52	47	*	54	56	63	60	*	43	52	62	58
$\sigma$ , мкКл/м <sup>2</sup>	1,8	2,1	-1,9	*	2,8	1,4	2,3	-2,1	*	1,7	-2,1	1,6
$T$ , с	1,4	1,4	1,4	1,5	*	1,2	1,5	1,5	1,4	*	1,5	1,5

Задача 3. Математический маятник массой  $m$  с длиной нити  $l$  толчком вывели из положения равновесия, и он совершает малые колебания вблизи положения равновесия таким образом, что в момент отклонения нити на угол  $\alpha$  от вертикали его кинетическая и потенциальная энергии равны соответственно  $E_k$  и  $E_p$ . Наибольшее отклонение маятника от положения равновесия составляет  $\alpha_m$ . Вычислите значения величин, обозначенных \*.

Величина	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$m$ , г	*	20	10	*	20	10	30	20	30	*	30	10
$l$ , см	60	*	*	90	*	120	90	80	60	120	*	60
$\alpha$ , °	4,0	3,5	2,0	1,5	3,0	*	2,5	*	1,5	3,0	3,5	*
$E_k$ , $10^{-1}$ мДж	*	0,89	0,40	2,7	*	6,0	*	*	1,1	*	3,4	0,85
$E_p$ , $10^{-1}$ мДж	2,9	*	0,75	*	3,2	*	*	0,15	*	1,6	*	0,35
$\alpha_m$ , °	5,0	4,0	*	3,0	4,0	6,0	4,5	3,5	*	4,5	5,0	*

Задача 4. Груз массой  $m$  закреплен на пружине жесткостью  $k$  (рис. К27). При действии силы  $F = F_m \cos \omega t$  груз совершает колебания с периодом  $T$  и амплитудой  $x_m$ . Определите значение величины, обозначенной \*.



Рис. К27

Величина	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$m$ , кг	0,5	*	1,5	2,0	1,2	1,8	*	2,0	0,5	2,5	1,5	0,75
$k$ , Н/м	75	280	100	130	*	40	90	200	70	*	140	250
$F_m$ , Н	*	2	6	4	3	5	6	*	4	5	*	8
$T$ , с	0,75	0,50	1,0	*	2,0	*	1,5	0,75	1,25	1,5	1,0	*
$x_m$ , см	10	5	*	8	12	15	10	8	*	5	10	5

### 35. Колебательный контур

Задача 1. Колебательный контур состоит из конденсатора емкостью  $C$  и катушки индуктивностью  $L$ . Период собственных колебаний контура  $T$ , частота  $\nu$ , круговая частота  $\omega$ , амплитуда колебаний силы тока  $I_m$ , амплитуда колебаний заряда  $Q_m$ . Определите значения величин, обозначенных \*. Потери энергии не учитывайте.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$C$ , пФ	*	400	800	600	*	300	200	*	400	800	*	100
$L$ , мГн	10	*	*	*	0,2	*	0,5	40	*	*	20	5,0
$T$ , мс	0,1	*	2,0	*	*	*	*	0,5	*	0,2	*	*
$\nu$ , кГц	*	50	*	*	*	100	*	*	*	*	*	*
$\omega$ , кГц	*	*	*	500	400	*	*	*	100	*	200	*
$I_m$ , мА	*	0,5	*	0,1	0,2	*	*	0,4	*	2,0	*	5,0
$Q_m$ , мкКл	2,0	*	8,0	*	*	0,4	0,5	*	0,2	*	10	*

**Задача 2.** В идеальном колебательном контуре (емкость конденсатора  $C$ , индуктивность катушки  $L$ ) происходят свободные электрические колебания 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  $U$ . Рассчитайте значения величин, обозначенных \*.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$C$ , мкФ	60	50	*	100	30	40	*	40	60	50	100	*
$L$ , Гн	*	0,5	1,5	*	1,0	1,5	2,0	*	0,5	1,0	1,5	0,5
$I_m$ , А	0,82	*	*	0,50	*	*	1,3	0,52	1,6	*	*	1,1
$q_m$ , мкКл	*	*	*	5,0	*	3,2	*	4,0	*	2,5	*	1,3
$U_m$ , В	150	*	*	*	90	*	*	*	*	*	200	*
$I$ , А	*	1,9	0,67	*	0,23	0,40	0,84	*	*	*	*	0,49
$q$ , мкКл	4,2	*	3,2	*	*	*	*	2,8	6,0	*	18	*
$U$ , В	*	60	40	15	*	*	150	*	*	40	*	*

**Задача 3.** Катушка индуктивностью  $L$  присоединена к плоскому конденсатору с площадью  $S$  пластин и промежутком  $d$  между ними, заполненным веществом с диэлектрической проницаемостью  $\epsilon$ . Амплитуда колебаний силы тока в контуре  $I_m$ , напряжения на конденсаторе  $U_m$ . Определите значение величины, обозначенной \*.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$L$ , мГн	*	40	30	128	20	25	*	50	20	31	40	35
$S$ , см <sup>2</sup>	20	*	25	20	15	35	30	*	15	10	40	25
$d$ , см	0,5	0,8	*	1,0	1,2	0,4	1,0	1,4	*	0,5	0,8	1,2
$\varepsilon$	2,1	6,0	2,5	*	2,5	6,0	2,2	2,0	81	*	6,0	7,0
$I_m$ , мА	0,15	0,10	0,20	0,10	*	0,15	0,10	0,25	0,30	0,40	*	0,50
$U_m$ , В	5	20	15	10	8	*	4	10	8	20	5	*

Задача 4. Заряд  $q$  на обкладках конденсатора колебательного контура изменяется с течением времени  $t$  по закону  $q = k_1 \cos k_2 t$ , где  $k_1$  и  $k_2$  — постоянные величины. Каков физический смысл этих постоянных? Вычислите период и частоту колебаний в контуре, амплитуды колебаний заряда и силы тока. Запишите формулу зависимости силы тока от времени.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$k_1$ , нКл	100	10	1	200	20	20	80	40	500	100	5	25
$k_2$ , кГц	2,0	40	50	0,2	8,0	5,0	4,0	1,5	0,25	0,8	10	2,5

### 36. Переменный ток

Задача 1. Рамка площадью  $S$ , содержащая  $N$  витков проволоки, вращается с частотой  $\nu$  в однородном магнитном поле с индукцией  $B$ . Максимальное значение ЭДС равно  $\mathcal{E}_m$ . Определите значение величины, обозначенной \*. Напишите формулу зависимости магнитного потока и ЭДС в рамке от времени, если в начальный момент времени ЭДС равна  $\mathcal{E}_0$ .

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$S$ , см <sup>2</sup>	200	500	100	*	100	200	500	*	500	100	200	*
$N$	100	200	*	800	50	100	*	80	600	500	*	200
$\nu$ , об/мин	600	*	480	120	240	*	30	24	120	*	60	30
$B$ , мТл	*	600	400	200	*	100	500	800	*	400	300	800
$\mathcal{E}_m$ , 10 <sup>-1</sup> В	10	31,5	6,3	12,6	4,0	12,6	3,15	1,8	5,5	63	4,0	4,0
$\mathcal{E}_0$ , 10 <sup>-1</sup> В	8,7	7,3	5,5	10,9	3,46	10,9	2,73	1,6	4,8	54,6	3,5	3,46

**Задача 2.** Электрическая цепь, изображенная на рисунке К28, подключена к источнику переменного напряжения, изменяющегося по гармоническому закону. Сопротивление резистора  $R$ . Показания амперметра и вольтметра равны соответственно  $I$  и  $U$ , амплитудные значения силы тока и напряжения  $I_m$  и  $U_m$ . Вычислите значения величин, обозначенных \*. Приборы считайте идеальными.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$R$ , Ом	100	200	*	*	*	800	300	500	*	*	*	600
$I$ , А	*	2,0	*	4,0	0,5	*	*	1,2	*	5,0	0,8	*
$U$ , В	*	*	*	220	*	*	*	*	*	380	*	*
$I_m$ , А	*	*	1,4	*	*	2,0	*	*	2,8	*	*	1,5
$U_m$ , В	380	*	220	*	127	*	127	*	380	*	220	*

**Задача 3.** Электрическая цепь (рис. К29), содержащая резистор сопротивлением  $R$ , катушку индуктивностью  $L$  и конденсатор емкостью  $C$ , подключена к источнику переменного тока с частотой  $\nu$  и напряжением  $U$ . Сила тока в цепи  $I$ , напряжения на резисторе, катушке, конденсаторе равны соответственно  $U_R$ ,  $U_L$ ,  $U_C$ . Постройте векторную диаграмму и определите значения величин, обозначенных \*. Вычислите сдвиг фаз между колебаниями силы тока и напряжения, а также мощность тока в резисторе.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$R$ , Ом	12	15	10	10	35	40	*	25	28	42	30	*
$L$ , мГн	50	*	20	50	100	*	150	300	*	100	50	200
$C$ , мкФ	120	250	*	150	*	100	25	50	150	*	300	80
$\nu$ , Гц	100	50	100	50	100	50	100	50	100	100	50	50
$U$ , В	*	36	*	*	42	*	54	*	90	*	*	80
$I$ , А	*	1,5	*	*	0,8	*	1,3	*	3,0	*	*	1,6
$U_R$ , В	*	*	*	21	*	*	*	*	*	*	*	*
$U_L$ , В	50	*	30	*	*	52	*	*	*	100	46	*
$U_C$ , В	*	*	40	*	*	26	*	87	*	63	*	*

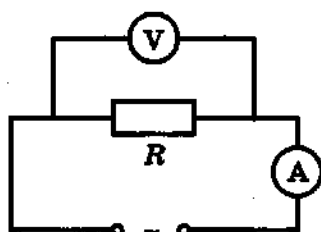


Рис. К28

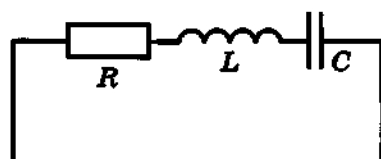


Рис. К29

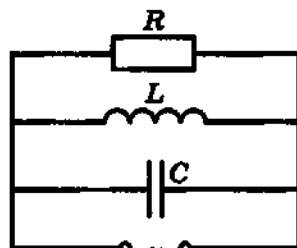


Рис. К30

**Задача 4.** Электрическая цепь (рис. К30), содержащая резистор сопротивлением  $R$ , катушку индуктивностью  $L$  и конденсатор емкостью  $C$ , подключена к источнику переменного тока с частотой  $\nu$  и напряжением  $U$ . Силы тока в неразветвленной части цепи, в резисторе, катушке и конденсаторе равны соответственно  $I$ ,  $I_R$ ,  $I_L$ ,  $I_C$ . Постройте векторную диаграмму и определите значения величин, обозначенных \*. Вычислите сдвиг фаз между колебаниями силы тока в неразветвленной цепи и напряжением, а также мощность тока в резисторе.

$R$ , Ом	52	*	110	95	82	110	75	180	55	*	36	28
$L$ , мГн	100	200	200	150	400	400	300	*	400	200	100	200
$C$ , мкФ	50	100	20	30	*	50	120	20	60	40	40	*
$\nu$ , Гц	100	50	*	100	50	*	50	100	50	100	*	50
$U$ , В	*	36	42	*	54	70	*	110	*	80	24	12
$I$ , А	*	0,77	*	*	1,1	*	*	1,2	*	2,2	*	0,44
$I_R$ , А	*	*	*	0,44	*	*	*	*	*	*	*	*
$I_L$ , А	*	*	*	*	*	0,56	0,96	*	*	*	*	*
$I_C$ , А	0,75	*	0,58	*	*	*	*	*	6,79	*	0,60	*

**Задача 5.** На рисунке К31 изображена векторная диаграмма для цепи переменного тока. Сдвиг фаз  $\phi$ , мощность тока в цепи  $P$ . В таблице указаны амплитудные значения силы тока и напряжения. Определите значение величины, обозначенной \*.

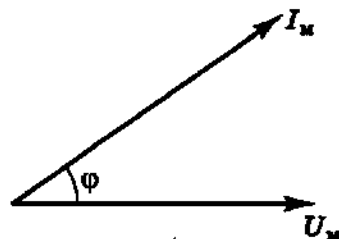


Рис. К31

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$I_m, A$	*	1,0	1,5	2,0	*	2,0	2,0	3,0	*	1,5	3,0	2,5
$U_m, B$	130	*	180	110	280	*	200	450	320	*	400	280
$\varphi, ^\circ$	15	10	*	20	10	15	*	10	15	20	*	20
$P, Bт$	94	140	130	*	340	340	190	*	310	78	590	*

**Задача 6.** При передаче электроэнергии на расстояние  $l$  по алюминиевым проводам диаметром  $d$  допускается потеря части  $\gamma$  энергии на нагревание проводов. Напряжение в линии электропередачи  $U$ , мощность тока  $P$ , коэффициент мощности  $k$ . Определите значение величины, обозначенной \*.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$P, кВт$	200	300	*	200	400	200	200	300	400	300	400	*
$l, км$	300	100	200	*	500	400	500	200	500	200	*	400
$d, мм$	*	3,5	4,0	3,5	3,0	4,0	3,0	4,0	3,0	*	4,0	3,5
$\gamma, \%$	5	*	7	10	6	10	*	8	7	6	8	10
$U, кВ$	80	50	45	70	*	67	110	*	170	100	110	100
$k$	0,85	0,87	0,75	0,78	0,90	*	0,85	0,77	*	0,78	0,82	0,76

### 37. Механические и электромагнитные волны

**Задача 1.** Сигнальная ракета, запущенная вертикально вверх с начальной скоростью  $v_0$ , разорвалась через время  $t$  после запуска, а звук взрыва был услышан на месте ее пуска через время  $\tau$  после взрыва. Скорость звука в воздухе  $u$ . Определите значение величины, обозначенной \*.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$v_0, м/с$	*	49	41	60	*	55	57	49	*	56	48	45
$t, с$	5,5	*	3,5	4,5	5,0	*	4,2	5,3	6,3	*	5,5	4,8
$\tau, с$	0,45	0,35	*	0,50	0,55	0,45	*	0,35	0,40	0,45	*	0,30
$u, м/с$	340	335	330	*	330	340	335	*	335	335	340	*

**Задача 2.** Колебательный контур излучает электромагнитные волны с длиной волны  $\lambda$ . Индуктивность катушки контура  $L$ , площадь пластины плоского конденсатора  $S$ , расстояние между пластинами  $d$ , диэлектрическая проницаемость вещества  $\epsilon$ . Определите значение величины, обозначенной \*.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$L$ , мкГн	2,5	2,0	4,0	*	4,0	4,0	2,0	*	5,0	5,0	2,5	*
$S$ , см <sup>2</sup>	80	100	*	150	200	150	*	300	100	200	*	80
$d$ , мм	0,10	*	0,20	0,05	0,20	*	0,10	0,20	0,05	*	0,05	0,10
$\epsilon$	3,5	4,0	4,5	5,0	6,0	6,5	3,0	7,0	4,0	5,5	8,0	3,0
$\lambda$ , м	*	110	170	480	*	350	170	360	*	590	320	140

**Задача 3.** Предельное расстояние, на котором может быть обнаружена морская цель корабельным радиолокатором, расположенным на высоте  $h$  над уровнем моря, равно  $L$ . Максимально возможная частота следования импульсов локатора равна  $\nu$ . Определите значения величин, обозначенных \*. (Продолжительностью импульса пренебрегите.)

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$h$ , м	6,3	*	*	9,3	*	*	17,4	*	*	11,1	*	*
$L$ , км	*	*	11	*	*	9,0	*	*	15	*	*	12
$\nu$ , $10^4$ с <sup>-1</sup>	*	1,0	*	*	1,25	*	*	1,4	*	*	1,7	*

### 38. Законы отражения и преломления света

**Задача 1.** Длина волны света в веществе равна  $\lambda$ , частота колебаний —  $\nu$ . Показатель преломления вещества для света с данной длиной волны составляет  $n_\lambda$ . Вычислите значение величины, обозначенной \*.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$\lambda$ , мкм	0,45	*	0,57	0,55	*	0,40	0,65	*	0,62	0,75	*	0,85
$\nu$ , ТГц	*	440	300	*	250	490	*	310	360	*	300	260
$n_\lambda$	1,36	1,52	*	1,33	1,35	*	1,33	1,74	*	1,52	1,33	*

Задача 2. На рисунке К32 показано положение зеркала и предметов 1 и 2. Постройте изображения предметов в зеркале, определите область пространства, из которой видно полное изображение предмета 1.

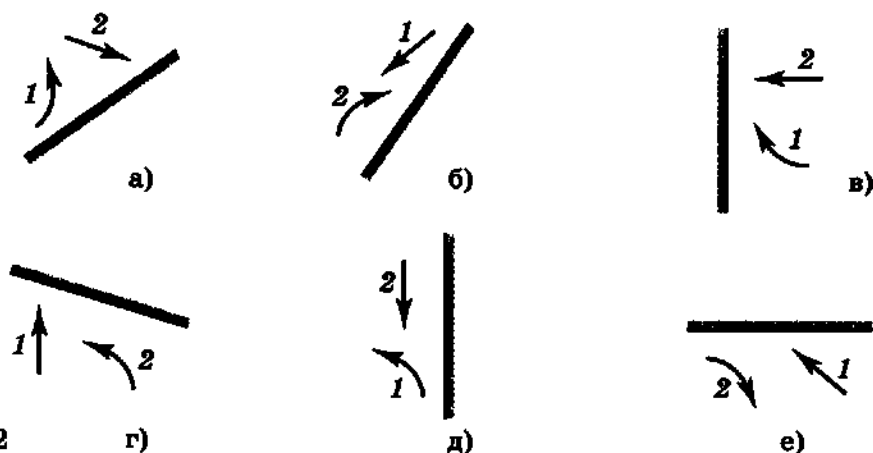


Рис. К32

Задача	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Рисунок	а	б	в	г	д	е	е	д	г	в	б	а

Задача 3. Пластина толщиной  $d$  из прозрачного вещества (его показатель преломления  $n_1$ ) с плоскопараллельными гранями находится в жидкости с показателем преломления  $n_2$ . Луч света падает под углом  $\alpha$  к поверхности пластины и, пройдя сквозь нее, смещается на расстояние  $a$ . Вычислите значение величины, обозначенной \*.

Параметр	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$n_1$	1,6	1,5	2,4	1,7	1,6	1,5	2,4	1,7	1,6	1,5	2,4	1,7
$n_2$	1,4	1,3	1,6	1,5	1,4	1,3	1,6	1,5	1,4	1,3	1,6	1,5
$\alpha, ^\circ$	10	20	30	10	20	30	10	20	30	10	20	30
$d, \text{ см}$	*	2	*	3	*	4	*	5	*	6	*	7
$a, \text{ см}$	1,0	*	1,3	*	1,4	*	1,6	*	1,7	*	1,3	*

Задача 4. На дне бака, заполненного до высоты  $H$  прозрачной жидкостью с показателем преломления  $n_2$ , находится лампа, служащая точечным источником света. На поверхности жидкости расположен непрозрачный диск так, что его центр находится точно над лампой, а диаметр  $D$  таков, что световые лучи не выходят из жидкости. Определите значение величины, обозначенной \*.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$n_{\text{ж}}$	*	1,38	1,36	*	1,47	1,33	*	1,40	1,35	*	1,33	1,47
$H$ , см	40	*	50	60	*	70	30	*	40	70	*	50
$D$ , см	90	85	*	135	110	*	60	100	*	180	160	*

### 39. Линзы

Задача 1. На рисунке К33 показаны предметы  $AB$  и  $CD$  и точки  $K$  и  $M$ . Постройте изображения этих предметов и точек. (Точка  $F$  — фокус линзы.)

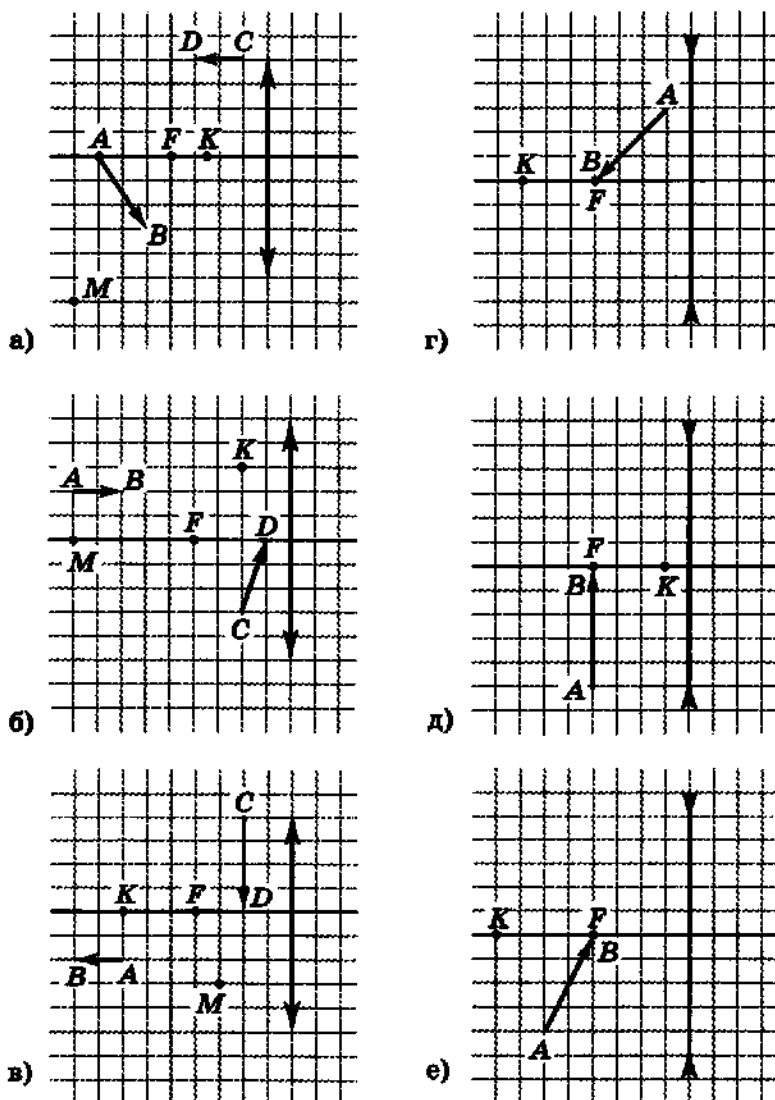


Рис. К33

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Рисунки	в, е	а, г	б, д	в, е	а, д	б, е	в, г	а, е	б, г	в, д	а, г	б, д

**Задача 2.** С помощью собирающей линзы с фокусным расстоянием  $F$  и оптической силой  $D$  получено на экране изображение предмета с линейным увеличением  $\Gamma$ . Расстояние от предмета до экрана  $L$ , от линзы до экрана  $l$ , высота предмета  $h$ , высота изображения  $H$ . Определите значения величин, обозначенных \*.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$F$ , см	28	*	*	*	*	21	*	*	70	*	*	62,5
$D$ , дптр	*	*	1,8	*	*	*	*	*	*	*	2,0	*
$\Gamma$	*	0,25	*	*	2,0	*	0,25	1,5	*	*	*	*
$L$ , м	*	2,5	*	2,0	*	1,0	3,0	*	3,5	3,0	*	*
$l$ , м	0,5	*	0,8	*	1,7	*	*	1,2	*	*	0,9	1,25
$h$ , см	10	*	15	15	8	6	4	*	*	10	*	*
$H$ , см	*	2,5	*	10	*	*	*	7,5	25	2,0	12	8,0

**Задача 3.** Из стекла с показателем преломления  $n_c$  изготовили двояковыпуклую линзу с одинаковыми радиусами кривизны  $R$  обеих поверхностей. Если линзу опустить в жидкость с показателем преломления  $n_{ж}$ , то оптическая сила линзы будет равна  $D$ , а фокусное расстояние —  $F$ . Определите значения величин, обозначенных \*.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$n_c$	1,51	1,55	1,60	1,65	*	*	1,54	1,60	1,55	1,51	*	*
$R$ , см	*	20	*	10	30	15	*	10	*	15	20	24
$n_{ж}$	1,33	*	1,47	*	1,40	1,36	1,35	*	1,38	*	1,47	1,33
$D$ , дптр	*	*	1,25	2,4	*	1,9	*	*	1,5	1,0	*	2,0
$F$ , см	40	45	*	*	175	*	50	30	*	*	65	*

**Задача 4.** Для определения фокусных расстояний собирающей и рассеивающей линз на оптической скамье расположили источник света, линзы и экран. Расстояние от источника света до ближайшей к нему линзы  $L$ , расстояние между линзами  $\Delta$ . На экране было получено отчетливое изображение источника света при расстоянии  $l$  от экрана до ближайшей к нему линзы. Когда же экспериментатор убрал рассеивающую линзу, то для получения такого же изображения на экране ему пришлось передвинуть источник света на расстояние  $a$ . Рассчитайте фокусные расстояния линз. Рассмотрите случай, когда ближе к источнику света располагалась: а) собирающая линза; б) рассеивающая линза.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$L$ , м	1,5	0,80	0,60	0,70	0,90	0,84	0,56	1,2	0,75	0,75	0,32	1,8
$\Delta$ , см	15	20	30	6	9	42	14	10	7,5	60	8	15
$l$ , м	0,60	0,70	0,65	0,50	0,36	0,91	0,49	0,85	0,30	1,3	0,28	1,3
$a$ , см	110	20	35	40	55	49	14	68	42	70	8	137

**Задача 5.** Оптическая сила линз очков, прописанных близорукому (дальнозоркому) человеку, который может читать текст, расположенный от него не далее (не ближе)  $l$  см, составляет  $D$ . Определите значение величины, обозначенной  $*$ . Постройте изображение, получаемое с помощью линзы очков. (Б — близорукость, Д — дальнозоркость.)

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Дефект зрения	Б	Д	Б	Д	Б	Д	Б	Д	Б	Д	Б	Д
$l$ , см	*	45	15	*	*	50	20	*	*	60	18	*
$D$ , дптр	-2	*	*	3	-4	*	*	2	-3	*	*	2,5

## 40. Интерференция и дифракция света

**Задача 1.** Между двумя стеклянными пластинами сбоку вложен листок фольги (рис. К34), вследствие чего в отраженном свете на поверхности верхней пластины видны полосы интерференции. Расстояние между соседними светлыми полосами  $x$ , толщина фольги  $h$ , длина пластин  $l$ , длина волны падающего света  $\lambda$ . Рассчитайте значение величины, обозначенной  $*$ .

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$x$ , мм	*	0,70	1,0	0,50	*	0,55	0,40	0,80	*	0,40	0,85	0,98
$h$ , мм	0,15	*	0,10	0,15	0,12	*	0,15	0,18	0,18	*	0,20	0,10
$l$ , см	10	15	*	12	10	12	*	10	12	10	*	15
$\lambda$ , мкм	0,75	0,70	0,65	*	0,60	0,55	0,50	*	0,45	0,75	0,65	*

**Задача 2.** Два когерентных источника  $S_1$  и  $S_2$  (рис. К35) излучают монохроматический свет с частотой  $\nu$ . 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 значение величины, обозначенной  $*$ . (Учтите, что  $d \ll L$  и  $x \ll L$ .)

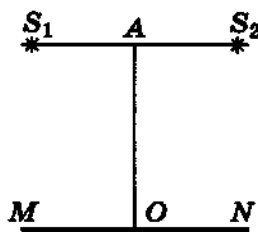


Рис. К35

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$\nu$ , ТГц	400	450	500	*	550	600	650	*	700	750	400	*
$x$ , мм	0,80	0,70	*	0,85	0,60	0,65	*	0,86	0,85	0,50	*	0,36
$L$ , м	1,5	*	1,9	2,0	1,6	*	1,7	2,1	2,0	*	2,9	1,8
$d$ , мм	*	0,8	0,9	0,7	*	0,6	0,7	0,9	*	0,8	0,5	1,0

**Задача 3.** На дифракционную решетку с периодом  $d$  под углом  $\alpha$  к нормали решетки падает плоская световая волна (длина волны излучения  $\lambda$ ). При этом дифракционный максимум  $k$ -го порядка наблюдается под углом  $\beta$  к нормали дифракционной решетки. Определите значение величины, обозначенной  $*$ .

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$d$ , мкм	*	5,0	2,0	4,0	3,5	*	2,0	4,0	2,5	8,0	*	4,0
$\alpha$ , °	10	*	15	20	30	20	*	10	15	20	15	*
$\lambda$ , нм	550	600	*	750	500	600	450	*	600	700	750	500
$k$	2	3	1	*	3	1	2	3	*	4	3	1
$\beta$ , °	17	32	29	46	*	24	39	34	48	*	45	20

Задача 4. На расстоянии  $L_1$  от точечного источника  $S$ , излучающего свет частотой  $\nu$ , находится диафрагма с круглым отверстием (рис. К36). На экране  $\mathcal{E}$ , расположенном от диафрагмы на расстоянии  $L_2$ , наблюдается дифракционная картина, центральная часть которой наиболее светлая при минимальном диаметре  $d$  отверстия диафрагмы. Определите значение величины, обозначенной  $*$ .

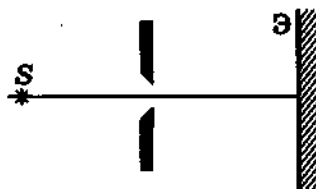


Рис. К36

Вариант	$L_1$ , м	$L_2$ , м	$\nu$ , ТГц	$d$ , мм	Вариант	$L_1$ , м	$L_2$ , м	$\nu$ , ТГц	$d$ , мм
1	1,2	1,4	*	4,1	7	1,6	1,3	*	3,4
2	1,6	1,8	400	*	8	0,9	*	650	3,0
3	*	1,3	450	3,3	9	*	0,8	700	2,6
4	1,5	*	500	3,5	10	2,1	*	750	3,1
5	*	1,7	550	4,0	11	2,2	1,6	*	3,5
6	1,4	1,5	600	*	12	1,6	1,7	400	*

## 41. Кванты. Эффект Комптона

Задача 1. Энергия кванта излучения равна кинетической энергии электрона, движущегося со скоростью  $v$ . Длина волны этого излучения составляет  $\lambda$ . Рассчитайте значение величины, обозначенной  $*$ , а также массу и импульс такого кванта. (Значение скорости в таблице указано в долях скорости света  $c$ .)

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$v$	*	0,4	*	0,6	*	0,8	*	0,7	*	0,5	*	0,3
$\lambda$ , нм	15,7	*	6,06	*	9,68	*	50,2	*	3,64	*	26,6	*

Задача 2. Небольшая лампа мощностью  $N$  служит точечным источником монохроматического излучения с длиной волны  $\lambda$  и каждую секунду излучает  $n$  квантов. Лампа находится в центре непрозрачной сферы радиусом  $r$ , полностью поглощающей излучение. При этом световое давление на внутреннюю поверхность сферы равно  $p$ . Определите значения величин, обозначенных  $*$ .

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$N$ , Вт	0,5	0,8	*	0,7	1,2	*	2,0	1,4	*	0,6	1,5	*
$\lambda$ , мкм	0,4	0,6	*	*	*	0,7	0,6	0,5	*	*	*	0,7
$n$ , $10^{18} \text{ с}^{-1}$	*	*	2,5	1,8	4,2	*	*	*	4,8	1,8	3,0	*
$r$ , см	20	*	10	15	*	25	10	*	25	15	*	20
$p$ , нПа	*	9,4	26	*	7,9	3,4	*	5,9	5,1	*	39,8	10,6

**Задача 3.** При напряжении  $U$  и силе тока  $I$  рентгеновская трубка излучает  $n$  квантов в одну секунду. Средняя длина волны излучения равна  $\lambda$ , КПД трубки (отношение мощности рентгеновского излучения к мощности тока) составляет  $\eta$ . Определите значение величины, обозначенной \*.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$U$ , кВ	*	50	60	55	45	*	45	60	55	50	*	45
$I$ , мА	2,0	*	2,5	1,8	2,2	3,0	*	2,7	2,0	2,5	1,4	*
$n$ , $10^{18} \text{ с}^{-1}$	9,6	8,4	*	8,9	5,9	17	23	*	11	12	10	9,0
$\lambda$ , нм	0,12	0,15	0,20	*	0,16	0,11	0,25	0,17	*	0,18	0,17	0,13
$\eta$	0,20	0,15	0,15	0,10	*	0,20	0,20	0,10	0,10	*	0,15	0,15

**Задача 4.** При прохождении рентгеновского излучения с длиной волны  $\lambda_0$  через вещество было экспериментально обнаружено, что длина волны и частота рассеянного излучения иные и что излучение, рассеянное под углом  $\varphi$ , имеет частоту  $\nu$ . Объясните явление и вычислите значение величины, обозначенной \*. Чему равна кинетическая энергия электрона отдачи?

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$\lambda_0$ , $10^{-12} \text{ м}$	12,4	18,3	*	11,5	16,4	*	14,3	12,8	*	13,5	14	*
$\varphi$ , °	*	120	60	*	180	70	*	90	150	*	100	40
$\nu$ , $10^{19} \text{ Гц}$	2,02	*	2,56	2,22	*	2,17	2,05	*	1,75	1,66	*	2,21

## 42. Фотоэффект

Задача 1. Металлический шар радиусом  $R$  облучают излучением с длиной волны  $\lambda$ . При этом максимальный заряд, приобретаемый шаром, равен  $Q$ , а потенциал —  $\phi$ . Работа выхода металла  $A_{\text{вых}}$ . Определите значения величин, обозначенных \*.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$A_{\text{вых}}$ , эВ	5,3	4,3	1,8	*	2,8	4,8	1,8	4,5	*	4,8	5,3	4,3
$R$ , см	1,0	2,0	*	3,0	4,0	*	*	3,0	4,0	*	5,0	1,0
$\lambda$ , мкм	*	0,25	*	0,26	*	0,22	0,42	*	0,40	*	0,21	*
$Q$ , пКл	1,2	*	3,4	0,89	*	0,92	2,53	*	1,32	3,65	*	1,76
$\phi$ , В	*	*	0,61	*	0,30	*	*	0,88	*	1,09	*	*

Задача 2. При облучении металла светом с частотой  $\nu$  максимальная скорость фотоэлектронов равна  $v$ . Красная граница фотоэффекта для этого металла соответствует длине волны излучения  $\lambda$ . Определите значение величины, обозначенной \*.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$\nu$ , ПГц	*	2,5	2,5	*	1,2	1,8	*	1,9	0,9	*	0,7	1,7
$\lambda$ , мкм	0,48	*	0,26	0,27	*	0,31	0,55	*	0,67	0,50	*	0,29
$v$ , Мм/с	0,51	1,2	*	0,82	0,99	*	1,32	1,04	*	1,83	0,56	*

Задача 3. На фотоэлемент  $\Phi$  (рис. К37) подано такое запирающее напряжение  $U$ , что при освещении металлической пластинки ультрафиолетовыми лучами с длиной волны  $\lambda$  показания чувствительного гальванометра  $\Gamma$  практически равны нулю. Красной границе фотоэффекта для металла пластины соответствует частота  $\nu_{\text{min}}$ . Определите значение величины, обозначенной \*.

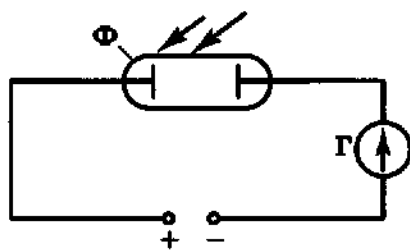


Рис. К37

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$U$ , В	*	1,25	1,39	*	1,32	1,93	*	1,51	1,34	*	0,92	2,05
$\lambda$ , нм	240	350	*	260	190	*	220	180	*	320	230	*
$\nu_{\text{min}}$ , ПГц	1,03	*	0,44	0,97	*	0,52	1,15	*	0,60	0,55	*	0,62

**Задача 4.** В вакуумной трубке катод представляет собой металлическую пластинку (красная граница для его металла  $\lambda_{\max}$ ), а анод – плоский люминесцентный экран, который светится при бомбардировке его фотоэлектронами. Расстояние между катодом и анодом  $L$ , ускоряющее электроны напряжение  $U$ . Если осветить катод пучком света (частота излучения  $\nu$ ) диаметром  $d$ , то светящееся пятно на аноде будет иметь диаметр  $D$ . Вычислите значение величины, обозначенной  $*$ .

Вариант	$\lambda_{\max}$ , мкм	$L$ , см	$U$ , В	$\nu$ , ПГц	$d$ , мм	$D$ , см
1	0,57	6	*	0,55	3,0	1,05
2	0,67	*	120	0,47	4,1	0,96
3	*	7	160	0,51	5,8	1,31
4	0,50	8	140	0,63	6,7	*
5	0,55	10	100	0,56	*	1,72
6	0,62	9	120	*	2,2	1,49
7	0,67	5	*	0,47	6,3	1,11
8	0,57	*	140	0,55	3,1	1,16
9	*	7	140	0,62	7,8	1,46
10	0,55	6	100	0,57	4,3	*
11	0,52	10	120	0,51	*	1,4
12	0,50	9	160	*	5,1	1,33

### 43. Модель атома Резерфорда–Бора

**Задача 1.** Минимальная скорость, которую должен иметь электрон, чтобы при ударе перевести атом водорода из  $n$ -го энергетического состояния в  $k$ -е, равна  $v$ . Рассчитайте ускоряющее напряжение, которое обеспечит электрону эту скорость. Определите значение величины, обозначенной  $*$ .

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$n$	1	2	*	2	3	*	1	2	*	2	3	*
$k$	4	*	4	3	*	5	3	*	6	4	*	3
$v$ , Мм/с	*	1,0	0,94	*	0,63	0,33	*	0,81	2,15	*	0,48	2,05

Задача 2. В атоме водорода электрон переходит с  $n$ -го на  $k$ -й энергетический уровень. Чему равна частота излученного (поглощенного) кванта?

Частота	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$n$	2	3	4	2	2	3	3	4	5	4	5	5
$k$	3	4	5	4	5	5	2	3	4	2	2	3

Задача 3.  $\alpha$ -Частица имеет скорость  $v$ . Наименьшее расстояние, на которое она может приблизиться к центру ядра атома химического элемента X, двигаясь по прямой, проходящей через этот центр, равно  $d$ . Определите химический элемент или значение величины, обозначенной \*.

Скорость	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$v$ , Мм/с	16	20	*	17	19	*	18	14	*	21	15	*
X	Sn	*	Ag	Al	*	Au	Ag	*	Sn	Au	*	Al
$d$ , фм	*	27,5	29	*	19,3	48,8	*	33,3	24	*	8,03	12,5

Задача 4. На дифракционную решетку, имеющую  $N$  штрихов на 1 мм, падает нормально пучок света от газоразрядной трубки, наполненной атомарным водородом. При переходе электрона в атоме водорода с  $n$ -го на второй энергетический уровень соответствующую линию в спектре  $k$ -го порядка можно наблюдать на экране под углом  $\varphi$  к нормали. Определите значение величины, обозначенной \*.

Число штрихов	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$N$ , мм <sup>-1</sup>	*	500	700	800	*	700	800	400	*	300	400	500
$n$	4	*	5	6	3	*	4	5	6	*	3	4
$k$	2	1	*	3	3	2	*	2	1	3	*	1
$\varphi$ , °	21,6	19,1	65,7	*	79,7	37,4	51	*	19,1	25,6	15,2	*

## 44. Радиоактивность. Ядерные реакции

Задача 1. Определите удельную энергию связи ядра изотопа.

Изотоп	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Изотоп	${}^7_3\text{Li}$	${}^3_1\text{H}$	${}^{27}_{13}\text{Al}$	${}^{17}_8\text{O}$	${}^3_2\text{He}$	${}^6_3\text{Li}$	${}^2_1\text{H}$	${}^9_4\text{Be}$	${}^{16}_8\text{O}$	${}^{12}_6\text{C}$	${}^{14}_7\text{N}$	${}^4_2\text{He}$

**Задача 2.** Первоначальная масса радиоактивного изотопа, имеющего период полураспада  $T$ , равна  $m$ . Число атомов, распавшихся за время  $t$ , составляет  $N$ . Вычислите значение величины, обозначенной  $*$ .

Вариант	$T$ , сут.	$m$ , г	$t$ , 10 сут.	$N$ , $10^{23}$	Изотоп	Вариант	$T$ , сут.	$m$ , г	$t$ , 10 сут.	$N$ , $10^{23}$	Изотоп
1	*	12	449	12	${}^3_1\text{H}$	7	45	2,36	*	0,60	${}^{59}_{26}\text{Fe}$
2	14,3	*	2,86	0,40	${}^{32}_{15}\text{P}$	8	87	0,7	1,74	*	${}^{32}_{16}\text{S}$
3	270	2,2	*	0,03	${}^{110}_{47}\text{Ag}$	9	*	23,9	891	0,30	${}^{239}_{94}\text{Pu}$
4	8	2,62	2,4	*	${}^{131}_{53}\text{I}$	10	51	*	20,4	0,01	${}^{89}_{38}\text{Sr}$
5	*	12	194	0,60	${}^{60}_{27}\text{Co}$	11	28	10,2	*	0,15	${}^{51}_{24}\text{Cr}$
6	152	*	7,6	0,60	${}^{45}_{23}\text{Ca}$	12	0,26	0,84	0,05	*	${}^{42}_{19}\text{K}$

**Задача 3.** Рассчитайте энергетический выход ядерной реакции.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Номер реакции	6	5	4	3	2	1	6	5	4	3	2	1

- |   |  |
|---|--|
| 1. ${}^7_3\text{Li} + {}^2_1\text{H} \rightarrow {}^8_4\text{Be} + {}^1_0\text{n}$  | 4. ${}^6_3\text{Li} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^3_1\text{H}$ |
| 2. ${}^2_1\text{H} + {}^3_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^1_0\text{n}$   | 5. ${}^7_3\text{Li} + {}^1_1\text{H} \rightarrow 2{}^4_2\text{He}$                 |
| 3. ${}^6_3\text{Li} + {}^1_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^3_2\text{He}$ | 6. ${}^2_1\text{H} + {}^2_1\text{H} \rightarrow {}^3_1\text{H} + {}^1_1\text{H}$   |

**Задача 4.** Поглощая  $\gamma$ -квант (длина волны излучения  $\lambda$ ), дейтрон распадается на протон и нейтрон, суммарная кинетическая энергия которых равна  $E$ . Определите значение величины, обозначенной  $*$ . Чему равен суммарный импульс протона и нейтрона?

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$\lambda$ , нм	*	0,50	*	0,45	*	0,40	*	0,35	*	0,30	*	0,25
$E$ , МэВ	1,3	*	1,5	*	2,0	*	2,3	*	2,5	*	3,0	*

## Итоговая контрольная работа

**Задача 1.** Расположенный горизонтально баллон, имеющий форму цилиндра диаметром  $d$  и длиной  $L$ , разделен поршнем массой  $m$ , который может двигаться без трения (рис. К38).

Слева от поршня в баллоне находится газ. Справа от поршня газа нет, но имеется пружина, прикрепленная к поршню. Эта пружина удерживает поршень в равновесии посередине цилиндра. Жесткость пружины  $k$ , давление газа на поршень при равновесии составляет  $p$ .

После малого смещения от положения равновесия поршень совершает колебания с частотой  $\nu$ . Определите значение величины, обозначенной  $*$ . Считайте газ идеальным, процесс изотермическим.

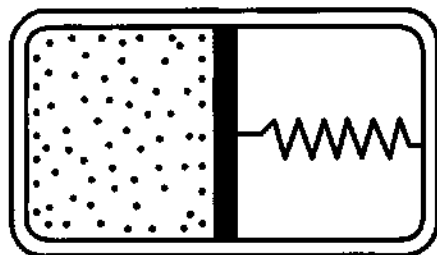


Рис. К38

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$d$ , см	*	10	8	6	12	14	*	8	12	10	14	6
$L$ , см	25	*	30	35	45	60	40	*	25	60	30	45
$m$ , кг	0,20	0,30	*	0,12	0,40	0,55	0,25	0,18	*	0,25	0,50	0,10
$k$ , Н/м	200	180	250	*	300	260	220	350	320	*	360	150
$p$ , Па	2,0	1,6	1,6	1,2	*	1,0	1,4	1,8	1,6	1,2	*	0,80
$\nu$ , Гц	6,0	4,6	6,2	5,8	4,8	*	5,8	7,7	5,4	4,8	5,0	*

**Задача 2.** Из неподвижного ядра радиоактивного изотопа, находящегося в магнитном поле с индукцией  $B$ , вылетает  $\alpha$ -частица. Образовавшееся ядро имеет массу  $m$  и заряд  $q$ . Ядро и  $\alpha$ -частица разлетаются, двигаясь по дугам окружностей радиусами  $R$  и  $R_\alpha$  соответственно (рис. К39). Их общая кинетическая энергия равна  $W$ . Определите значения величин, обозначенных  $*$ . Вектор магнитной индукции перпендикулярен плоскости, в которой расположены векторы скоростей образовавшегося ядра и  $\alpha$ -частицы.

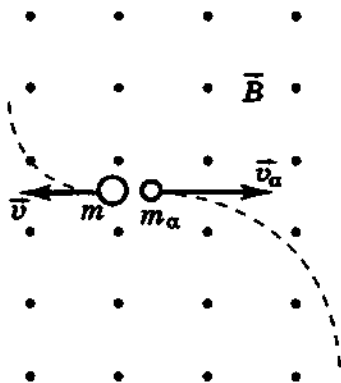


Рис. К39

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$B$ , Тл	*	0,85	1,4	1,6	*	1,5	1,1	*	1,3	*	1,0	0,75
$m$ , а.е.м.	206	*	222	*	234	235	*	210	218	222	*	218
$q$ , $10^{-17}$ Кл	1,31	*	1,38	1,41	1,44	*	*	1,31	1,34	1,31	1,47	*
$R_{\text{сг}}$ , мм	6,7	12,3	5,2	*	*	4,8	8,0	13,0	9,4	*	*	10,7
$R$ , см	*	50,3	*	18,0	32,8	21,9	32,2	*	*	20,3	32,9	45,1
$W$ , МэВ	5,40	8,97	*	4,07	4,27	*	6,17	7,85	*	4,89	5,29	*

**Задача 3.** В научно-фантастических произведениях описываются космические яхты, которые разгоняются и производят коррекцию орбиты с помощью паруса — легкого экрана, зеркально отражающего свет.

Пусть в некоторой области космического пространства с пренебрежимо малым гравитационным полем находится подобная яхта массой  $m$ , снабженная квадратным парусом (сторона квадрата  $L$ ). Под действием света ближайшей звезды яхта за время  $t$  приобретает скорость  $v$  и перемещается относительно звезды на расстояние  $s$ . Мощность светового излучения, падающего нормально на парус, составляет  $W$  на единицу площади паруса. Определите значения величин, обозначенных \*. Начальную скорость яхты считайте равной нулю.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$m$ , т	*	2,5	3,0	2,0	*	3,5	1,5	4,0	*	2,5	2,0	3,5
$L$ , м	140	120	*	100	130	110	*	100	80	150	*	80
$t$ , ч	15	20	*	20	30	*	15	*	*	20	30	*
$v$ , м/с	*	14	3,5	*	9,0	5,0	*	3,2	4,6	*	10	*
$s$ , км	290	*	94	*	*	135	83	*	125	310	*	140
$W$ , Вт/см <sup>2</sup>	0,60	*	0,45	0,75	0,30	*	0,20	0,35	0,80	*	0,45	0,80

**Задача 4.** В электрической цепи, схема которой изображена на рисунке К40, ЭДС батареи  $\mathcal{E}$ , ее внутреннее сопротивление  $r$ . Сопротивление катушки  $R_k$ , индуктивность катушки  $L$ . Сопротивление резистора равно  $R$ . При размыкании ключа  $K$  на резисторе выделяется количество теплоты  $Q$ . Определите значение величины, обозначенной \*. Диод  $D$  считайте идеальным.

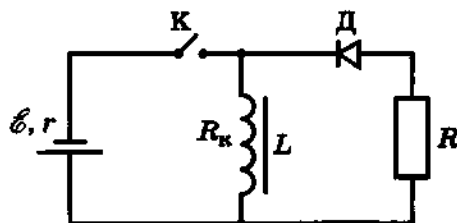


Рис. К40

Параметры	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$\xi$ , В	*	12	8	10	24	*	8	24	12	6	*	10
$r$ , Ом	1,0	*	1,0	2,0	1,5	1,0	*	0,5	2,0	1,5	0,5	*
$R_n$ , Ом	3,0	2,5	3,0	4,0	2,5	3,5	2,5	4,0	4,0	3,0	4,0	2,5
$L$ , Гн	0,8	1,2	*	1,0	0,7	0,9	1,2	*	1,0	0,85	1,2	0,8
$R$ , Ом	15	18	12	*	14	16	18	10	*	14	12	18
$Q$ , Дж	3,0	3,8	1,4	11	*	1,2	1,7	9,0	1,6	*	2,2	1,8

**Задача 5.** Из тонкой плоско-выпуклой линзы с оптической силой  $D$  вырезана ее центральная часть размером  $d$  и получившиеся две части линзы сдвинуты вплотную (рис. К41, а). В одном фокусе линзы поместили точечный источник, излучающий монохроматический свет длиной волны  $\lambda$ , в другом фокусе — экран (рис. К41, б). При этом в центральной части экрана наблюдается интерференционная картина и расстояние между соседними интерференционными максимумами составляет  $x$ . Определите значение величины, обозначенной  $*$ .

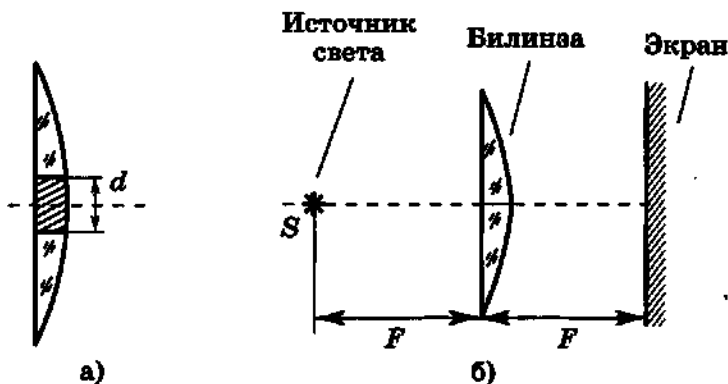


Рис. К41

Параметры	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$D$ , дптр	*	0,75	1,0	0,90	*	1,25	1,0	1,3	*	0,90	0,85	0,75
$d$ , см	0,5	*	0,6	0,7	0,8	*	0,8	0,5	0,7	*	0,8	0,6
$\lambda$ , нм	600	650	*	550	700	650	*	600	550	700	*	550
$x$ , мм	0,16	0,17	0,10	*	0,10	0,07	0,07	*	0,11	0,12	0,09	*

# СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

## Основные физические постоянные

Физическая величина	Обозначение	Числовое значение
Элементарный заряд (заряд электрона)	$e, q_e$	$1,60219 \cdot 10^{-19}$ Кл
Масса покоя электрона	$m_e$	$9,1095 \cdot 10^{-31}$ кг = $5,486 \cdot 10^{-4}$ а. е. м.
Масса покоя протона	$m_p$	$1,6726 \cdot 10^{-27}$ кг = 1,00728 а. е. м.
Масса покоя нейтрона	$m_n$	$1,6749 \cdot 10^{-27}$ кг = 1,00866 а. е. м.
Скорость света в вакууме	$c$	$2,9979 \cdot 10^8$ м/с
Гравитационная постоянная	$G$	$6,672 \cdot 10^{-11}$ Н · м <sup>2</sup> /кг <sup>2</sup>
Электрическая постоянная	$\epsilon_0$	$8,854 \cdot 10^{-12}$ Ф/м
Постоянная Авогадро	$N_A$	$6,022 \cdot 10^{23}$ моль <sup>-1</sup>
Постоянная Больцмана	$k$	$1,3807 \cdot 10^{-23}$ Дж/К
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
Магнитная постоянная	$\mu_0$	$1,26 \cdot 10^{-6}$ Гн/м

## Производные от основных физических постоянных

Физическая величина	Обозначение	Числовое значение
Энергия покоя электрона	$E_{0e} = m_e c^2$	$8,187 \cdot 10^{-14}$ Дж = 0,511 МэВ
Энергия покоя протона	$E_{0p} = m_p c^2$	$1,503 \cdot 10^{-10}$ Дж = 938,26 МэВ
Энергия покоя нейтрона	$E_{0n} = m_n c^2$	$1,505 \cdot 10^{-10}$ Дж = 939,55 МэВ
Удельный заряд электрона	$e$	$1,759 \cdot 10^{11}$ Кл/кг
Атомная единица массы	а. е. м.	$1,66057 \cdot 10^{-27}$ кг = 931,5 МэВ/с <sup>2</sup>
Универсальная газовая постоянная	$R = kN_A$	8,314 Дж/(моль · К)

## 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	$10^2$	санти	с	$10^{-2}$
дека	да	$10^1$	деци	д	$10^{-1}$

## Плотности веществ ( $\rho$ )

### Твердые вещества

Вещество	$\rho, 10^3 \text{ кг/м}^3$	Вещество	$\rho, 10^3 \text{ кг/м}^3$
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	Золото	19,3

### Жидкости

Вещество	$\rho, 10^3 \text{ кг/м}^3$	Вещество	$\rho, 10^3 \text{ кг/м}^3$
Бензин	0,70	Нефть	0,80
Вода	1,0	Ртуть	13,6
Керосин	0,80	Спирт	0,79

### Газы (при нормальных условиях)

Вещество	$\rho, \text{ кг/м}^3$	Вещество	$\rho, \text{ кг/м}^3$
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	-192
Гелий	5,29	-269
Кислород	0,913	-183

### Удельная теплота сгорания топлива ( $q$ )

Вещество	$q$ , МДж/кг	Вещество	$q$ , МДж/кг
Бензин	46	Порох	3,8
Дерево	10	Спирт	29
Каменный уголь	29	Топливо для реактивных самолетов (ТС-1)	43
Керосин	46	Условное топливо	29

### Коэффициент поверхностного натяжения жидкостей при 20 °С ( $\sigma$ )

Жидкость	$\sigma$ , мН/м	Жидкость	$\sigma$ , мН/м
Вода	73	Молоко	46
Бензин	21	Нефть	30
Керосин	24	Ртуть	510
Мыльный раствор	40	Спирт	22

**Зависимость давления  $p$  и плотности  $\rho$  насыщенного водяного пара от температуры**

$t, ^\circ\text{C}$	$p, \text{кПа}$	$\rho, \text{г/м}^3$	$t, ^\circ\text{C}$	$p, \text{кПа}$	$\rho, \text{г/м}^3$
-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

Показания 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	110	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 ( $\delta$ ) и модуль упругости ( $E$ )

Вещество	$\delta$ , МПа	$E$ , ГПа
Алюминий	100	70
Латунь	50	100
Медь	30	110
Свинец	15	17
Серебро	140	80
Сталь	500	210

## Диэлектрическая проницаемость веществ ( $\epsilon$ )

Вещество	$\epsilon$	Вещество	$\epsilon$
Воздух	1	Парафин	2
Винипласт	3,5	Парафинированная бумага	2,2
Вода	81	Слюда	6
Керосин	2,1	Стекло	7
Масло	2,5	Текстолит	7

**Удельное сопротивление  $\rho$  (при 20 °С) и температурный коэффициент сопротивления  $\alpha$  металлов и сплавов**

Вещество	$\rho, 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$ или $10^{-2} \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$	$\alpha, 10^{-3}$ 1/К	Вещество	$\rho, 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$ или $10^{-2} \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$	$\alpha, 10^{-3}$ 1/К
Алюминий	2,8	4,2	Нихром	110	0,1
Вольфрам	5,5	48	Свинец	21	3,7
Латунь	7,1	1	Серебро	1,6	4
Медь	1,7	4,3	Сталь	12	6
Никелин	42	0,1	Золото	2,3	3,7

**Работа выхода электронов ( $A$ )**

Вещество	$A, \text{ эВ}$	$A, \text{ адж}$	Вещество	$A, \text{ эВ}$	$A, \text{ адж}$
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 ( $n$ ) (средний для видимых лучей)**

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

**Относительная атомная масса некоторых изотопов, а. е. м.**

Изотоп	Масса нейтрального атома	Изотоп	Масса нейтрального атома
$^1_1\text{H}$ (водород)	1,00783	$^{10}_5\text{B}$ (бор)	10,01294
$^2_1\text{H}$ (дейтерий)	2,01410	$^{11}_5\text{B}$ (бор)	11,00931
$^3_1\text{H}$ (тритий)	3,01605	$^{12}_6\text{C}$ (углерод)	12,00000
$^3_2\text{He}$ (гелий)	3,01602	$^{14}_7\text{N}$ (азот)	14,00307
$^4_2\text{He}$ (гелий)	4,00260	$^{15}_7\text{N}$ (азот)	15,00011
$^6_3\text{Li}$ (литий)	6,01513	$^{16}_8\text{O}$ (кислород)	15,99491
$^7_3\text{Li}$ (литий)	7,01601	$^{17}_8\text{O}$ (кислород)	16,99913
$^9_4\text{Be}$ (бериллий)	8,00531	$^{27}_{13}\text{Al}$ (алюминий)	26,98146

# ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА

ПЕРИОДЫ	I	II	III	IV	V	
1	{H}					
2	Li <sup>3</sup> 6,941 литий	Be <sup>4</sup> 9,01218 бериллий	5 10,811	B <sup>6</sup> 12,011 бор	C <sup>7</sup> 14,0067 углерод	N <sup>15</sup> азот
3	Na <sup>11</sup> 22,9898 натрий	Mg <sup>12</sup> 24,305 магний	13 26,9815 алюминий	14 28,086 кремний	15 30,9738 фосфор	
4	K <sup>19</sup> 39,0983 калий	Ca <sup>20</sup> 40,078 кальций	Sc <sup>21</sup> 44,956 скандий	Ti <sup>22</sup> 47,88 титан	V <sup>23</sup> 50,942 ванадий	
	29 63,546 Cu медь	30 65,39 Zn цинк	31 69,723 Ga галлий	32 72,61 Ge германий	33 74,9216 As мышьяк	
5	Rb <sup>37</sup> 85,47 рубидий	Sr <sup>38</sup> 87,62 стронций	Y <sup>39</sup> 88,906 иттрий	Zr <sup>40</sup> 91,224 цирконий	Nb <sup>41</sup> 92,906 ниобий	
	47 107,866 Ag серебро	48 112,41 Cd кадмий	49 114,62 In индий	50 118,710 Sn олово	51 121,75 Sb сурьма	
6	Cs <sup>55</sup> 132,9054 цезий	Ba <sup>56</sup> 137,33 барий	La* <sup>57</sup> 138,9055 лантан	Hf <sup>72</sup> 178,49 гафний	Ta <sup>73</sup> 180,948 тантал	
	79 196,967 Au золото	80 200,59 Hg ртуть	81 204,383 Tl таллий	82 207,2 Pb свинец	83 208,9804 Bi висмут	
7	Fr <sup>87</sup> [223] франций	Ra <sup>88</sup> [226] радий	Ac** <sup>89</sup> [227] актиноид	Rf <sup>104</sup> [261] резерфордий	Db <sup>105</sup> [262] дубний	

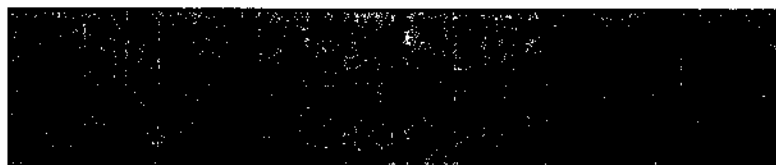
## \* ЛАНТАНОИДЫ

Ce <sup>58</sup> 140,12 церий	Pr <sup>59</sup> 140,9077 проевродим	Nd <sup>60</sup> 144,24 неодим	Pm <sup>61</sup> [145] прометий	Sm <sup>62</sup> 150,36 самарий	Eu <sup>63</sup> 151,96 европий	Gd <sup>64</sup> 157,25 гадолиний
Tb <sup>65</sup> 158,925 тербий	Dy <sup>66</sup> 162,50 диспрозий	Ho <sup>67</sup> 164,930 гольмий	Er <sup>68</sup> 167,26 эрбий	Tm <sup>69</sup> 168,934 тулий	Yb <sup>70</sup> 173,04 иттербий	Lu <sup>71</sup> 174,967 лютеций

# ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ

VI		VII		VIII	
	1 1,0079 <b>H</b> водород	2 4,0026 <b>He</b> гелий	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="margin-right: 10px;">Обозначение элемента</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <div style="margin-bottom: 5px;">Атомный номер</div> <div style="margin-bottom: 5px;">3</div> <div style="margin-bottom: 5px;">Li</div> <div style="margin-bottom: 5px;">6,939</div> <div style="margin-bottom: 5px;">↑</div> <div style="margin-bottom: 5px;">литий</div> </div> </div>		
8 15,9994 <b>O</b> кислород	9 18,9984 <b>F</b> фтор	10 20,179 <b>Ne</b> неон	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="margin-right: 10px;">Атомный номер</div> <div style="margin-bottom: 5px;">↓</div> </div>		
16 32,066 <b>S</b> сера	17 35,453 <b>Cl</b> хлор	18 39,948 <b>Ar</b> аргон	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="margin-right: 10px;">Обозначение элемента</div> <div style="margin-bottom: 5px;">→</div> </div>		
			<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="margin-right: 10px;">Относительная атомная масса</div> <div style="margin-bottom: 5px;">↑</div> </div>		
<b>Cr</b> 24 51,996 хром	<b>Mn</b> 25 54,9380 марганец	<b>Fe</b> 26 55,847 железо	<b>Co</b> 27 58,933 кобальт	<b>Ni</b> 28 58,69 никель	
34 78,96 <b>Se</b> селен	35 79,904 <b>Br</b> бром	36 83,80 <b>Kr</b> криптон			
<b>Mo</b> 42 95,94 молибден	<b>Tc</b> 43 [98] технеций	<b>Ru</b> 44 101,07 рутений	<b>Rh</b> 45 102,906 родий	<b>Pd</b> 46 106,4 палладий	
52 127,60 <b>Te</b> теллур	53 126,9045 <b>I</b> йод	54 131,30 <b>Xe</b> ксенон			
<b>W</b> 74 183,84 вольфрам	<b>Re</b> 75 186,2 рений	<b>Os</b> 76 190,2 осмий	<b>Ir</b> 77 192,22 иридий	<b>Pt</b> 78 195,08 платина	
84 [209] <b>Po</b> полоний	85 [210] <b>At</b> астат	86 222 <b>Rn</b> радон			
<b>Sg</b> 106 [266] сиборгий	<b>Bh</b> 107 [267] борий	<b>Hs</b> 108 [269] хассий	<b>Mt</b> 109 [269] мейтнерий	110	

## \*\* АКТИНОИДЫ



## Сведения о Солнце, Земле и Луне

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

# СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие .....	3
<b>ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНЫХ РАБОТ .....</b>	<b>4</b>
1. Сложение векторов .....	—
2. Проекция векторов .....	5
3. Равномерное прямолинейное движение .....	6
4. Скорость и ускорение при равноускоренном движении .....	8
5. Перемещение при равноускоренном движении .....	9
6. Равномерное движение по окружности .....	10
7. Движение тела, брошенного под углом к горизонту .....	11
8. Законы Ньютона .....	12
9. Сила упругости .....	13
10. Сила трения .....	15
11. Сила всемирного тяготения .....	16
12. Движение спутников и планет .....	17
13. Вес тела .....	19
14. Движение под действием силы трения .....	20
15. Движение под действием нескольких сил .....	21
16. Элементы статики .....	22
17. Импульс. Закон сохранения импульса .....	24
18. Кинетическая энергия .....	25
19. Потенциальная энергия .....	26
20. Закон сохранения энергии .....	27
21. Применение законов сохранения импульса и энергии .....	29
22. Работа и мощность .....	30
23. КПД .....	31
24. Движение жидкостей .....	33
25. Механические колебания .....	34
26. Колебания математического маятника и груза на пружине .....	36
27. Механические волны .....	38
28. Звук .....	40
29. Моль. Число Авогадро. Концентрация и плотность .....	41
30. Давление идеального газа .....	42
31. Температура. Скорость молекул .....	43
32. Уравнение Менделеева—Клапейрона .....	44
33. Изопроцессы .....	46
34. Влажность воздуха. Кипение .....	47
35. Поверхностное натяжение .....	49
36. Механические свойства твердых тел .....	50

37. Внутренняя энергия. Работа в термодинамике .....	51
38. Первый закон термодинамики .....	52
39. Количество теплоты .....	54
40. Тепловые двигатели .....	55
41. Закон Кулона .....	56
42. Напряженность электрического поля .....	57
43. Потенциал. Напряжение .....	58
44. Емкость. Энергия электрического поля .....	59
45. Параллельное и последовательное соединения конденсаторов ...	61
46. Сила тока. Закон Ома для участка цепи .....	62
47. Последовательное и параллельное соединения проводников ....	63
48. Сопротивление проводника. Удельное сопротивление .....	64
49. Шунты и добавочные сопротивления к электроизмерительным приборам .....	66
50. Работа и мощность тока .....	—
51. ЭДС. Закон Ома для замкнутой цепи .....	68
52. Ток в электролитах .....	69
53. Ток в газах. Прохождение тока через вакуум .....	70
54. Ток в полупроводниках .....	72
55. Сила Лоренца. Сила Ампера .....	73
56. Магнитный поток. Электромагнитная индукция .....	75
57. Индуктивность. ЭДС самоиндукции. Энергия магнитного поля	76
58. Механические колебания .....	77
59. Колебательный контур .....	79
60. Переменный ток .....	81
61. Получение, преобразование и передача электроэнергии .....	82
62. Механические волны .....	84
63. Электромагнитные волны .....	86
64. Явление отражения света .....	87
65. Явление преломления света .....	88
66. Линзы .....	90
67. Световые волны. Явление интерференции света .....	91
68. Явление дифракции света .....	93
69. Элементы специальной теории относительности .....	94
70. Кванты .....	95
71. Явление фотоэффекта .....	96
72. Модель атома водорода .....	97
73. Состав атомного ядра. Энергия связи .....	99
74. Явление радиоактивности .....	—
75. Ядерные реакции. Энергетический выход ядерных реакций ...	100

<b>ЗАДАЧИ ДЛЯ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ .....</b>	<b>102</b>
1. Действия с векторами. Равномерное прямолинейное движение .	—
2. Равноускоренное движение .....	104
3. Равномерное движение тела по окружности .....	106
4. Движение тела, брошенного под углом к горизонту .....	107
5. Законы Ньютона .....	109
6. Силы упругости, трения. Гравитационные силы .....	110

7. Движение спутников и планет. Вес тела .....	111
8. Движение тела на поворотах и под действием силы трения ...	118
9. Движение тела под действием нескольких сил .....	114
10. Элементы статики .....	116
11. Импульс тела. Закон сохранения импульса .....	117
12. Закон сохранения энергии .....	119
13. Применение законов сохранения энергии и импульса к реше- нию задач .....	120
14. Работа и мощность .....	121
15. Движение жидкостей .....	123
16. Механические колебания .....	124
17. Механические волны. Звук .....	126
18. Вращательное движение .....	127
19. Моль. Число Авогадро .....	128
20. МКТ идеального газа .....	130
21. Уравнение состояния идеального газа .....	131
22. Влажность воздуха. Поверхностное натяжение. Свойства твер- дых тел .....	133
23. Первый закон термодинамики .....	135
24. Количество теплоты. Тепловые двигатели .....	137
25. Электрические заряды и электрическое поле .....	139
26. Напряженность и потенциал электрического поля .....	140
27. Емкость конденсатора. Энергия электрического поля ...	142
28. Закон Ома для участка цепи .....	144
29. Закон Ома для полной цепи .....	146
30. Соединение источников тока. Правила Кирхгофа .....	147
31. Ток в различных средах .....	148
32. Силовое действие магнитного поля .....	150
33. Электромагнитная индукция. Энергия магнитного поля тока ..	152
34. Механические колебания .....	154
35. Колебательный контур .....	155
36. Переменный ток .....	157
37. Механические и электромагнитные волны .....	160
38. Законы отражения и преломления света .....	161
39. Линзы .....	163
40. Интерференция и дифракция света .....	165
41. Кванты. Эффект Комптона .....	167
42. Фотоэффект .....	169
43. Модель атома Резерфорда—Бора .....	170
44. Радиоактивность. Ядерные реакции .....	171
Итоговая контрольная работа .....	173
<b>СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ .....</b>	<b>176</b>

Учебное издание  
Серия «Классический курс»

Андрюшечкин Сергей Михайлович  
Слушаевский Александр Сергеевич

**ФИЗИКА**  
**«КОНСТРУКТОР»**  
**САМОСТОЯТЕЛЬНЫХ**  
**И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ**

**10—11 классы**

*Пособие для учителей  
общеобразовательных учреждений*

**ЦЕНТР ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ**

Руководитель Центра *В. И. Егудин*  
Зам. руководителя Центра *Е. К. Липкина*  
Редактор *Н. В. Мелешко*  
Младший редактор *Т. И. Данилова*  
Художники *А. С. Пивнев, О. Ю. Тупикина*  
Художественный редактор *Т. В. Глушкова*  
Компьютерная верстка и техническое редактирование *Н. А. Киселевой*  
Корректоры *Н. В. Бурдина, Л. С. Вайтман*

Налоговая льгота — Общероссийский классификатор продукции ОК 005-93 — 953000. Изд. лиц. Серия ИД № 05824 от 12.09.01. Подписано в печать 14.07.10. Формат 70×90<sup>1/16</sup>. Бумага газетная. Гарнитура SchoolBookCSapPin. Печать офсетная. Уч.-изд. л. 13,94. Тираж 5000 экз. Заказ № 2867.

Открытое акционерное общество «Издательство «Просвещение». 127521, Москва, 3-й проезд Марьиной рощи, 41.

Отпечатано в полном соответствии с качеством предоставленных издательством материалов в ОАО «Тверской ордена Трудового Красного Знамени полиграфкомбинат детской литературы им. 50-летия СССР». 170040, г. Тверь, проспект 50 лет Октября, 46.

