

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО ВЫСШЕМУ
ОБРАЗОВАНИЮ

**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ИНСТИТУТ СТАЛИ И СПЛАВОВ
(ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)**

Кафедра физики

О.И. Медников

В.В. Пташинский
О.А. Ушакова

Одобрено
Методическим советом
института

ФИЗИКА
Задания и методические указания
Для всех специальностей

Под редакцией проф. Е.К. Наими

Москва, 1997

АННОТАЦИЯ

Данный сборник предназначен для студентов всех факультетов МИСиС и содержит задачи по основным разделам общего курса физики для самостоятельного решения при выполнении домашних заданий. В сборнике имеются краткие методические указания по выполнению заданий. Приведен пример решения и оформления задачи, а также задачи для самостоятельного решения. В приложении содержатся некоторые справочные данные.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО**ВЫПОЛНЕНИЮ ЗАДАНИЙ**

Решение физических задач является необходимой составной частью изучения курса физики. Знакомясь с основными физическими законами, нужно учиться применять их к решению конкретных задач.

При практическом исследовании из всей совокупности физических величин, характеризующих какой-либо процесс или объект, одни удается измерить непосредственно, другие вычисляются косвенным путем на основании известных зависимостей. При использовании различных методов исследования те величины, которые измерялись непосредственно в одном случае, оказываются неизвестными, искомыми в другом. Поэтому надо уметь подходить к анализу одного и того же явления с различных сторон, базируясь на различных совокупностях исходных данных.

Но нахождение аналитического выражения, определяющего искомую величину через исходные данные, решение задачи в общем виде – это только часть дела. Ни одна задача, с которой в своей практической деятельности встречается инженер или научный сотрудник, не может считаться полностью решенной, пока не получено численное значение искомой величины. Только тогда теоретический результат имеет практическую ценность, когда он может быть сопоставлен с экспериментальным. Поэтому умение вычислять результат с требуемой точностью по полученной формуле является совершенно необходимым. При подстановке исходных данных в окончательную формулу необходимо следить за используемыми единицами измерения, уметь оценить порядок получаемого результата.

Помещенные в данном сборнике задачи сгруппированы по главам, охватывающим основные разделы общего курса физики. К каждой задаче, сформулированной в общем виде, дается в форме таблицы по 5 наборов числовых данных, обозначенных соответствующими номерами /шифрами/. Величина, числовое значение которой требуется определить в данном шифре, обозначается знаком “?”. Величины, обозначенные “–”, для решения данного шифра не требуются, определять их не нужно.

Единицы измерения, в которых необходимо выразить определяемую величину, указаны в заголовке соответствующей графы таблицы числовых данных. Во многих случаях используются дольные или кратные от единиц системы СИ, а также другие единицы, применяемые в науке и технике. Таблицы единиц измерения физических величин, соотношения между различными единицами, приставки для образования кратных и дольных единиц, а также значения основных физических и астрономических постоянных содержатся в приложении /табл.1–3/.

В домашние задания, выполняемые студентами при изучении курса физики, включаются задачи из настоящего сборника. Сроки сдачи домашних заданий устанавливаются семестровым графиком учебных занятий студентов. Номер варианта и номер задач,

входящих в каждое задание, определяются маршрутом выполнения домашних заданий в соответствии с порядковыми номерами

студентов по списку группы. Номер шифра выбирается также в соответствии с номером студента по списку согласно таблице:

Шифр	1	2	3	4	5
№№ СТУДЕНТОВ	01, 06, 11, 16, 21, 26	02, 07, 12, 17, 22, 27	03, 08, 13, 18, 23, 28	04, 09, 14, 19, 24, 29	05, 10, 15, 20, 25, 30

Задание должно быть оформлено в отдельной тонкой тетради школьного типа, на обложке которой указываются: группа, фамилия, порядковый номер студента по списку группы, номер задания, номер варианта, номер задач по сборнику, шифр.

При решении каждой задачи необходимо записать условия, дать чертеж, поясняющий задачу. На чертеже указать все рассматриваемые объекты, обозначения, векторы, систему координат. Разъяснить роль идеализации и допущений, сделанных в задаче.

Следует обосновать использование тех или иных физических законов и дать их математическую запись применительно к рассматриваемой задаче. Выбрать при этом наиболее удобную для решения систему единиц /желательно систему СИ/. Решить полученную систему уравнений и записать ответ /если возможно/ в аналитическом виде. Затем произвести проверку размерности результата, а также дать анализ полученного ответа.

Числовые данные следует подставлять в формулу только после того, как задача решена в общем виде. При этом их надо предварительно выразить в единицах одной системы /например СИ/ – той же системы, в которой записаны все формулы. В случае, когда и в числитель, и в знаменатель формулы входят однородные величины /например, длина/ с одинаковыми показателями степени, их допускается выразить в любых, но обязательно одинаковых единицах.

После подстановки числовых данных производится вычисление значения неизвестной величины. При расчетах следует руководствоваться правилами приближенных вычислений /например, если сомножители содержат по 3 значащих цифры, то и произведение следует округлить до 3 значащих цифр, избегая лишних десятичных знаков/.

Получив результат, необходимо указать сокращенное наименование или размерность единицы измерения искомой величины в той системе, в которой производилось вычисление. Затем, если нужно, выразить ответ в тех единицах, которые указаны в заголовке соответствующей графы таблицы числовых данных.

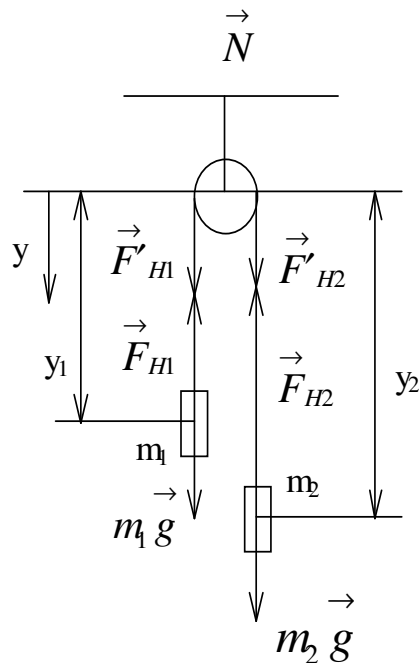
Пример решения и оформлениязадачиЗадача

Невесомая нерастяжимая нить перекинута через вращающийся около горизонтальной оси неподвижный блок. К концам нити привязаны грузы m_1 и m_2 . При движении грузов сила давления блока на ось равна F , ускорение грузов a . Массой блока и трением в оси можно пренебречь. Определить неизвестную величину.

$m_1, \text{ г}$	$m_2, \text{ г}$	$F, \text{ Н}$	$a, \text{ м/с}^2$
650	350	?	-

Решение

Движение грузов поступательное, поэтому их можно считать материальными точками. На каждый из рассматриваемых грузов действует сила тяжести $\vec{P}_1 = m_1 \vec{g}$ и $\vec{P}_2 = m_2 \vec{g}$ и сила натяжения нити \vec{F}_{H1} и \vec{F}_{H2} , как показано на рисунке.



Второй закон Ньютона для каждого из грузов может быть записан следующим образом:

$$\begin{aligned} m_1 a_1 &= m_1 g + F_{H1} \\ m_2 a_2 &= m_2 g + F_{H2} \end{aligned}$$

Невесомость нити /возможность пренебречь ее массой/ позволяет считать силу натяжения вдоль всей нити постоянной. Неизменяемость силы натяжения при переходе через блок следует из того, что массой блока /следовательно, и его моментом инерции/ и трением в оси можно пренебречь, а потому разность моментов сил натяжения, действующих на блок с противоположных сторон, должна равняться нулю. Отсюда вытекает, что силы натяжения нити,

действующие как на оба груза, так и на блок, можно считать равными между собой: $F_{H1} = F_{H2} = F'_{H1} = F'_{H2} = F_H$.

Не растяжимость нити позволяет найти связь между ускорениями грузов. Движение грузов происходит только в одном /вертикальном/ направлении, поэтому достаточно рассматривать только одну координату y - будем отсчитывать ее вниз от оси блока /см. рисунок/. Длина нити постоянна, поэтому: $y_1 + y_2 = \text{const}$.

Дифференцируя, получаем: $\dot{y}_1 + \dot{y}_2 = 0$, $\ddot{y}_1 + \ddot{y}_2 = 0$, $\ddot{y}_1 = -\ddot{y}_2$.

Здесь $\ddot{y}_1 = a_{1y}$, $\ddot{y}_2 = a_{2y}$. Ускорения грузов равны по абсолютной величине и противоположны по направлению. Обозначив ускорение груза m_1 через a , имеем: $a_{1y} = -a_{2y} = a$.

В уравнениях второго закона Ньютона перейдем от векторных соотношений к скалярным, взяв проекции всех векторов на ось y .

Учитывая уже полученные соотношения между величинами, входящими в уравнения, имеем:

$$m_1 a = m_1 g - F_H,$$

$$-m_2 a = m_2 g - F_H.$$

Отсюда можно найти a и F_H .

По условию задачи требуется найти силу давления блока на ось. На блок действуют две силы натяжения нити $\vec{F}'_{H1} = \vec{F}'_{H2}$ и сила реакции оси \vec{N} /см. рисунок/. Центр масс блока неподвижен, следовательно, сумма действующих на блок сил равна нулю:

$$\vec{N} + 2\vec{F}'_H = 0; \quad 2F_H - N = 0$$

Отсюда $N = 2F_H$. Согласно третьему закону Ньютона сила реакции оси равна по величине искомой силе давления F блока на ось. Решая уравнения, получаем:

$$a = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} g; \quad F_H = \frac{2m_1 m_2 g}{m_1 + m_2}; \quad F = \frac{4m_1 m_2 g}{m_1 + m_2};$$

Выразим данные задачи в системе СИ и проведем вычисления.

СИ

$$m_1 = 0,65 \text{ кг.}$$

$$m_2 = 0,35 \text{ кг.}$$

$$g = 9,8 \text{ м/с}^2$$

$$F = \frac{4 \cdot 0,65 \cdot 0,35 \cdot 9,8}{0,65 + 0,35} = 8,9 \text{ Н}$$

F - ?

В соответствии с правилами приближенных вычислений результат округляем до двух значащих цифр.

Проверка размерностей:

$$\frac{\text{кг} \cdot \text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}^2 \cdot \text{кг}} = \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}^2} = \text{Н}$$

Анализ полученных результатов показывает, что значение силы натяжения нити F_H лежит между $m_1 g$ и $m_2 g$. Сила давления блока на ось F при движении грузов меньше суммы сил тяжести, действующих на грузы. Равнодействующая сил, действующих на груз большей массы, направлена вниз, а сил, действующих на груз меньшей массы, - вверх. Поэтому ускорение груза большей массы направлено вниз, а ускорение груза меньшей массы - вверх.

Если массы грузов одинаковы ($m_1 = m_2$), то сила натяжения нити равна силе тяжести, действующей на каждый груз, и ускорения грузов равны нулю. В этом случае грузы находятся в покое или движется равномерно, и сила давления блока на ось F равна $2mg$ - равномерное движение грузов не меняет величину силы давления блока на ось.

ГЛАВА 1**МЕХАНИКА****Задача 1-01**

Тело брошено со скоростью v_0 с высоты h вверх под углом α к горизонту и упало на землю через промежуток времени τ на расстоянии l (по горизонтали) от места падения. Определить неизвестную величину.

шифр	v_0 , м/с	α , град	h , м	τ , с	l , м
1	–	48	?	3,2	40
2	?	45	2,4	–	37
3	50	?	7,5	4,1	–
4	18	45	14,0	–	?
5	–	45	10,0	?	65

Задача 1-02

Тело брошено с башни высотой h вверх под углом α к горизонту с начальной скоростью v_0 . Дальность бросания (по горизонтали) равна l , скорость в момент падения на землю v . Определить неизвестную величину.

шифр	h , м	α , град	v_0 , м/с	l , м	v , м/с
1	19	?	17	24	–
2	28	54	?	15	–
3	37	21	5	?	–
4	?	46	23	65	–
5	16	35	–	15	?

Задача 1-03

С вершины холма, склон которого составляет с горизонтом угол β , брошен с начальной скоростью v_0 камень вверх под углом α к горизонту. Точка падения камня находится от вершины на расстоянии l (считая вдоль склона холма). Определить неизвестную величину.

шифр	v_0 , м/с	α , град	β , град	l , м
1	15	15	10	?
2	?	40	32	60
3	25	25	18	?
4	?	55	25	120
5	40	35	20	?

Задача 1-04

Волчок вращается вокруг своей оси симметрии с угловой скоростью ω_1 . Ось волчка с угловой скоростью ω_2 описывает конус, образуя с вертикалью угол α . Полная угловая скорость волчка, равная по абсолютной величине ω , составляет с вертикалью угол β . Определить неизвестную величину.

шифр	ω_1 , рад/с	ω_2 , рад/с	α , град	ω , рад/с	β , град
1	25	4,5	25,0	-	?
2	14	5,4	?	16	-
3	-	3,7	7,5	?	5,0
4	?	4,1	18,0	-	4,2
5	14	10,0	15,0	?	-

Задача 1-05

Спутник движется по круговой орбите со скоростью v на расстоянии h от поверхности планеты. Масса планеты равна $m=km_3$, где m_3 – масса Земли. Радиус планеты равен R . Определить неизвестную величину.

шифр	R , Мм	h , Мм	$k=m/m_3$	v , км/с
1	3,0	1,45	0,81	?
2	1,74	?	0,012	1,5
3	6,4	7,2	1,0	?
4	70,0	?	200,0	27,0
5	3,4	5,0	0,11	?

Задача 1-06

Через неподвижный блок, перекинута нить, к одному концу которой прикреплен груз m_1 , а к другому – второй блок. Через второй блок также перекинута нить с грузами m_2 и m_3 на концах. Ускорение грузов равны соответственно a_1 , a_2 , a_3 . Массами блоков и трением в них можно пренебречь. Ускорения считаются положительными, если они направлены вниз. Определить неизвестную величину.

шифр	m_1 , кг	m_2 , кг	m_3 , кг	a_1 , м/с ²	a_2 , м/с ²	a_3 , м/с ²
1	7,2	-	?	-	+0,9	-4,1
2	-	?	5,1	+1,2	+0,6	-
3	1,4	3,5	1,2	-	?	-
4	?	1,2	2,1	+0,8	-	-
5	3,0	4,0	1,0	?	-	-

Задача 1-07

На верхнем конце наклонной плоскости укреплен легкий блок, через который перекинута нить с грузами m_1 и m_2 на концах. Груз m_1 скользит вниз по наклонной плоскости, поднимая висящий на другом конце груз m_2 . Угол наклонной плоскости с горизонтом α , коэффициент трения между грузом m_1 и плоскостью равен k , ускорение грузов a . Определить неизвестную величину.

шифр	m_1 , кг	m_2 , кг	α , град	k	a , м/с ²
1	6,7	?	17	0,2	0,40
2	?	2,3	25	0,1	0,45
3	1,7	0,7	48	?	2,10
4	7,4	3,8	?	0,3	0,84
5	5,1	2,5	37	0,1	?

Задача 1-08

На разных склонах наклонной плоскости, образующих с горизонтом углы α_1 и α_2 , находятся грузы m_1 и m_2 . Нить, связывающая грузы, перекинута через легкий блок, укрепленный на вершине наклонной плоскости. Коэффициент трения между грузами и плоскостью равен k , ускорение грузов a , $a > 0$, если система движется в сторону груза m_2 . Определить неизвестную величину.

шифр	α_1 , град	α_2 , град	m_1 , кг	m_2 , кг	k	a , м/с ²
1	55	25	2,2	4,3	0,17	?
2	40	27	?	7,9	0,20	+1,3
3	20	35	1,6	1,5	?	+0,24
4	65	35	4,8	5,6	0,15	?
5	32	48	3,3	?	0,10	-2,0

Задача 1-09

На гладком горизонтальном столе лежат один на другом два бруска массами m_1 и m_2 . Коэффициент трения между брусками равен k . К нижнему бруску, масса которого m_1 , приложена постоянная горизонтальная сила F . Ускорения брусков равны соответственно a_1 и a_2 . Определить неизвестную величину.

шифр	m_1 , кг	m_2 , кг	k	F , Н	a_1 , м/с ²	a_2 , м/с ²
1	5,6	?	-	2,9	0,4	0,3
2	?	3,7	0,10	3,0	0,2	-
3	2,6	?	0,15	4,3	-	1,1
4	0,62	0,27	0,25	2,8	-	?
5	3,2	2,1	0,10	2,1	?	-

Задача 1-10

По наклонной плоскости с углом α соскальзывает доска массой m_1 , на которой находится брусок массой m_2 . Коэффициент трения между наклонной плоскостью и доской равен k_1 , а между доской и бруском k_2 . Ускорение доски равно a_1 , ускорение бруска a_2 . Определить неизвестную величину.

шифр	α , град	m_1 , кг	m_2 , кг	k_1	k_2	a_1 , м/с ²	a_2 , м/с ²
1	25	4,8	4,5	0,15	–	?	3,6
2	75	–	–	0,11	0,15	–	?
3	37	4,7	3,4	?	0,05	3,0	–
4	42	5,2	?	0,20	–	4,7	5,4
5	35	2,6	1,1	0,40	0,10	?	–

Задача 1-11

Шарик массой m падает на горизонтальную поверхность стола с высоты h_1 и отскочив, поднимается на высоту h_2 . Время соударения равно τ , средняя сила взаимодействия шарика со столом F . Определить неизвестную величину.

шифр	m , г	h_1 , м	h_2 , м	τ , мс	F , Н
1	12	?	0,35	0,045	1500
2	120	1,7	1,4	?	3650
3	?	1,9	1,5	0,18	540
4	45	2,4	?	0,49	900
5	28	1,35	0,75	0,60	?

Задача 1-12

Человек массой m_1 , стоящий на одном конце первоначально покоящейся тележки m_2 и длины l , прыгает со скоростью v относительно земли под углом α к горизонту и попадает на другой конец тележки. Массу колес, а также силы сопротивления движению тележки не учитывать. Определить неизвестную величину.

шифр	m_1 , кг	m_2 , кг	l , м	v , м/с	α , град
1	70	?	2,6	4,0	35
2	?	200	5,2	6,5	55
3	60	240	?	5,0	40
4	45	160	3,1	5,5	?
5	55	120	7,0	?	25

Задача 1-13

Шайба соскальзывает с высоты h_1 по наклонной плоскости с углом α_1 к горизонту, затем поднимается на другую наклонную плоскость с углом α_2 до высоты h_2 . Коэффициент трения шайбы о плоскости равен k . Определить неизвестную величину.

шифр	h_1 , м	α_1 , град	h_2 , м	α_2 , град	k
1	?	11	12,6	42	0,15
2	24,0	15	17,0	10	?
3	9,0	36	?	12	0,05
4	8,5	50	4,6	?	0,20
5	15,2	?	9,4	55	0,10

Задача 1-14

Две лодки массами m_1 и m_2 идут параллельными курсами со скоростями v_1 и v_2 . Когда лодки оказываются рядом, из каждой лодки в другую перекадывается мешок массой m , после чего лодки продолжают двигаться параллельными курсами, но со скоростями U_1 и U_2 . Определить неизвестную величину.

шифр	m_1 , кг	m_2 , кг	v_1 , м/с	v_2 , м/с	m , кг	U_1 , м/с	U_2 , м/с
1	230	190	-	?	16	-1,42	+1,5
2	310	160	?	-	25	-2,7	2+,8
3	290	180	+1,31	-	?	+1,16	-2,5
4	420	280	-	-2,0	18	+2,3	?
5	250	370	+1,60	-	32	?	+4,6

Задача 1-15

Копром забивают сваю массой m_1 в грунт на глубину S при каждом ударе. Средняя сила сопротивления грунта F . Подъемная часть копра – груз массой m_2 , свободно падающей на сваю с высоты h . Сразу после удара груз и свая имеют скорость U . $m_1 < m_2$. Определить неизвестную величину.

шифр	m_1 , кг	S , см	F , кН	m_2 , кг	h , м	U , м/с
1	95	8	?	640	2,3	-
2	?	15	60	480	1,9	-
3	135	?	70	970	-	1,1
4	185	30	100	830	?	-
5	120	12	180	670	-	?

Задача 1-16

Два шарика массами m_1 и m_2 , подвешенные на нитях одинаковой длины l , касаются друг друга. Первый шарик отклоняют на высоту h и отпускают, после чего происходит упругий центральный удар. Углы отклонения нитей после удара α_1 и α_2 . Угол α_1 отрицателен, если шарик после удара отклоняется назад. Определить неизвестную величину.

шифр	m_1 , кг	m_2 , кг	l , см	h , см	α_1 , град	α_2 , град
1	0,17	0,32	?	30	-	+25,0
2	?	0,18	64	16	-2,1	-
3	0,43	0,12	250	27	-	?
4	0,058	?	130	27	-	+4,3
5	0,12	0,75	76	24	?	-

Задача 1-17

Снаряд, летящий со скоростью v , разрывается на два осколка массами m_1 и m_2 , разлетающиеся под углом α со скоростями U_1 и U_2 . Определить неизвестную величину.

шифр	v , м/с	m_1 , кг	m_2 , кг	α , град	U_1 , м/с	U_2 , м/с
1	800	28	65	25	730	?
2	700	14	8	95	?	830
3	?	35	50	120	170	400
4	320	?	23	30	450	180
5	700	45	17	?	710	900

Задача 1-18

Частица массы, летящая со скоростью v_1 , испытывает упругое нецентрально столкновение с покоящейся частицей массы m_2 . После столкновения частицы разлетаются под углом α со скоростями U_1 и U_2 . Определить неизвестную величину.

шифр	m_2/m_1	v_1 , км/с	α , град	U_1 , км/с	U_2 , км/с
1	-	2000	160	?	1100
2	2	2100	-	950	?
3	16	-	?	500	28
4	?	-	60	25	35
5	5	500	130	?	-

Задача 1-19

Шкив с моментом инерции I имеет две цилиндрические ступени радиусами R_1 и R_2 . На цилиндры намотаны в противоположных направлениях нити с грузами m_1 и m_2 на концах. Угловое ускорение шкива равно β , причем $\beta > 0$, если груз m_1 опускается. Определить неизвестную величину.

шифр	I , кг·м ²	R_1 , см	R_2 , см	m_1 , кг	m_2 , кг	β , рад/с ²
1	1,4	23,0	34,0	1,70	?	-1,5
2	7,2	29,0	44,0	?	2,10	+0,7
3	0,4	14,0	19,0	0,63	0,48	?
4	0,015	7,3	12,1	0,26	0,18	?
5	?	19,0	27,0	0,50	0,75	-1,2

Задача 1-20

Человек массы m_1 находится на первоначально покоящейся горизонтальной платформе, представляющей собой однородный диск массы m_2 и радиуса R_2 . Когда человек идет по окружности радиуса R_1 со скоростью v относительно платформы, сама платформа вращается вокруг вертикальной оси (без трения) с частотой оборотов n . Определить неизвестную величину.

шифр	m_1 , кг	R_1 , м	m_2 , кг	R_2 , м	v , м/с	n , мин ⁻¹
1	85	1,9	170	?	2,1	1,8
2	75	1,9	240	2,8	?	3,1
3	70	2,4	?	3,9	1,3	0,85
4	?	2,7	200	3,5	2,3	2,5
5	65	2,3	140	4,5	1,1	?

Задача 1-21

Шарик скатывается без проскальзывания с высоты h по одной наклонной плоскости и поднимается на другую. Углы плоскостей с горизонтом α_1 и α_2 , скорость шарика в нижней точке равна v , время движения шарика до наивысшей точки падения τ . Определить неизвестную величину.

шифр	h , см	α_1 , град	α_2 , град	v , см/с	τ , с
1	-	18	26	?	5,0
2	-	28	?	210	2,0
3	65	?	22	-	3,2
4	-	32	17	260	?
5	?	25	55	-	3,0

Задача 1-22

Маленькие шарики массами m_1 и m_2 ($m_1 > m_2$) находятся на концах стержня длины l и массы m , который может вращаться вокруг горизонтальной оси, проходящей через середину стержня перпендикулярно к нему. Стержень приводят в горизонтальное положение и отпускают. Угловая скорость стержня при прохождении через вертикальное положение равна ω . Определить неизвестную величину.

шифр	m_1 , г	m_2 , г	m , г	l , см	ω , рад/с
1	?	50	310	150	3,2
2	280	260	170	?	1,5
3	160	?	220	30	2,3
4	45	18	?	45	5,1
5	120	75	250	40	?

Задача 1-23

Пуля массы m_1 летит со скоростью v , пробивает нижний конец доски массы m_2 и длины l и вылетает со скоростью U . Доска после попадания пули отклоняется от вертикали на угол α . Определить неизвестную величину.

шифр	m_1 , г	v , м/с	U , м/с	m_2 , кг	l , см	α , град
1	?	600	450	4,6	145	5,1
2	5,6	500	?	2,8	120	6,3
3	9,4	170	120	?	78	3,5
4	8,2	350	210	17,5	95	?
5	4,5	?	200	1,1	62	3,0

Задача 1-24

Тонкая квадратная пластинка со стороной a и массой m_1 может вращаться вокруг вертикальной оси, совпадающей с одной из ее сторон. В центр пластинки перпендикулярно к ней упруго ударяется шарик массой m_2 , летящий со скоростью v . После удара скорость шарика U , угловая скорость пластинки ω . $U < 0$, если шарик после удара движется назад. Определить неизвестную величину.

шифр	a , см	m_1 , кг	m_2 , г	v , м/с	U , м/с	ω , рад/с
1	-	1,20	?	4,1	-2,7	-
2	60	?	110	-	-1,3	2,9
3	75	1,90	650	7,8	-	?
4	45	1,25	120	?	-	2,0
5	-	0,48	15	3,5	?	-

ГЛАВА 2**МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА. ТЕРМОДИНАМИКА****Задача 2-01**

При температуре t давление газа равно P , средняя длина свободного пробега молекул λ . Эффективное сечение молекулы газа равно σ . Определить неизвестную величину.

шифр	$t, ^\circ\text{C}$	$P, \text{кПа}$	$\lambda, \text{мкм}$	$\sigma \cdot 10^{20}, \text{м}^2$
1	+350	?	0,5	68
2	?	500	0,04	34
3	-13	120	?	20
4	+460	?	45,0	44
5	+17	17	?	24

Задача 2-02

При температуре t и давлении P молекула газа испытывает в единицу времени z соударений с другими молекулами. Масса киломоля газа μ , эффективный диаметр молекулы d , средняя длина свободного пробега λ . Определить неизвестную величину.

шифр	$t, ^\circ\text{C}$	$P, \text{мм.рт.ст.}$	$z \cdot 10^{-9}, \text{с}^{-1}$	$\mu, \text{кг/кмоль}$	$d, \text{нм}$	$\lambda, \text{нм}$
1	+280	2600	?	2	0,28	-
2	-106	490	-	-	0,22	?
3	+25	?	4	32	0,36	-
4	-45	30	?	28	0,38	-
5	?	360	-	-	0,29	75

Задача 2-03

В баллоне объемом V находится смесь кислорода и гелия. Число молекул кислорода равно N_1 , число молекул гелия N_2 . Температура смеси равна T , давление P . Среднее значение молярной массы смеси равно μ . Определить неизвестную величину.

шифр	$V, \text{м}^3$	$N_1 \cdot 10^{-21}$	$N_2 \cdot 10^{-21}$	$T, \text{К}$	$P, \text{Па}$	$\mu, \text{кг/кмоль}$
1	0,45	-	8,4	290	140	?
2	0,15	5,1	-	?	230	13
3	0,31	?	-	410	275	17
4	?	-	0,6	530	250	22
5	0,25	6,6	0,9	500	?	-

Задача 2-04

В сосуде объемом V находится смесь двух газов: газ с молекулярной массой μ_1 , в количестве m_1 и газ с молекулярной массой μ_2 в количестве m_2 . При температуре t давление в сосуде P . Определить неизвестную величину.

шифр	V , л	μ_1 , г/моль	m_1 , г	μ_2 , г/моль	m_2 , г	t , °С	P , МПа
1	4,1	44	21	32	12	+63	?
2	0,75	28	0,15	2	0,14	-15	?
3	?	2	1,1	4	2,9	+75	0,4
4	4,5	32	4,2	20	?	+21	0,17
5	4,6	32	23	4	15	?	1,2

Задача 2-05

Смесь содержит m_1 двухатомного газа с молекулярной массой μ_1 и m_2 трехатомного газа с молекулярной массой μ_2 . Удельные теплоемкости смеси при постоянном объеме и постоянном давлении равны C_v и C_p . Определить неизвестную величину.

шифр	m_1 , г	μ_1 , г/моль	m_2 , г	μ_2 , г/моль	C_v , Дж/(кг·К)	C_p , Дж/(кг·К)
1	?	28	185	64	650	-
2	170	32	?	48	-	880
3	330	40	150	18	-	?
4	140	2	230	24	?	-
5	750	32	170	44	-	?

Задача 2-06

Для смеси, содержащей m_1 двухатомного газа с молекулярной массой μ_1 и m_2 одноатомного газа с молекулярной массой μ_2 , отношение теплоемкостей при постоянном давлении и постоянном объеме равно γ . Определить неизвестную величину.

шифр	m_1 , г	μ_1 , кг/моль	m_2 , г	μ_2 , кг/моль	γ
1	280	-	330	4	1,60
2	500	2	130	4	?
3	26	28	45	?	1,49
4	-	71	46	20	1,55
5	100	32	?	40	1,45

Задача 2-07

В цилиндре под невесомым поршнем находился воздух в объеме V_1 при температуре t_1 и атмосферном давлении P_1 . После погружения цилиндра в воду с температурой t_2 на глубину h объем воздуха уменьшится до V_2 . Определить неизвестную величину.

шифр	V_1 , л	P_1 , мм.рт.ст.	t_1 , °C	V_2 , л	h , м	t_2 , °C
1	9,3	400	-3	?	4,5	+19
2	?	570	+77	2,5	8,5	+15
3	0,39	710	?	0,34	1,5	+25
4	6,1	750	+57	3,7	5	?
5	2,4	565	+26	1,9	?	+12

Задача 2-08

Два сосуда соединены трубкой с краном. В одном находится кислород массой m_1 под давлением P_1 , а в другом – углекислый газ массой m_2 под давлением P_2 . После открывания крана и перемешивания газов давление смеси стало равным P . Температура газов до и после перемешивания одинакова. Определить неизвестную величину.

шифр	m_1 , кг	P_1 , кПа	m_2 , кг	P_2 , кПа	P , кПа
1	4,7	320	2,9	?	300
2	6,0	210	?	540	430
3	?	740	2,5	350	620
4	2,3	?	3,9	160	100
5	1,8	250	4,3	900	?

Задача 2-09

Из баллона объемом V , содержащего сжатый воздух при давлении P_1 и температуре t_1 , постепенно выпускают некоторую массу воздуха m . После закрытия крана давление воздуха в баллоне равно P_2 , температура t_2 . Определить неизвестную величину.

шифр	V , л	P_1 , МПа	t_1 , °C	m , кг	P_2 , Мпа	t_2 , °C
1	40	1,6	+28	0,13	1,15	?
2	240	0,42	+7	?	0,18	+3
3	85	?	-60	2,1	4,3	-49
4	25	3,9	+35	0,48	?	-40
5	60	8,3	?	2,6	3,5	-25

Задача 2-10

Из баллона объемом V , содержащего азот при температуре t_1 выпускают часть газа столь быстро, что теплообмен газа в баллоне с атмосферой за время выпуска не успевает произойти. Сразу после закрытия крана температура газа в баллоне равна t_2 , давление P_2 . Масса выпускаемого азота равна m . Определить неизвестную величину.

шифр	V , л	t_1 , °C	P_2 , МПа	t_2 , °C	m , кг
1	150	+19	?	+2	0,28
2	60	?	3,7	-15	2,24
3	?	+32	0,6	-11	0,17
4	160	+48	?	+25	0,35
5	70	+27	8,6	0	?

Задача 2-11

Два теплоизолированных сосуда одинакового объема соединены трубкой с краном. В одном сосуде находится кислород при давлении P_1 и температуре t_1 , во втором – гелий при давлении P_2 и температуре t_2 . Когда кран открыли и газы перемешались, давление смеси установилось равным P , а температура t . Определить неизвестную величину.

шифр	P_1 , МПа	t_1 , °C	P_2 , МПа	t_2 , °C	P , МПа	t , °C
1	?	-19	0,4	+17	-	+4
2	2,2	+35	?	-42	-	-17
3	3,9	-12	4,7	+11	?	-
4	?	-15	0,3	+11	-	+7
5	0,35	-140	0,79	+42	-	?

Задача 2-12

Идеальный газ с удельными теплоемкостями при постоянном давлении C_p и постоянном объеме C_v , (отношение теплоемкостей $C_p/C_v=\gamma$) совершает политропный процесс с показателем политропы n . Удельная теплоемкость газа в этом процессе равна s . Определить неизвестную величину.

шифр	C_p , кДж/кг·К	C_v , кДж/кг·К	$\gamma=C_p/C_v$	n	s , кДж/кг·К
1	-	?	1,67	1,3	-0,55
2	1,95	-	1,1	?	+2,6
3	-	10,4	1,1	?	-7,5
4	5,20	3,1	-	1,2	?
5	0,91	0,5	-	2,3	?

Задача 2-13

Некоторая масса газа с двухатомными молекулами при давлении P_1 имела объем V_1 , а при давлении P_2 – объем V_2 . Переход от первого состояния ко второму был сделан в два этапа: сначала по изобаре, а затем по адиабате. При этом количество поглощенного газом тепла равнялась Q , приращение внутренней энергии ΔU , работа газа A . Определить неизвестную величину.

шифр	P_1 , кПа	V_1 , м ³	P_2 , кПа	V_2 , м ³	Q , кДж	ΔU , кДж	A , кДж
1	?	0,12	1050	0,48	–	+130	–
2	1300	1,3	850	1,47	–	–	?
3	130	0,95	330	0,44	–	?	–
4	710	0,8	320	0,82	?	–	–
5	750	0,84	?	0,59	–960	–	–

Задача 2-14

Двухатомный газ при давлении P_1 имел объем V_1 , а при давлении P_2 – объем V_2 . Переход из первого состояния во второе был сделан в два этапа: сначала по изотерме, затем по изохоре. Количество поглощенного газом тепла равно Q , приращение внутренней энергии ΔU , работа газа A . Определить неизвестную величину.

шифр	P_1 , кПа	V_1 , м ³	P_2 , кПа	V_2 , м ³	Q , кДж	ΔU , кДж	A , кДж
1	900	0,18	–	0,42	–	–	?
2	440	0,83	250	0,39	–	?	–
3	?	0,045	2400	0,087	+450	–	–
4	650	0,38	1700	?	–	–380	–
5	300	0,14	320	0,11	?	–	–

Задача 2-15

Водород находился при давлении P_1 в объеме V_1 , а при изменении объема до V_2 давление его стало равным P_2 . Переход из первого состояния во второе совершался в два этапа: сначала по изохоре, затем по адиабате. Количество поглощенного газом тепла равно Q , приращение внутренней энергии ΔU , работа газа A . Определить неизвестную величину.

шифр	P_1 , кПа	V_1 , м ³	P_2 , кПа	V_2 , м ³	Q , кДж	ΔU , кДж	A , кДж
1	170	?	230	0,83	–	+125	–
2	200	0,47	150	0,24	–	?	–
3	1200	0,65	?	1,35	–410	–	–
4	–	1,75	350	0,95	–	–	?
5	1500	0,33	250	0,68	?	–	–

Задача 2-16

Цикл, совершаемый одним киломолем идеального двухатомного газа, состоит из двух изохор и двух изобар. Совершаемая газом за цикл работа равна A , количество полученного за цикл тепла Q . Минимальные значения объема и давления равны V_1 и P_1 , максимальные V_2 и P_2 . Определить неизвестную величину.

шифр	P_1 , кПа	P_2 , кПа	V_1 , м ³	V_2 , м ³	A , кДж	Q , кДж
1	190	410	0,92	–	50	?
2	290	?	0,18	0,39	23	–
3	270	490	1,3	?	–	5000
4	330	400	0,075	0,135	?	–
5	170	–	0,25	0,85	50	?

Задача 2-17

Цикл, совершаемый киломолем идеального газа, состоит из двух изохор и двух изотерм. Температуры изотермических процессов T_1 и T_2 ; $T_1 > T_2$. Отношение максимального объема к минимальному равно k . Работа цикла равна A , коэффициент полезного действия η . Определить неизвестную величину.

шифр	T_1 , К	T_2 , К	k	A , кДж	η
1	430	170	?	–	0,4
2	740	410	–	750	?
3	400	?	2,9	2100	–
4	310	35	3,5	?	–
5	630	250	7,4	–	?

Задача 2-18

Киломоль азота совершает цикл Карно в интервале температур от T_1 до T_2 . Отношение максимального за цикл давления к минимальному равно k , полученное от нагревателя за цикл количество тепла Q_1 , отданное холодильнику за цикл количество тепла Q_2 , совершенная за цикл работа равна A . Определить неизвестную величину.

шифр	T_1 , К	T_2 , К	k	Q_1 , кДж	Q_2 , кДж	A , кДж
1	570	310	25	–	–	?
2	490	240	25	–	–	?
3	530	270	15	–	?	–
4	620	340	17	–	?	–
5	650	310	14	?	–	–

ГЛАВА 3**ЭЛЕКТРОСТАТИКА. ПОСТОЯННЫЙ ТОК****Задача 3-01**

Два точечных заряда находятся на расстоянии a друг от друга. В точке, отстоящей от заряда q_1 на расстоянии r_1 , а от заряда q_2 на r_2 , напряженность электрического поля равна E , а потенциал ϕ . Определить неизвестную величину.

шифр	q_1 , СГСЭ	q_2 , СГСЭ	a , см	r_1 , см	r_2 , см	E , В/см	ϕ , кВ
1	+920	-	7	25	20	?	-2,7
2	-500	+320	3,1	?	2,2	-	-106
3	?	-90	13	5	12	6000	-
4	-25	-5	12	15	20	?	-
5	-75	?	5,9	3	4	-	+30

Задача 3-02

Точечные заряды q_1 , q_2 , q_3 , q_4 находятся в последовательных вершинах квадрата со стороной a . В центре квадрата напряженность электрического поля равна E , а потенциал ϕ . Определить неизвестную величину.

шифр	q_1 , мкКл	q_2 , мкКл	q_3 , мкКл	q_4 , мкКл	a , м	E , кВ/м	ϕ , кВ
1	+0,15	+0,27	+0,32	-0,14	-	?	+9
2	-9,0	?	+3,1	-5,2	0,9	-	-75
3	+2,0	-3,2	+1,1	+3,9	-	100	?
4	+2,0	+5,0	-3	+7,0	?	4	-
5	-0,4	-0,5	+0,2	+0,9	0,5	?	-

Задача 3-03

В вершинах равностороннего треугольника со стороной a находятся точечные заряды q_1 , q_2 , q_3 . В центре треугольника напряженность электрического поля равна E , а потенциал ϕ . Определить неизвестную величину.

шифр	q_1 , мкКл	q_2 , мкКл	q_3 , мкКл	a , м	E , кВ/м	ϕ , кВ
1	+0,47	-0,12	-0,31	-	?	+1,5
2	-2,9	+1,8	+3,4	1,5	?	-
3	+4,2	-1,7	+2,5	?	15	-
4	?	-2,8	-2,5	0,75	-	-24,0
5	+0,28	-1,25	0,87	-	11	?

Задача 3-04

По тонкому кольцу радиуса R равномерно распределен заряд q_1 . Точечный заряд q_2 перемещается вдоль оси кольца из точки на расстоянии h_1 от плоскости кольца в точку на расстоянии h_2 от нее. При этом совершается работа A против сил поля. Определить неизвестную величину.

шифр	R , см	q_1 , СГСЭ	q_2 , СГСЭ	h_1 , см	h_2 , см	A , эрг
1	4,2	+140	-85	6,3	?	+500
2	9,5	-120	+3,6	?	32	+4
3	3,1	?	-27	17	24	-87
4	4,8	-92	?	42	12	-92
5	5,7	+78	+11	15	27	?

Задача 3-05

Вдоль отрезка длины l равномерно распределен заряд q_1 . На расстоянии r от середины отрезка на его продолжении находится точечный заряд q_2 . Сила взаимодействия между зарядами F , потенциальная энергия взаимодействия зарядов W . Определить неизвестную величину.

шифр	q_1 , СГСЭ	q_2 , СГСЭ	l , см	r , см	F , дин	W , эрг
1	240	6,0	3,5	8,1	-	?
2	150	4,3	?	5,2	25	-
3	?	3,2	7,3	9,5	11	-
4	260	?	9,1	7,8	-	90
5	110	1,4	6,2	5,4	?	-

Задача 3-06

Тонкий отрезок нити длиной l несет на себе заряд q_1 , равномерно распределенный по длине отрезка. На расстоянии r от середины отрезка на перпендикуляре к нему находится точечный заряд q_2 . Сила взаимодействия между зарядами равна F , энергия их взаимодействия W . Определить неизвестную величину.

шифр	l , см	q_1 , СГСЭ	r , см	q_2 , СГСЭ	F , дин	W , эрг
1	45	730	15,0	-	?	100
2	17	?	25,0	42	30	-
3	4	150	3,2	16	-	?
4	23	180	7,2	?	-	105
5	12	450	3,5	17	?	-

Задача 3-07

Металлический шар радиусом R заряжен равномерно с поверхностной плотностью σ . На точечный заряд q , находящийся на расстоянии a от поверхности шара, действует сила F ($F > 0$, если она направлена от центра шара). Работа сил поля по перемещению заряда q из его первоначального положения на поверхность шара равна A . Определить неизвестную величину.

шифр	R , см	σ , мкКл/м ²	q , мкКл	a , см	F , Н	A , Дж
1	45	-170	+0,5	190	-	?
2	16	?	-0,12	92	0,3	-
3	-	+1200	-0,017	?	-0,009	+0,12
4	48	-270	?	75	-	-1,7
5	13	+750	-0,45	120	?	-

Задача 3-08

По поверхности двух концентрических сфер радиусами R_1 и R_2 равномерно распределены заряды q_1 и q_2 . На расстоянии r от центра сфер напряженность электрического поля равна E , а потенциал ϕ . $E > 0$, если поле направлено от центра. Определить неизвестную величину.

шифр	R_1 , см	R_2 , см	q_1 , СГСЭ	q_2 , СГСЭ	r , см	E , кВ/м	ϕ , кВ
1	2,1	6,3	-15,0	+32,0	-	-35,0	?
2	1,2	3,8	+13,0	-27,0	-	?	+0,78
3	1,7	2,3	-320,0	+110,0	?	-	-5,1
4	3,4	?	-2,7	+4,9	2,5	-	-0,16
5	2,8	5,9	?	+150,0	5,2	7,2	-

Задача 3-09

Заряд равномерно распределен с объемной плотностью ρ в шаровом слое с внутренним радиусом R_1 и внешним R_2 . В точках на расстоянии r от центра напряженность электрического поля равна E , а потенциал ϕ . Определить неизвестную величину.

шифр	ρ , мкКл/м ³	R_1 , см	R_2 , см	r , см	E , кВ/см	ϕ , кВ
1	12	24,0	?	370,0	-	1,35
2	200	0,8	4,9	? / $r > R_2$ /	0,15	-
3	17	2,8	9,4	7,3	?	-
4	50	1,7	2,4	1,4	-	?
5	-	2,5	3,2	2,8	?	13,0

Задача 3-10

Шарик масса m с зарядом q подвешен на тонкой изолирующей нити к вертикальной плоскости, по которой равномерно распределен заряд с поверхностной плотностью σ . Нить образует с вертикалью угол α , сила натяжения нити равна F_n . Определить неизвестную величину.

шифр	m , г	q , СГСЭ	σ , мкКл/м ²	α , град	F_n , Н
1	-	150	3,1	12	?
2	-	?	12,0	65	0,23
3	14,0	8100	?	-	0,85
4	?	1650	0,82	35	-
5	1,2	215	1,9	?	-

Задача 3-11

Электрон начинает движение из точки, находящейся на расстоянии r_1 от тонкой длинной нити, по которой равномерно распределен заряд с линейной плотностью τ . На расстоянии r_2 от нити скорость электрона равна v , кинетическая энергия W . Определить неизвестную величину.

шифр	r_1 , см	r_2 , см	τ , нКл/м	v , км/с	W , эВ
1	0,38	1,14	-0,12	-	?
2	1,5	3,9	-2,0	?	-
3	6,8	2,9	?	-	550
4	3,5	?	-18,0	-	260
5	?	0,33	+11,0	7400	-

Задача 3-12

Электрон ускоряется разностью потенциалов U_0 и влетает в плоский конденсатор параллельно его пластинам. Длина пластин конденсатора b , расстояние между пластинами d , разность потенциалов между пластинами U_1 , расстояние от конца конденсатора до экрана l , отклонение электрона от экрана h . Определить неизвестную величину.

шифр	U_0 , кВ	b , см	d , мм	U_1 , В	l , см	h , мм
1	?	6,3	4,2	180	1,4	4,3
2	9	4,1	12,0	?	3,3	5,8
3	?	5,5	7,1	200	5,3	2,2
4	35	3,1	4,2	1200	?	5,2
5	27	4,7	8,5	750	3,2	?

Задача 3-13

Расстояние между обкладками плоского конденсатора равно d . Между ними находится пластинка из диэлектрика с диэлектрической проницаемостью ϵ_1 толщиной d_1 . Напряжение на конденсаторе равно U_0 . Если вынуть диэлектрик, то напряжение на конденсаторе станет равным U . Определить неизвестную величину.

шифр	d , мм	d_1 , мм	ϵ_1	U_0 , В	U , В
1	15,0	?	9,4	150	590
2	1,9	1,8	5,7	150	?
3	?	6,5	2,1	85	110
4	7,5	6,0	?	220	650
5	13,0	6,1	7,4	?	150

Задача 3-14

Расстояние между обкладками плоского конденсатора равно d , разность потенциалов U . На нижней обкладке лежит пластина из диэлектрика с диэлектрической проницаемостью ϵ_1 толщиной d_1 . Напряженность электрического поля в диэлектрике равна E_1 , в воздухе E_2 . Определить неизвестную величину.

шифр	d , мм	U , кВ	ϵ_1	d_1 , мм	E_1 , кВ/см	E_2 , кВ/см
1	8,3	0,7	?	4,9	-	1,7
2	?	2,1	-	1,3	7,5	21,0
3	6,7	?	7,3	2,6	3,1	-
4	2,4	2,9	3,7	?	-	16,0
5	1,3	3,2	4,1	0,5	?	-

Задача 3-15

Цилиндрический конденсатор имеет радиус внутренней обкладки R_1 , внешней R_3 . Конденсатор содержит два цилиндрических слоя диэлектрика: внутренний с диэлектрической проницаемостью ϵ_1 и внешней с ϵ_2 . Радиус поверхности, разделяющей слои диэлектрика, равен R_2 . Емкость конденсатора на единицу длины равна C . Определить неизвестную величину.

шифр	R_1 , см	R_2 , см	R_3 , см	ϵ_1	ϵ_2	C , пФ/см
1	3,9	4,1	4,4	8,1	3,4	?
2	4,2	4,7	4,9	5,4	?	12,4
3	1,4	1,7	?	7,8	6,0	7,2
4	2,4	2,9	3,0	?	2,5	9,5
5	1,5	2,1	2,3	2,0	7,0	?

Задача 3-16

Два шара радиусами R_1 и R_2 имели заряды q_1 и q_2 . После того, как шары соединили тонкой проволокой, их потенциалы стали одинаковыми и равными Φ . Определить неизвестную величину.

шифр	R_1 , см	R_2 , см	q_1 , нКл	q_2 , нКл	Φ , кВ
1	9,1	4,7	?	+10,0	-2,2
2	12,0	?	+810,0	-300,0	+7,5
3	3,2	2,6	-6,5	?	-0,24
4	1,2	2,5	-6	+9,6	?
5	0,5	1,1	3,7	?	+0,67

Задача 3-17

У конденсаторов емкостью C_1 и C_2 , заряженных до напряжения U_1 и U_2 соответственно, соединили между собой разноименно заряженные обкладки. Напряжение на конденсаторах после соединения стало равным U . (U считается положительным, если совпадает по знаку с U_1). При разряде выделилась энергия ΔW . Определить неизвестную величину.

шифр	C_1 , пФ	C_2 , пФ	U_1 , В	U_2 , В	ΔW , эрг	U , В
1	130	270	-	1700	?	-700
2	9300	5400	120	300	?	-
3	?	190	620	410	-	+75
4	680	710	400	?	-	-250
5	350	170	670	500	-	?

Задача 3-18

Пластины плоского воздушного конденсатора площадью S раздвигаются, оставаясь подключенными к батарее с напряжением U . Расстояние между пластинами меняется при этом от d_1 до d_2 . Работа внешних сил по раздвиганию пластин равна A . Определить неизвестную величину.

шифр	S , см ²	U , В	d_1 , мм	d_2 , мм	A , эрг
1	350	130	?	8,7	15,0
2	?	85	3,2	5,6	0,72
3	270	380	1,3	?	90,0
4	460	?	2,5	4,7	120,0
5	140	250	12,0	17,0	?

Задача 3-19

Две батареи с электродвижущими силами \mathcal{E}_1 и \mathcal{E}_2 внутренними сопротивлениями r_1 и r_2 соединены одноименными полюсами. Вольтметр с очень большим внутренним сопротивлением, подключенный к полюсам батарей, показывает разность потенциалов U . Определить неизвестную величину.

шифр	$\mathcal{E}_1, \text{В}$	$\mathcal{E}_2, \text{В}$	$r_1, \text{Ом}$	$r_2, \text{Ом}$	$U, \text{В}$
1	?	17,0	3,8	2,9	30,0
2	2,4	?	0,11	0,18	3,9
3	9,6	7,2	?	0,25	8,7
4	57	84,0	95,0	?	73,0
5	4,7	1,5	1,4	2,2	?

Задача 3-20

Две батареи с электродвижущими силами \mathcal{E}_1 и \mathcal{E}_2 и внутренними сопротивлениями r_1 и r_2 соединены разноименными полюсами. Вольтметр с очень большим внутренним сопротивлением, подключенный к полюсам батарей, показывает разность потенциалов U . $U > 0$, если клемма "плюс" вольтметра подсоединена к положительному полюсу батареи \mathcal{E}_1 . Определить неизвестную величину.

шифр	$\mathcal{E}_1, \text{В}$	$\mathcal{E}_2, \text{В}$	$r_1, \text{Ом}$	$r_2, \text{Ом}$	$U, \text{В}$
1	105	63	32,0	?	-22,0
2	37	68	?	50,0	+11,0
3	4,9	5,1	0,84	0,63	?
4	?	9,8	1,75	0,95	+4,0
5	7,5	?	0,25	0,48	-1,7

Задача 3-21

Два источника тока с электродвижущими силами \mathcal{E}_1 и \mathcal{E}_2 соединены одноименными полюсами и подключены к внешнему сопротивлению R . Внутренние сопротивления источников r_1 и r_2 , токи в ветвях цепи I_1 , I_2 и I . Определить неизвестную величину.

шифр	$\mathcal{E}_1, \text{В}$	$\mathcal{E}_2, \text{В}$	$r_1, \text{Ом}$	$r_2, \text{Ом}$	$R, \text{Ом}$	$I_1, \text{А}$	$I_2, \text{А}$	$I, \text{А}$
1	2,3	2,0	19	37	12	?	-	-
2	1,9	2,4	17	13	?	+0,087	-	-
3	?	1,8	12	45	21	+0,017	-	-
4	1,7	?	24	33	15	-	+0,022	-
5	5,0	1,5	11	15	12	-	-	?

Задача 3-22

Две батареи с электродвижущими силами \mathcal{E}_1 и \mathcal{E}_2 и внутренними сопротивлениями r_1 и r_2 соединены разноименными полюсами и подключены к внешнему сопротивлению R . Токи в ветвях цепи равны I_1 , I_2 и I . Ток $I > 0$, если он течет по сопротивлению R от положительного полюса батареи \mathcal{E}_1 к отрицательному. Определить неизвестную величину.

шифр	\mathcal{E}_1 , В	\mathcal{E}_2 , В	r_1 , Ом	r_2 , Ом	R , Ом	I_1 , А	I_2 , А	I , А
1	30,0	14,0	4,1	4,3	1,9	-	?	-
2	?	7,4	1,2	0,7	-	+5,2	-	-1,28
3	2,9	1,8	44	13	-	?	+0,11	-
4	3,2	?	42	11	37	-	+0,23	-
5	2,1	1,9	14	17	21	-	-	?

Задача 3-23

Три источника тока с электродвижущими силами \mathcal{E}_1 , \mathcal{E}_2 и \mathcal{E}_3 и внутренними сопротивлениями r_1 , r_2 и r_3 соединены одноименными полюсами. Токи, текущие через источники, равны соответственно I_1 , I_2 и I_3 . Определить неизвестную величину.

шифр	\mathcal{E}_1 , В	\mathcal{E}_2 , В	\mathcal{E}_3 , В	r_1 , Ом	r_2 , Ом	r_3 , Ом	I_1 , А	I_2 , А	I_3 , А
1	1,8	?	1,4	0,7	0,9	0,3	-	+0,2	-
2	1,6	1,1	?	0,2	0,6	0,4	+1,5	-	-
3	2,2	1,9	2,2	1,3	0,5	0,9	-	-	?
4	1,6	2,0	1,4	0,3	?	0,5	-1,1	-	-
5	1,8	1,4	1,15	0,4	0,6	0,2	-	?	-

Задача 3-24

Батарея с электродвижущей силой \mathcal{E} и внутренним сопротивлением r отдает во внешнюю цепь при токе I_1 мощность P_1 , а при токе I_2 мощность P_2 . Определить неизвестную величину.

шифр	\mathcal{E} , В	r , Ом	I_1 , А	P_1 , Вт	I_2 , А	P_2 , Вт
1	9,9	-	6,1	10,5	4,2	?
2	4,5	-	5,2	?	4,1	16,5
3	-	?	8,3	7,9	3,3	7,0
4	-	0,012	6,3	15,0	3,9	?
5	?	-	5,1	9,2	8,2	7,0

ГЛАВА 4**ЭЛЕКТРОМАГНЕТИЗМ.****Задача 4-01**

Два параллельных длинных провода, по которым текут в одном направлении одинаковые токи I , находятся на расстоянии a друг от друга. В точке, находящейся от одного провода на расстоянии r_1 и от другого на расстоянии r_2 , напряженность магнитного поля равна H . Определить неизвестную величину.

шифр	I , А	a , см	r_1 , см	r_2 см	H , А/м
1	17	?	5,3	6,0	87
2	31	51,0	?	85,0	19
3	12	13,0	17,0	21,0	?
4	11	8,7	7,0	?	64
5	?	3,3	4,7	2,9	70

Задача 4-02

По квадратной проволочной рамке со стороной a течет ток I . На расстоянии h от плоскости рамки на перпендикуляре к ее плоскости, проведенном через центр рамки, напряженность магнитного поля равна H . Определить неизвестную величину.

шифр	a , см	I , А	h , см	H , А/м
1	17,0	?	32,0	1,5
2	12,0	5,8	27,0	?
3	38,0	?	75,0	0,54
4	21,0	3,6	13,0	?
5	1,3	0,44	2,4	?

Задача 4-03

Вдоль толстостенной трубы с внутренним радиусом R_1 , и внешним R_2 идет ток I , равномерно распределенный по сечению. На расстоянии r от оси трубы напряженность магнитного поля равна H . Определить неизвестную величину.

шифр	R_1 , см	R_2 , см	I , А	r , см	H , А/м
1	1,4	1,9	4,6	1,8	?
2	7,6	9,7	?	8,5	19,0
3	26,0	36,0	5,2	31,0	?
4	?	15,0	4,5	11,0	2,9
5	17,0	?	3,8	21,0	1,0

Задача 4-04

Длина соленоида равна l , радиус основания R , число витков на единицу длины n . Когда по виткам соленоида течет ток I , то на оси соленоида на расстоянии x от центра напряженность магнитного поля равна H . Определить неизвестную величину.

шифр	ϵl и, см	R , см	n , см ⁻¹	I , А	x , см	H , А/м
1	14	3,5	15	0,75	4,3	?
2	43	3,7	?	0,46	22,0	1600
3	18	2,7	?	2,5	12,0	175
4	36	7,2	20	?	27,0	2300
5	25	7,5	70	0,8	17,0	?

Задача 4-05

По круговому витку радиуса R течет ток I . На оси витка на расстоянии h от его плоскости находится небольшой контур с током, магнитный момент которого p составляет угол α осью витка. Момент сил, действующих на малый контур, равен M . Определить неизвестную величину.

шифр	R , см	I , А	h , см	p , А·см ²	ϵ , град	M , дин·см
1	14,0	16	2,5	?	48	1,5
2	3,5	?	9,8	11	78	0,6
3	11,0	39	77,0	40	56	?
4	32,0	?	12,0	63	44	2,4
5	22,0	51	37,0	31	35	?

Задача 4-06

Длинный прямолинейный проводник с током I_1 расположен в плоскости квадратной рамки со стороной a , по которой течет ток I_2 . Ближайшая к проводнику сторона рамки параллельна ему и находится от него на расстоянии b . Равнодействующая всех сил, действующих на рамку, равна F . Определить неизвестную величину.

шифр	I_1 , А	I_2 , А	a , см	b , см	F , дин
1	?	13	45	3,7	260
2	45	?	17	3,4	170
3	10	22	25	1,9	?
4	70	6	65	1,8	?
5	31	?	31	2,5	230

Задача 4-07

Частицы с зарядом $q=z \cdot e$ / e - элементарный заряд/ и массой $m=A \cdot m_p$ / m_p - масса протона/ ускоряются в циклотроне и получают энергию W . Максимальный радиус орбиты частиц в циклотроне R , магнитная индукция равна B . Определить неизвестную величину.

шифр	z	A	W , МэВ	R , м	B , Т
1	6	12	730	?	1,5
2	1	2	110	2,4	?
3	2	4	270	?	2,1
4	1	1	?	0,3	1,7
5	1	2	?	0,7	2,1

Задача 4-08

Ион с зарядом $q=z \cdot e$ / e - элементарный заряд/ и массой $m=A \cdot m_p$ / m_p - масса протона/ ускоряется разностью потенциалов U и влетает в однородное магнитное поле напряженностью H перпендикулярно его силовым линиям. Траектория иона имеет радиус R , время одного оборота T . Определить неизвестную величину.

шифр	z	A	U , кВ	H , кА/м	R , см	T , мкс
1	1	2	?	19	90	-
2	1	1	9,7	-	29	?
3	6	12	6,7	16	?	-
4	2	4	3,8	?	110	-
5	2	4	2,5	-	?	2,7

Задача 4-09

ϵ_2 , энергия которого равна W , влетает в однородное магнитное поле напряженностью H под углом α к направлению силовых линий. Шаг винтовой линии, по которой ион движется в поле, равен h . Определить неизвестную величину.

шифр	z	A	W , кэВ	H , кА/м	α , град	h , см
1	1	1	?	21,0	80	90
2	6	12	184,0	68,0	?	110
3	2	4	0,75	5,5	32	?
4	2	2	13,0	?	35	380
5	10	20	310,0	28,0	50	?

Задача 4-10

Э2влетает в однородное магнитное поле индукции B со скоростью v под углом α к направлению поля. В поле частица движется по винтовой линии с радиусом R и шагом h . Определить неизвестную величину.

шифр	z	A	B, T	$v, \text{ км/с}$	$\alpha, \text{ град}$	$R, \text{ см}$	$h, \text{ см}$
1	2	4	1,9	?	25	-	11
2	1	2	?	7700	70	18,0	-
3	10	22	2,1	3400	?	-	16
4	6	12	1,3	6300	-	5,4	?
5	1	1	0,8	1400	35	?	-

Задача 4-11

Пучок частиц с зарядом $q=z \cdot e$ / e - элементарный заряд/ и массой $m=A \cdot m_p$ / m_p - масса протона/, ускоренных разностью потенциалов U , попадает в поперечное магнитное поле с напряженностью H . Отклонение от первоначального направления, которое испытывает пучок на пути S , равно α . Определить неизвестную величину.

шифр	z	A	$U, \text{ кВ}$	$H, \text{ кА/м}$	$S, \text{ см}$	$\alpha, \text{ град}$
1	1	1	730	?	65,0	5,0
2	1	2	420	15,0	?	2,4
3	6	12	?	82,0	8,5	1,1
4	1	1	1700	?	21,0	2,7
5	2	4	85	5,8	27,0	?

Задача 4-12

Электрическое поле напряженностью E и магнитное поле напряженностью H имеют одинаковое направление. Частица с зарядом $q=z \cdot e$ / e - элементарный заряд/ и массой $m=n \cdot m_e$ / m_e - масса электрона/ влетает в поля перпендикулярно к силовым линиям, обладая энергией W . Радиус кривизны траектории частицы в начальный момент равен R . Определить неизвестную величину.

шифр	$E, \text{ кВ/м}$	$H, \text{ кА/м}$	z	n	$W, \text{ кэВ}$	$R, \text{ см}$
1	360	17,0	1	1	?	1,36
2	150	7,2	1	1	6,4	?
3	?	3,5	1	1	18,0	7,3
4	82	39,0	1	1840	?	125,0
5	370	?	2	2000	1520,0	240,0

Задача 4-13

В однородном магнитном поле напряженностью H вращается с частотой оборотов n металлический стержень длиной l так, что ось вращения проходит перпендикулярно к стержню через один из его концов, а плоскость вращения перпендикулярна магнитному полю. На концах стержня индуцируется разность потенциалов U . Определить неизвестную величину.

шифр	H , кА/м	n , с ⁻¹	l , см	U , мВ
1	?	15	45	14
2	970	?	62	1500
3	200	17	12	?
4	175	25	?	900
5	64	2,5	170	?

Задача 4-14

В одной плоскости с квадратной проволочной рамкой расположен длинный прямой проводник с током I . Сторона рамки равна a , сопротивление ее R . Ближайшая к проводнику сторона рамки находится от него на расстоянии b . При выключении тока в проводнике по рамке протек заряд q . Определить неизвестную величину.

шифр	I , А	a , см	b , см	R , Ом	q , мкКл
1	35,0	1,4	1	0,13	?
2	?	45,0	3,5	0,45	7,1
3	52,0	23,0	14,0	?	130,0
4	0,5	130,0	22,0	1,7	?
5	?	9,0	12,0	0,025	0,53

Задача 4-15

Обмотка соленоида состоит из одного слоя плотно прилегающих друг к другу витков провода с удельным сопротивлением ρ . Толщина провода равна d , диаметр обмотки соленоида D . По соленоиду течет ток I . Когда концы обмотки замкнули накоротко, через обмотку протек заряд q . Определить неизвестную величину.

шифр	ρ , нОм·м	d , мм	D , см	I , А	q , мкКл
1	?	0,48	4,8	0,85	360,0
2	24	1,3	4,4	?	12,0
3	76	0,037	?	0,075	0,047
4	32	0,25	7,2	3,2	?
5	26	?	2,3	3,1	240,0

Задача 4-16

По двум гладким медным шинам, установленным под углом α к горизонту, скользит под действием силы тяжести со скоростью ν медная перемычка массы m . Шины замкнуты на сопротивление R . Расстояние между шинами l . Система находится в однородном магнитном поле с индукцией B , перпендикулярном к плоскости, в которой перемещается перемычка. Сопротивление шин, перемычки и скользящих контактов, а также самоиндукция контура пренебрежимо малы. Определить неизвестную величину.

шифр	m , г	ν , м/с	l , м	R , Ом	B , Т	α , град
1	22	?	0,1	0,15	1,0	22
2	27	3,4	?	0,4	1,2	16
3	30	2,8	0,15	?	0,5	28
4	36	1,5	0,20	0,28	?	19
5	?	1,7	0,18	0,85	0,7	25

ГЛАВА 5**КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ.****Задача 5-01**

Колебательный контур состоит из конденсатора емкостью C и катушки с индуктивностью L . Максимальное значение напряжения на конденсаторе равно U , максимальный ток в катушке I . Сопротивление контура считать пренебрежимо малым. Определить неизвестную величину.

шифр	C , мкФ	L , мГ	U , В	I , мА
1	0,025	3,4	150	?
2	0,05	2,5	210	?
3	0,25	?	22	63
4	?	1,7	13	48
5	0,63	27,0	?	130

Задача 5-02

Катушка индуктивности с немагнитным сердечником и плоский воздушный конденсатор образуют колебательный контур. Длина катушки l , площадь сечения S , на единицу длины приходится n витков. Конденсатор образован двумя квадратными пластинами со стороной a , находящимися на расстоянии d друг от друга. Собственная частота контура f . Определить неизвестную величину.

шифр	l , см	S , см ²	n , см ⁻¹	a , см	d , см	f , МГц
1	?	2,3	95	21,0	0,26	0,039
2	4,2	0,25	72	?	0,15	4,0
3	2,1	0,75	120	1,8	?	5,5
4	9,7	1,6	?	3,3	0,075	5,5
5	14,0	1,5	40	17,0	0,25	?

Задача 5-03

Колебательный контур состоит из конденсатора емкостью C и катушки с индуктивностью L и сопротивлением R . Добротность контура равна Q . Контур настроен на длину волны λ . Определить неизвестную величину.

шифр	C , пФ	L , мкГ	R , Ом	Q	λ , м
1	3600	–	9,6	45	?
2	–	38	5,3	85	?
3	–	490	?	65	380
4	900	–	?	95	170
5	68	–	1,2	?	35

Задача 5-04

Материальная точка совершает гармонические колебания с периодом T и амплитудой A . Когда смещение точки равно x_1 , то скорость ее равна v_1 , а при смещении x_2 скорость ее равна v_2 . Смещение и скорость определяются по абсолютной величине. Определить неизвестную величину.

шифр	A , см	x_1	v_1	x_2	v_2	T , с
1	–	?	6,8	2,5	4,4	1,1
2	3,7	2,5	6,3	?	7,1	–
3	–	3,4	7,5	4,5	6,3	?
4	?	10,0	4,3	8,7	6,9	–
5	–	1,7	?	1,3	2,8	4,9

Задача 5-05

Физический маятник совершает колебания около горизонтальной оси с периодом T_1 . Если к нему прикрепить небольшой груз массы m на расстоянии l ниже оси, то период колебания будет равен T_2 . Момент инерции маятника относительно оси равен I . Определить неизвестную величину.

шифр	T_1 , с	m , кг	l , см	T_2 , с	I , кг·см ²
1	1,48	0,45	55	?	3000
2	1,75	0,85	?	2,05	600
3	?	0,12	40	1,85	1700
4	1,65	?	25	1,42	2300
5	0,68	0,41	25	0,83	?

Задача 5-06

К концам одного стержня массой m и длиной l прикреплены небольшие шарики m_1 и m_2 ($m_1 > m_2$). Период малых колебаний системы относительно горизонтальной оси, проходящей перпендикулярно к стержню через его середину, равен T . Определить неизвестную величину.

шифр	m , г	m_1 , г	m_2 , г	T , с	l , см
1	140	75	35	2,1	?
2	270	380	?	1,9	60
3	72	130	115	?	35
4	?	92	21	2,4	80
5	25	?	12	1,7	37

Задача 5-07

Амплитуда колебаний математического маятника длиной l за время t_1 уменьшается в k_1 раз, за время t_2 – в k_2 раз. Логарифмический декремент затухания колебаний маятника равен δ . Определить неизвестную величину.

шифр	$l, \text{ см}$	t_1	k_1	t_2	k_2	δ
1	70	180	?	–	–	0,005
2	–	?	3,0	130	2,0	–
3	?	–	–	220	3,5	0,012
4	45	90	2,5	–	–	?
5	–	350	1,5	610	?	–

Задача 5-08

За время t полная механическая энергия математического маятника длины l уменьшилась в k раз. Период собственных колебаний маятника равен T , логарифмический декремент затухания. Определить неизвестную величину.

шифр	$t, \text{ с}$	$l, \text{ м}$	k	$T, \text{ с}$	δ
1	250	?	3,1	–	0,003
2	?	1,25	1,5	–	0,02
3	140	–	2,0	1,0	?
4	90	–	2,5	?	0,007
5	75	0,85	?	–	0,016

ГЛАВА 6**ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ И ВОЛНОВАЯ ОПТИКА****Задача 6-01**

Стержень длиной l установлен вертикально на плоском дне сосуда с жидкостью. Лучи света падают под углом α к поверхности жидкости. Показатель преломления жидкости n , глубина сосуда h . Длина тени от стержня на дне сосуда равна x . Определить неизвестную величину. $l > h$.

шифр	l , см	n	h , см	α , град	x , см
1	15	1,62	7,6	38	?
2	28	1,48	?	35	25
3	27	?	12,0	65	20
4	?	1,33	65,0	52	40
5	?	1,33	35,0	57	20

Задача 6-02

Луч света падает на плоско параллельную пластину толщины d с показателем преломления n под углом α к нормали. После выхода из пластины смещение луча составляет величину x . Определить неизвестную величину.

шифр	d , см	n	α , град	x , см
1	1,5	1,52	62	?
2	?	1,42	48	0,80
3	2,5	1,71	21	?
4	?	1,63	35	0,25
5	0,57	?	75	0,36

Задача 6-03

Тонкая двояковыпуклая линза из стекла с показателем преломления n имеет радиусы кривизны R_1 и R_2 . Поверхность с радиусом R_2 посеребрена. Действительное изображение точки, находящееся на расстоянии a_1 от полученной оптической системы, удалено от нее на расстоянии a_2 . Определить неизвестную величину.

шифр	n	R_1 , см	R_2 , см	a_1 , см	a_2 , см
1	1,42	65	?	36	68
2	1,63	?	52	17	19
3	1,68	25	14	26	?
4	1,55	96	62	?	52
5	?	19	75	36	21

Задача 6-04

При съемке с расстояния a_1 изображение предмета на фотопластинке имеет высоту h_1 , а при съемке a_2 – высоту h_2 . Фокусное расстояние объектива фотоаппарата равно f . Определить неизвестную величину.

шифр	a_1 , м	h_1 , мм	a_2 , м	h_2 , мм	f , мм
1	9,8	11,2	3,5	?	85
2	2,7	?	9,2	15,0	135
3	3,8	6,3	?	11,5	52
4	?	3,8	4,5	12,7	35
5	8,5	7,4	2,8	23,0	?

Задача 6-05

Линза с фокусным расстоянием f_0 из материала с показателем преломления n_0 дает в воздухе действительное изображение предмета на расстоянии a_0 . Если погрузить предмет и линзу в жидкость с показателем преломления n , не меняя расстояния между ними, то изображение будет находиться на расстоянии a от линзы. Положительные a соответствуют действительному изображению. Определить неизвестную величину.

Шифр	f_0 , см	n_0	a_0 , см	n	a , см
1	11,5	?	13	1,33	+86
2	42,0	1,72	65	1,58	?
3	24,0	1,57	27	?	-210
4	13,3	1,55	?	1,46	+130
5	?	1,62	17	1,33	+45

Задача 6-06

Двояковыпуклая линза с радиусами кривизны R_1 и R_2 имеет в воздухе расстояние f_0 , а в жидкости f . Показатель преломления материала линзы n . Определить неизвестную величину.

шифр	R_1 , см	R_2 , см	f_0 , см	f , см	n_0	n
1	32	?	-	+110	1,56	1,33
2	24	39	?	-180	-	1,61
3	?	42	-	+130	1,53	1,28
4	45	32	-	?	1,58	1,72
5	37	65	-	+92	1,53	?

Задача 6-07

Бипризма с малым преломляющим углом α имеет показатель преломления n . Длина волны источника света λ , расстояние от источника до бипризмы a , от бипризмы до экрана b . На экране получается N интерференционных полос. Определить неизвестную величину.

шифр	α , мин	n	λ , мкм	a , м	b , м	N
1	41	1,43	0,59	?	2,3	120
2	26	?	0,69	0,75	1,25	45
3	27	1,72	0,64	1,3	2,1	?
4	?	1,62	0,55	1,2	2,6	90
5	47	1,51	0,53	0,25	0,85	?

Задача 6-08

Угол между зеркалами Френеля равен α , расстояние от источника света до линии соприкосновения зеркал равно a , от зеркала до экрана b , длина волны света λ . m -ая световая полоса отстоит от центра интерференционной картинке на величину h . Свет падает на экран перпендикулярно его поверхности. Определить неизвестную величину.

шифр	α , мин	a , м	b , м	λ , мкм	m	h , мм
1	8,7	?	2,5	0,64	3	1,4
2	4,2	0,37	?	0,59	5	4,3
3	1,9	0,75	2,35	?	6	11,9
4	?	0,15	1,25	0,55	5	9,3
5	2,5	1,3	2,1	0,69	4	?

Задача 6-09

Плосковыпуклая линза с фокусным расстоянием f из стекла с показателем преломления n лежит выпуклой стороной на стеклянной пластине. Радиус m -го светлого кольца Ньютона в отраженном свете равен r_m при длине волны света λ . Определить неизвестную величину.

шифр	f , м	n	m	r_m , мм	λ , мкм
1	6,7	?	3	2,2	0,55
2	0,99	1,73	5	1,3	?
3	?	1,64	8	1,6	0,69
4	?	1,62	4	2,1	0,59
5	0,90	1,51	7	?	0,43

Задача 6-10

У плосковыпуклой линзы с радиусом R имеется со шлифованный плоский участок радиусом r_0 , которым она соприкасается со стеклянной пластиной. При наблюдении в отраженном свете с длиной волны λ радиус m -го светлого кольца равен r_m . Определить неизвестную величину.

шифр	R , см	r_0 , мм	λ , мкм	m	r_m , мм
1	170	3,0	?	6	3,8
2	?	1,7	0,64	5	4,2
3	230	4,1	0,63	12	?
4	75	2,3	0,69	4	?
5	96	?	0,55	7	4,0

Задача 6-11

Кольца Ньютона в отраженном свете наблюдаются с помощью плосковыпуклой линзы с радиусом кривизны R_1 , положенной на вогнутую сферическую поверхность с радиусом кривизны R_2 . Длина волны света равна λ , радиус m -го кольца r_m . Определить неизвестную величину.

шифр	R_1 , м	R_2 , м	λ , мкм	m	r_m , мм
1	1,5	3,1	?	5	3,2
2	4,8	?	0,63	4	6,1
3	1,4	2,3	0,59	8	?
4	?	3,4	0,69	7	3,0
5	1,1	3,2	0,55	3	?

Задача 6-12

Две плосковыпуклые линзы с радиусами кривизны R_1 и R_2 сложены выпуклыми поверхностями. Радиус m -го светлого интерференционного кольца, наблюдаемого в отраженном свете, равен r_m для длины волны λ . Определить неизвестную величину.

шифр	R_1 , м	R_2 , м	λ , мкм	m	r_m , мм
1	2,1	1,6	0,59	7	?
2	?	1,9	0,48	4	1,3
3	3,2	2,6	?	3	1,3
4	1,4	2,7	0,69	11	?
5	2,1	?	0,63	5	1,8

Задача 6-13

Расстояние между точечным источником света с длиной волны λ и экраном равно l . Диффрагма с отверстием радиуса r находится в k раз ближе к экрану, чем к источнику ($k > 1$). В отверстии укладывается m зон Френеля. Определить неизвестную величину.

шифр	λ , мкм	l , м	r , мм	k	m
1	0,48	?	0,25	1,2	1,5
2	0,59	8,8	2,7	2,3	?
3	0,69	7,7	1,9	?	4,5
4	0,43	3,5	?	3,7	2,0
5	0,55	2,4	1,3	?	6,0

Задача 6-14

Плоская волна падает на круглый диск радиуса r . Точка наблюдения находится на расстоянии v от диска. Ширина зоны Френеля, непосредственно примыкающая к диску, равна x при длине волны света λ . Определить неизвестную величину.

шифр	r , мм	v , м	x , мм	λ , мкм
1	2,9	3,5	0,37	?
2	2,2	?	1,3	0,43
3	1,7	1,6	?	0,69
4	?	2,8	0,95	0,63
5	3,0	1,7	?	0,55

Задача 6-15

Монохроматический свет с длиной волны λ падает нормально на дифракционную решетку с периодом d , содержащую N щелей. Угловая ширина главного дифракционного максимума m -го порядка равна $\Delta\varphi$. Определить неизвестную величину.

шифр	λ , мкм	d , мкм	N	m	$\Delta\varphi$, мин
1	0,55	?	5300	5	0,14
2	?	3,5	7200	3	0,22
3	0,69	8,4	3800	7	?
4	0,63	2,5	2200	3	?
5	0,59	4,8	?	2	0,18

Задача 6-16

На узкую длинную щель шириной b падает под углом θ к нормали параллельный пучок света с длиной волны λ . В дифракционной картине, проектируемой на экран линзой с фокусным расстоянием f , ширина центрального максимума равна Δx . Ширина щели $b \gg \lambda$. Экран перпендикулярен к главной оптической оси линзы. Определить неизвестную величину.

шифр	b , мкм	θ , град	λ , мкм	f , см	Δx , мм
1	55	?	0,63	31	25
2	19	38	0,43	?	17
3	31	11	?	35	16
4	35	17	0,59	42	?
5	?	25	0,55	61	21

Задача 6-17

Свет с длиной волны λ падает на дифракционную решетку с периодом d под углом θ к нормали. Под углом φ к нормали наблюдается максимум m -го порядка. $\varphi > 0$, если углы φ и θ лежат по разные стороны от нормали. Положительные m соответствуют случаю $\varphi > 0$. Определить неизвестную величину.

шифр	λ , мкм	d , мкм	θ , град	φ , град	m
1	0,59	2,7	?	-18	-2
2	?	5,9	24	+17	-1
3	0,69	3,4	19	?	+2
4	0,64	2,5	19	?	-3
5	0,59	?	57	+75	+2

Задача 6-18

На отраженную дифракционную решетку с периодом d под углом θ к нормали падает свет с длиной волны λ . Максимум порядка m наблюдается под углом φ к нормали. $\varphi > 0$, когда углы φ и θ лежат по разные стороны от нормали. Положительные m соответствуют случаю $\varphi > 0$. Определить неизвестную величину.

шифр	d , мкм	θ , град	λ , мкм	m	φ , град
1	3,8	22	?	+2	+41
2	2,3	?	0,43	-3	-17
3	2,1	49	0,63	-3	?
4	3,2	36	0,59	-2	?
5	?	31	0,63	+1	+47

Задача 6-19

Пучок естественного света проходит последовательно через три поляроида. В каждом поляроиде теряется некоторая доля p светового потока. Угол между плоскостями первого и второго поляроида равен α_1 , угол между плоскостями второго и третьего равен α_2 . Углы α_1 и α_2 – острые. Интенсивность света после прохождения системы уменьшается в k раз. Определить неизвестную величину.

шифр	p	α_1 , град	α_2 , град	k
1	0,15	28	?	6
2	0,10	35	28	?
3	0,09	11	68	?
4	0,12	?	13	7,4
5	?	60	17	32,0

Задача 6-20

При прохождении частично поляризованного света через поляризатор отношение максимальной интенсивности пропущенного поляризатором света к минимальной равно k . Отношение интенсивностей света, пропущенного поляризатором при повороте его на углы α_1 и α_2 из положения максимального пропускания, равно $I_1/I_2=m$. Углы α_1 и α_2 – острые. Определить неизвестную величину.

шифр	k	α_1 , град	α_2 , град	$m=I_1/I_2$
1	?	82	24	0,49
2	2,2	11	?	1,70
3	4,8	25	44	?
4	2,8	?	28	0,65
5	3,1	29	17	?

Задача 6-21

Пучок частично поляризованного света, степень поляризации которого равна P , падает на поляризатор. При повороте поляризатора из положения максимального пропускания на угол α_1 интенсивность прошедшего света уменьшилась в k_1 раз по сравнению с максимальной, а при повороте на угол α_2 – в k_2 раз. Углы α_1 и α_2 меньше $\pi/2$. Определить неизвестную величину.

шифр	p	α_1 , град	k_1	α_2 , град	k_2
1	?	–	–	65	2,9
2	–	?	2,4	60	1,7
3	0,75	–	–	?	1,6
4	0,25	46	?	–	–
5	–	80	4,5	43	?

Задача 6-22

Между двумя поляроидами находится пластинка толщины d , вырезанная параллельно оптической оси из кристалла с показателями преломления n_0 и n_e . Угол между осью первого поляроида и осью пластинки равен α ($\alpha \leq \pi/4$). Если вращать второй поляроид, то отношение интенсивностей прошедшего света с длиной волны λ при параллельных и скрещенных поляроидах равно k . Пластинка вносит разность фаз δ . Определить неизвестную величину.

шифр	d , мкм	$n_0 - n_e$	α , град	λ , мкм	k	δ
1	29	0,012	?	0,63	1,1	-
2	15	?	35	0,59	2,3	$\pi \leq \delta \leq 2\pi$
3	13	0,17	32	0,69	?	-
4	?	0,023	42	0,46	1,4	$4\pi \leq \delta \leq 5\pi$
5	31	0,065	35	0,55	?	-

Задача 6-23

Кристаллическая пластина толщиной d , вырезана параллельно оптической оси из кристалла с показателем преломления n_0 и n_e , помещена между двумя поляроидами, оси которых параллельны друг другу и составляют угол α с осью пластинки ($\alpha \leq \pi/4$). После прохождения системы интенсивность света с длиной волны λ уменьшается в k раз. Вносимая пластинкой разность фаз равна δ . Определить неизвестную величину.

шифр	d , мкм	$n_0 - n_e$	α , град	λ , мкм	k	δ
1	12	0,170	?	0,48	2,4	-
2	75	?	42	0,59	3,4	$3\pi \leq \delta \leq 4\pi$
3	?	0,017	28	0,63	2,4	$0 \leq \delta \leq \pi$
4	62	0,025	20	0,69	?	-
5	95	0,011	35	?	2,5	$0 \leq \delta \leq \pi$

Задача 6-24

Между двумя скрещенными поляроидами находится кристаллическая пластина толщиной d , вырезанная параллельно оптической оси, причем угол между осью первого поляроида и осью пластинки равен α ($\alpha \leq \pi/4$). Показатели преломления пластинки n_0 и n_e , интенсивность падающего на систему естественного света с длиной волны λ равна I_0 , прошедшего - I . Разность фаз, вносимая пластинкой, равна δ . Определить неизвестную величину.

шифр	d , мкм	α , град	$n_0 - n_e$	I/I_0	λ , мкм	δ
1	17,0	35	0,014	?	0,69	-
2	15,0	42	?	0,24	0,55	$5\pi \leq \delta \leq 6\pi$
3	39,0	18	0,006	0,17	?	$0 \leq \delta \leq \pi$
4	2,5	29	0,170	?	0,59	-
5	43,0	?	0,022	0,25	0,63	-

ГЛАВА 7
КВАНТОВО–ОПТИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ. АТОМНАЯ ФИЗИКА.

Задача 7-01

При освещении поверхности металла излучением с длиной волны λ задерживающее напряжение для фотоэлектронов равно U . Работа выхода электронов из металла равняется A , красная граница фотоэффекта λ_0 . Определить неизвестную величину.

шифр	λ , мкм	U , В	A , эВ	λ_0 , мкм
1	0,25	?	2,8	–
2	0,48	1,3	?	–
3	0,45	2,1	–	?
4	0,35	?	–	0,46
5	?	1,4	–	0,29

Задача 7-02

Красная граница фотоэффекта для металла с работой выхода A соответствует длине волны λ_0 . При освещении поверхности металла излучением с длиной волны λ максимальная скорость фотоэлектронов равна ν . Определить неизвестную величину.

шифр	A , эВ	λ_0 , мкм	λ , мкм	ν , км/с
1	–	0,41	?	750
2	2,5	–	0,27	?
3	–	?	0,29	400
4	–	0,36	?	1200
5	?	–	0,14	1300

Задача 7-03

При падении излучения с длиной волны λ на пластинку из металла с красной границей фотоэффекта λ_1 задерживающее напряжение для фотоэлектронов равнялось U_1 , а при падении на пластинку с красной границей λ_2 оно равнялось U_2 . Определить неизвестную величину.

шифр	λ , мкм	λ_1 , мкм	U_1 , В	λ_2 , мкм	U_2 , В
1	?	0,54	1,8	–	–
2	0,23	–	–	?	3,8
3	–	?	4,3	0,41	5,1
4	–	0,35	1,8	0,45	?
5	0,24	0,47	?	–	–

Задача 7-04

При освещении фотокатода площади S излучение с длиной волны λ и плотностью потока энергии Φ ток насыщения в фотоэлементе равен I . Доля фотонов, выбивающих из фотокатода электроны, равна η . Определить неизвестную величину.

шифр	λ , мкм	Φ , эрг/(с·см ²)	S , см ²	I , мкА	η
1	0,43	230	?	0,075	0,05
2	?	25	5,8	0,16	0,03
3	0,27	?	2,2	0,23	0,038
4	0,43	75	2,0	0,15	?
5	0,15	130	4,3	?	0,015

Задача 7-05

На поверхность фотокатода падает поток энергии электромагнитного излучения Φ . Длина волны падающего излучения λ . Определенная доля η фотонов выбивает электроны из фотокатода. Ток насыщения равен I . Определить неизвестную величину.

шифр	Φ , эрг/с	λ , мкм	η	I , мкА
1	115	0,48	0,04	?
2	180	?	0,015	0,064
3	290	0,13	?	0,17
4	55	0,41	0,05	?
5	?	0,43	0,03	0,48

Задача 7-06

Источник монохроматического излучения с длиной волны λ излучает одинаково по всем направлениям. Мощность излучения равна P . На площадку величиной S , поставленную на расстоянии l от источника перпендикулярно к лучам, падает в единицу времени n фотонов. Определить неизвестную величину.

шифр	λ , мкм	P , Вт	S , см ²	l , км	$n \cdot 10^{-6}$, с ⁻¹
1	?	3,0	3,1	1,2	140
2	0,63	75,0	1,2	?	85
3	0,36	?	0,25	1,8	15
4	0,69	0,14	5,0	2,3	?
5	0,55	5,0	?	12	27

Задача 7-07

Модель абсолютно черного тела-полость с малым круглым отверстием диаметром d . Нагрев производится электрической спиралью, потребляющей ток I при напряжении U , причем некоторая доля энергии ρ рассеивается стенками полости. Равновесная температура излучения, исходящего из отверстия, равна T . Определить неизвестную величину.

шифр	d , см	I , мА	U , В	ρ	T , К
1	0,45	105	?	0,03	1860
2	?	47	127	0,25	1200
3	1,8	150	110	0,20	?
4	1,5	35	200	?	870
5	2,3	?	220	0,07	1120

Задача 7-08

Энергия, излучаемая через смотровое окошко печи за время τ , равна W . Площадь окошка равна S , максимум в спектре излучения приходится на длину волны λ . Определить неизвестную величину.

шифр	τ , с	W , Дж	S , см ²	λ , мкм
1	15,0	?	4,2	1,9
2	5,7	450	6,5	?
3	?	1700	1,2	1,7
4	10,0	?	5,5	1,6
5	40,0	1700	?	2,2

Задача 7-09

Небольшая болванка с поверхностью S находится в печи с температурой стенок t_1 . При температуре болванки t_2 результирующая энергия, получаемая ею в результате теплообмена излучением со стенками за единицу времени, равна W . Болванку можно считать серым телом с поглощательной способностью a . Определить неизвестную величину.

шифр	S , см ²	t_1 , °C	t_2 , °C	W , Вт	a
1	?	1200	410	220	0,6
2	65	1700	?	350	0,7
3	340	?	230	3100	0,8
4	150	1100	380	?	0,4
5	25	1400	120	560	?

Задача 7-10

Температура поверхности котла равна t_1 , температура окружающей среды t_2 . Результирующая энергия, теряемая поверхностью котла в единицу времени за счет теплообмена излучением с окружающей средой, равна W . Величина поверхности котла S , коэффициент поглощения поверхности котла a . Определить неизвестную величину.

шифр	$t_1, ^\circ\text{C}$	$t_2, ^\circ\text{C}$	a	$S, \text{ м}^2$	$W, \text{ кВт}$
1	+242	-33	0,28	?	5,8
2	+150	?	0,33	1,5	0,52
3	?	-20	0,15	8,9	2,4
4	+157	-13	?	2,5	1,8
5	+102	+27	0,45	6,0	?

Задача 7-11

Звезда с температурой поверхности T имеет радиус $R_3=k \cdot R_c$, где R_c – радиус Солнца. На расстоянии $R=n \cdot R_0$ от звезды, где R_0 – радиус земной орбиты, через перпендикулярную лучам площадку S проходит поток энергии Φ . Можно считать, что звезда излучает как абсолютно черное тело. Определить неизвестную величину.

шифр	$n=R/R_0$	$k=R_3/R_c$	$T, \text{ К}$	$S, \text{ см}^2$	$\Phi, \text{ Вт}$
1	?	21	7200	7,5	2,3
2	25	?	5900	1,5	0,035
3	0,5	0,15	13500	20	?
4	12	530	?	3,9	42
5	72	260	3100	?	30

Задача 7-12

Метеорит сферической формы вращается по круговой орбите радиуса $R=n \cdot R_0$, где R_0 – радиус земной орбиты, вокруг звезды с температурой поверхности t и радиусом $R_3=k \cdot R_c$, где R_c – радиус Солнца. Температура метеорита, принимаемого за серое тело, равно t_1 . Определить неизвестную величину.

шифр	$n=R/R_0$	$k=R_3/R_c$	$t, ^\circ\text{C}$	$t_1, ^\circ\text{C}$
1	2,4	1,0	5900	?
2	15,0	?	7500	+220
3	?	0,18	17000	-140
4	15,0	470,0	?	+630
5	85,0	250,0	2800	?

Задача 7-13

В рентгеновской трубке с антикатодом из материала с атомным номером Z_1 К-серия возбуждается при минимальном напряжении U_1 . Чтобы возбудить К-серия в трубке с антикатодом из материала с атомным номером Z_2 , потребовалось увеличить напряжение на величину ΔU . Определить неизвестную величину.

шифр	Z_1	U_1 , кВ	Z_2	ΔU , кВ
1	-	?	29	2,8
2	-	4,6	47	?
3	39	-	48	?
4	-	?	42	9,6
5	22	-	27	?

Задача 7-14

При увеличении напряжения на рентгеновской трубке от U_1 до U_2 интервал длин волн между K_α -линией и коротковолновой границей рентгеновского спектра увеличился в n раз. Антикотод трубки изготовлен из материала с атомным номером Z . Определить неизвестную величину.

шифр	U_1 , кВ	U_2 , кВ	n	Z
1	?	27	1,6	42
2	11	?	2,1	29
3	13	24	?	22
4	16	?	1,3	25
5	36	45	?	46

Задача 7-15

Рентгеновское излучение с длиной волны λ падает под малым углом скольжения θ_1 на отражательную дифракционную решетку с периодом d . Под углом θ_2 к плоскости решетки наблюдается максимум m -го порядка для отраженного излучения. Положительные m соответствуют случаю $\theta_2 < \theta_1$. Определить неизвестную величину.

шифр	λ , нм	θ_1 , град	d , мкм	θ_2 , град	m
1	0,47	40	17,0	?	+2
2	0,072	?	2,8	75	-3
3	0,21	37	?	28	+1
4	?	55	6,3	35	+3
5	1,3	78	5,8	?	-1

Задача 7-16

Узкий пучок рентгеновского излучения длиной волны λ падает на рассеивающее вещество. При этом отношения длин волн излучения, рассеянного под углами θ_1 и θ_2 , равно $\lambda_1/\lambda_2=n$. Считать, что рассеяние происходит на свободных электронах. Определить неизвестную величину.

шифр	λ , пм	θ_1 , град	θ_2 , град	$\lambda_1/\lambda_2=n$
1	3,7	?	22	1,18
2	?	70	115	0,52
3	1,9	160	?	2,6
4	?	130	36	1,7
5	5,0	35	105	?

Задача 7-17

При рассеянии рентгеновского излучения с длиной волны λ на угол θ кинетическая энергия электрона отдачи равна W_e , угол между падающим фотоном и направлением движения электрона отдачи равен α . Определить неизвестную величину.

шифр	θ , град	W_1 , МэВ	W_2 , МэВ	W_e , МэВ
1	-	120	?	17
2	1,4	50	-	?
3	0,65	?	770	-
4	3,6	-	?	22
5	?	100	85	-

Задача 7-18

Рентгеновский фотон испытал комптоновское рассеяние на угол θ . Первоначальная энергия фотона W_1 , энергия после рассеяния W_2 , энергия электрона отдачи W_e . Определить неизвестную величину.

шифр	λ , пм	θ , град	W_e , МэВ	α , град
1	60	0,33	-	?
2	130	-	?	0,14
3	20	?	-	0,17
4	37	0,15	?	-
5	?	1,26	-	0,65

Задача 7-19

Пучок электронов с кинетической энергией W попадает в ускоряющее электрическое поле напряженностью E . После того, как электроны прошли вдоль силовых линий поля расстояние l , их дебройлевская длина волны стала λ . Определить неизвестную величину.

шифр	W , МэВ	E , кВ/см	l , см	λ , пм
1	1,25	16,0	?	0,63
2	0,17	28,0	15	?
3	?	0,8	38	3,7
4	0,65	12,0	17	?
5	0,35	?	21	1,2

Задача 7-20

Частица с зарядом $q=Z \cdot e$ (e – элементарный заряд) и массой покоя $m=A \cdot m_p$ (m_p – масса покоя протона), имевшая первоначально кинетическую энергию W , дополнительно ускоряется, проходя разность потенциалов U . После ускорения длина волны де Бройля этой частицы равна λ . Определить неизвестную величину.

шифр	Z	A	W , МэВ	U , МВ	$\lambda \cdot 10^5$, м
1	1	2	?	420	0,68
2	3	6	1800	630	?
3	1	1	510	?	0,91
4	3	4	950	?	0,34
5	1	2	140	70	?

Задача 7-21

Частица с зарядом $q=Z \cdot e$ (e – элементарный заряд) и массой $m=A \cdot m_p$ (m_p – масса покоя протона), движущаяся со скоростью v , попадает в однородное тормозящее электрическое поле с напряженностью E и проходит вдоль его силовых линий расстояние l . После этого дебройлевская длина волны частицы оказывается равной λ . Определить неизвестную величину.

шифр	Z	A	v , км/с	E , кВ/см	l , см	λ , пм
1	1	2	?	0,25	1,5	1,9
2	2	3	4300	23,0	5,1	?
3	6	12	470	0,5	2,8	?
4	1	1	2500	1,2	?	0,28
5	1	2	320	?	3,1	0,96

Задача 7-22

Параллельный пучок электронов с энергией W падает нормально на диафрагму в виде узкой прямоугольной щели шириной b . На экране, отстоящем от щели на расстоянии l , ширина центрального дифракционного максимума равна ΔX . Определить неизвестную величину.

шифр	W , эВ	b , мкм	l , см	ΔX , мкм
1	85	?	55	40
2	290	2,5	52	?
3	?	5,5	62	37
4	12	9,2	48	?
5	130	8,0	?	28

Задача 7-23

Пучок частиц с зарядом $q=Z \cdot e$ (e – элементарный заряд) и массой $m=A \cdot m_p$ (m_p – масса покоя протона), ускоренных напряжением U , падает на поверхность монокристалла с кубической решеткой, период которой равен a . Минимальное значение угла между направлением пучка и поверхностью кристалла, при котором наблюдается отражение пучка, равно θ . Определить неизвестную величину.

шифр	Z	A	U , В	a , нм	θ , мин
1	3	6	?	0,19	3,7
2	1	1	170	?	8,1
3	1	2	590	0,38	?
4	1	3	?	0,25	15,0
5	2	4	250	0,32	?

Задача 7-24

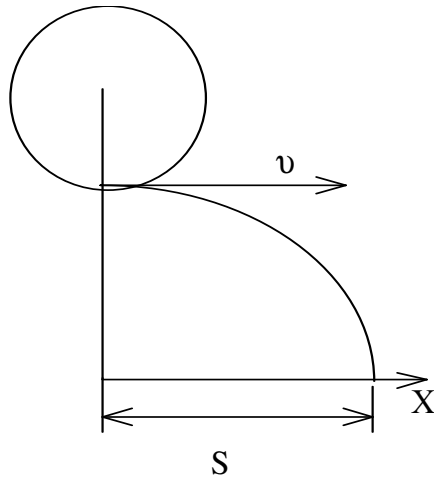
Пучок электронов с энергией W падает нормально на поверхность монокристалла. В направлении, составляющем угол α с нормалью к поверхности, наблюдается максимум отражения пучка порядка K . Межплоскостное расстояние, соответствующее этому отражению, равно d . Определить неизвестную величину.

шифр	W , эВ	α , град	K	d , нм
1	?	75	3	0,26
2	140	55	5	?
3	720	?	7	0,21
4	170	48	4	?
5	450	?	6	0,22

Задачи для самостоятельной**подготовки.****Механика**

С какой наименьшей скоростью надо бросить камень из точки А под углом 58° к горизонту, чтобы он мог перелететь через вертикальную стену, высотой 5,6 м., если точка А и основание стены находится в горизонтальной плоскости на расстоянии 10 м. друг от друга? Сопротивлением воздуха пренебречь. Определить уравнение траектории камня, наивысшую высоту H его подъема над уровнем начального положения и дальность полета S .

(Ответ: $v_0=13$ м/с; $H=6,4$ м; $S=15,5$ м)



2. Шарик, привязанный к нити длиной 30 см, вращается в вертикальной плоскости. Когда шарик проходит через нижнее положение, нить обрывается, и через одну секунду шарик падает на землю на расстоянии 9,4 м от оси вращения (по горизонтали). Какому числу оборотов в секунду соответствовала скорость вращения шарика в момент обрыва нити.

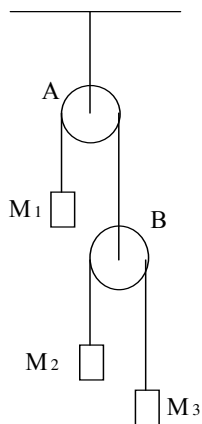
(Ответ: $v=5$ об/с)

3. Некоторое тело начинает вращаться с постоянным угловым ускорением $\epsilon=0,04$ сек $^{-2}$. Через сколько времени после начала движения полное ускорение какой-либо точки будет направлено под углом $\alpha=76^\circ$ к направлению скорости в этой точке?

(Ответ $t=10$ сек.)

4. Если доску наклонить под углом 60° к горизонту, то тело, лежащее на доске, начинает скользить с ускорением 5 м/с 2 . Каков должен быть максимальный угол наклона доски, чтобы тело еще оставалось в равновесии?

(Ответ $\alpha=36^\circ$)



5. Через невесомый блок А перекинута нить, к одному концу которой прикреплен груз M_1 , а к другому невесомый блок В, на нити которого висят грузы M_2 и M_3 . Блок А со всеми грузами подвешен к пружинным весам. Определить ускорение a груза M_1 и показание T пружинных весов, считая, что $M_2 \neq M_3$, $M_1 > M_2 + M_3$.

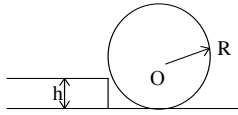
(Ответ:

$$a = \frac{(M_1 M_2 + M_1 M_3 - 4 M_2 M_3) \cdot g}{M_1 M_2 + M_1 M_3 + 4 M_2 M_3},$$

$$T = \frac{(16 M_1 M_2 M_3) \cdot g}{M_1 M_2 + M_1 M_3 + 4 M_2 M_3}$$

6. Колесо радиуса R и массы m стоит перед ступенькой высоты

h. Какую наименьшую горизонтальную силу F надо приложить к оси колеса O , чтобы оно могло подняться на ступеньку? Трение не учитывать.



$$(\text{Ответ } F \geq mg \sqrt{\frac{2h}{R}}, \quad h \ll R)$$

7. Лодка стоит неподвижно в стоячей воде. Человек, находящийся в лодке, переходит с носа на корму. На какое расстояние сдвинется лодка, если Масса человека 60 кг, масса лодки 120 кг, длина лодки 3 м. Сопротивлением воды пренебречь.
(Ответ $S = -1$ м)

Молекулярная физика. Термодинамика.

1. Сколькими ходами поршневого насоса емкостью 200 см³ можно откачать воздух из стеклянного баллона, емкость которого 1 литр, до давления 0,1 мм.рт.ст., если первоначальное давление в баллоне 760 мм.рт.ст.?

$$(\text{Ответ } n = 49)$$

2. Масса m идеального газа, находящегося при температуре T , охлаждается изотермически так, что давление падает в n раз. Затем газ расширяется при постоянном давлении. В конечном состоянии его температура равна первоначальной. Определить совершенную газом работу. Молекулярный вес газа μ .

$$(\text{Ответ } A = \frac{n-1}{n} \cdot \frac{m}{\mu} \cdot R \cdot T)$$

3. Определить, во сколько раз отличается коэффициент диффузии азота ($\mu_1 = 28 \cdot 10^{-3}$ кг/моль) и углекислого газа ($\mu_2 = 44 \cdot 10^{-3}$ кг/моль), если оба газа находятся при одинаковой температуре и давлении. Эффективные диаметры молекул этих газов считать одинаковыми.

$$(\text{Ответ } \frac{D_1}{D_2} = 1,25)$$

4. Определить изменение энтропии ΔS при изотермическом расширении азота массой $m = 10$ г, если давление газа уменьшилось от $p_1 = 0,1$ МПа, $p_2 = 50$ кПа.

$$(\text{Ответ } \Delta S = 2,06 \text{ Дж/К})$$

5. В дне стеклянного сосуда имеется небольшое отверстие радиуса r . До какой высоты можно налить в этот сосуд жидкость, не смачивающую стекло, чтобы она не выливалась?

$$(\text{Ответ } h \leq \frac{\sigma}{2r\rho g})$$

Электростатика. Постоянный ток.

1. На упругий шарик A , несущий заряд $+q$ и закрепленный неподвижно, начинает падать с высоты H с начальной скоростью, равной нулю, такой же шарик B и после упругого удара о шарик A подскакивает вверх. Как высоко поднимается шарик B , если он так же заряжен зарядом $+q$?

В ● +q

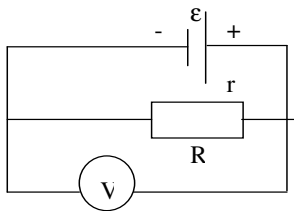
A ● +q (Ответ h=H)

2. Конденсатор подключен к аккумулятору. Раздвигая пластины конденсатора, мы преодолеваем силы электростатического притяжения между его пластинами и, следовательно, совершаем положительную работу. На что идет эта работа? Что происходит с энергией конденсатора?

3. Два металлических шарика радиусов r и R находятся один от другого на расстоянии значительно большем их радиусов. Шарик несет одинаковые электрические заряды q . Каковы будут их заряды, если их соединить проволокой?

$$\text{(Ответ } q_R = 2q \frac{R}{r+R}, \quad q_r = 2q \frac{r}{r+R} \text{)}$$

4. Электрическая цепь изображена на рисунке. $R=10$ Ом, $r=1$ Ом, сопротивление вольтметра $R_v=200$ Ом. Вычислить относительную погрешность показаний вольтметра, которая получается в предположении, что вольтметр имеет бесконечно большое сопротивление и, следовательно, не вносит искажений в цепь.



(Ответ $f=0,0045$)

5. Два электрона, находящиеся на бесконечно большом расстоянии один от другого, начинают двигаться навстречу друг другу, причем скорости их v_0 в этот момент одинаковы по величине и противоположны по направлению. Определить наименьшее расстояние между электронами, если $v_0=106$ м/с, $e=1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл, $m=9 \cdot 10^{-31}$ кг.

$$\text{(Ответ } r=2,5 \cdot 10^{-8} \text{ см)}$$

6. Определить плотность j электрического тока в медном проводнике (удельное сопротивление меди $\rho=17$ нОм·м), если удельная тепловая мощность тока $\omega=1,7$ Дж/м²·с).

$$\text{(Ответ } j=10 \text{ кА/м}^2 \text{)}$$

Электромагнетизм.

1. В горизонтальном магнитном поле с напряженностью 7940 А/м находится горизонтально расположенный проводник, причем направление проводника перпендикулярно направлению магнитного поля. Какой ток должен идти по проводнику, чтобы он висел, не падая? Известно, что масса участка проводника длиной в 1 см равна 0,1 г.

$$\text{(Ответ } I=9,8 \text{ А)}$$

2. Короткозамкнутая катушка, состоящая из 1000 витков проволоки, помещена в магнитное поле, направленная вдоль оси катушки. Площадь поперечного сечения катушки 4 см², ее полное

сопротивление 160 Ом. Найти мощность джоулевых потерь, если магнитное поле равномерно изменяется со скоростью 10^{-3} Тл/с.

(Ответ $W=10^{-9}$ Вт)

3. В однородном магнитном поле с индукцией $B=0,2$ Тл равномерно вращается катушка, содержащая $N=600$ витков, с частотой $n=6$ с $^{-1}$. Площадь S поперечного сечения катушки 100 см 2 . Ось вращения перпендикулярна оси катушки и направлению магнитного поля. Определить максимальную Э.Д.С. индукции вращающейся катушки.

(Ответ $\varepsilon_{i\max}=45,2$ В)

Оптика. Геометрическая и волновая.

1. Собирающая линза увеличивает изображение предмета в 4 раза. Если этот предмет передвинуть на 5 см, то изображение окажется в 2 раза больше предмета. Найти фокусное расстояние линзы.

(Ответ $F=0,2$ м)

2. Плоская световая волна длины λ_0 в вакууме падает по нормали на прозрачную пластинку с показателем преломления n . При каких толщинах пластинки отраженная волна будет иметь максимальную интенсивность.

(Ответ $b = \frac{\lambda_0}{2n} \left(m + \frac{1}{2} \right)$, где $m=1, 2, 3, \dots$)

3. Найти радиус пятой зоны Френеля для плоской волны, если расстояние от источника света до волновой поверхности $a=1$ м, расстояние от волновой поверхности до точки наблюдения равно $b=1$ м. Длина волны света $\lambda=500$ нм.

(Ответ $\rho_5=1,12$ мм)

4. В зрительную трубу рассматривается лунная поверхность. Диаметр объектива трубы $d=4$ см. При каком минимальном расстоянии a_{\min} между двумя кратерами их можно увидеть раздельно. Длина волны света $\lambda=600$ нм.

(Ответ $a_{\min}=55$ км)

5. Плоскополяризованный свет интенсивности I_0 проходит последовательно через два совершенных поляризатора, плоскости которых образуют с плоскостью колебаний в исходном луче углы α_1 и α_2 . Определить интенсивность света I по выходе из второго поляризатора.

(Ответ $I=I_0 \cos^2 \alpha_1 \cdot \cos^2 (\alpha_2 - \alpha_1)$)

Квантово-оптические явления. Атомная физика.

1. Поток энергии, излучаемой из смотрового окошка плавильной печи, $\Phi=34$ Вт. Определить температуру печи, если площадь отверстия $S=6$ см 2 .

(Ответ $T=1000$ К)

2. Определить длину волны λ_{\min} , отвечающей коротковолновой границе рентгеновского спектра, для случая, когда к трубе приложено напряжение $U=50$ кВ.

(Ответ $\lambda_{\min}=25$ пм)

3. Определить угол рассеяния фотона, испытавшего соударение со свободным электроном, если изменение длины волны при рассеянии равно $0,0362 \text{ \AA}$.

(Ответ $\theta=120^\circ$ (или 240°))

4. Какую ускоряющую разность потенциалов должен пройти электрон, чтобы длина волны де Бройля была равна 1 \AA .

(Ответ $U=150 \text{ В}$)

5. Потенциал ионизации атома водорода $\phi_i=13,6 \text{ В}$. Исходя из этого, вычислить значение постоянной Ридберга R .

(Ответ $R=2,07 \cdot 10^6 \text{ сек}^{-1}$)

ПРИЛОЖЕНИЕ
ОСНОВНЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ И ЕДИНИЦЫ ИХ ИЗМЕРЕНИЯ

В науке и технике используются единицы измерения физических величин, образующие определенные системы. В основу совокупности единиц, устанавливаемой стандартом для обязательного применения, положены единицы Международной системы /СИ/. В теоретических разделах физики широко используются единицы систем СГС /СГСЭ, СГСМ и симметричной гауссовой системы СГС/. Определенное применение находят также единицы технической системы МКГСС и некоторые внесистемные единицы.

Международная система /СИ/ построена на 6 основных единицах /метр, килограмм, секунда, кельвин, ампер, кандела/ и 2 дополнительных /радиан, стерадиан/. В окончательной редакции проекта стандарта "Единицы физических величин" приведены: единицы системы СИ; единицы, допускаемые к применению наравне с единицами СИ /например: тонна, минута, час, градус Цельсия, градус, минута, секунда, литр, киловатт-час, оборот в секунду, оборот в минуту/; единицы системы СГС и другие единицы, применяемые в теоретических разделах физики и астрономии /световой год, парсек, барн, электронвольт/; единицы, временно допускаемые к применению такие, как: ангстрем, килограмм-сила, килограмм-сила-метр, килограмм-сила на квадратный сантиметр/миллиметр ртутного столба, лошадиная сила, калория, килокалория, рентген, кюри. Важнейшие из этих единиц и соотношения между ними приведены в табл. 1.

Сокращенные обозначения единиц, приведенные в таблицах, применяются только после числового значения величины или в заголовках граф таблиц. Нельзя применять сокращенные обозначения вместо полных наименований единиц в тексте / без числового значения величин/. При использовании как русских, так и международных обозначений единиц используется прямой шрифт; обозначения /сокращенные/ единиц, названия которых даны по именам ученых /Ньютон, Паскаль, Ватт и т.д./ следует писать с заглавной буквы /Н, Па, Вт/; в обозначениях единиц точку как знак сокращения не применяют. Обозначения единиц, входящих в произведение, разделяются точками как знаками умножения; в качестве знака деления применяют обычно косую черту; если в знаменатель входит произведение единиц, то оно заключается в скобки.

Для образования кратных и дольных единиц используются десятичные приставки /табл. 2/. Особенно рекомендуется применение приставок, представляющих собой степень числа 10 с показателем, кратным трем. Целесообразно использовать дольные и кратные единицы, образованные от единиц СИ и приводящие к числовым значениям, лежащим между 0,1 и 1000 /например: 17000 Па следует записать как 17 кПа/.

Не допускается присоединять две или более приставок к одной единице /например: 10^{-9} м следует записать как 1 нм/.

Для образования единиц массы приставку присоединяют к основному наименованию "грамм" /например: 10^{-6} кг= 10^{-3} г=1мг/. Если сложное наименование исходной единицы представляет собой произведение или дробь, то приставку присоединяют к наименованию первой единицы /например кН·м/. В необходимых случаях допускается в знаменателе применять дольные единицы длины, площади и объема /например В/см/.

В таблице 3 приведены основные физические и астрономические постоянные.

Таблица 1

**ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН В СИСТЕМЕ СИ И ИХ
СООТНОШЕНИЕ С ДРУГИМИ ЕДИНИЦАМИ**

Наименование величин	единицы измерения	Сокращенное обозначение	Размер	Коэффициент для приведения к единицам СИ	
				СГС	МКГСС и внесистемные единицы
1	2	3	4	5	6
<u>Основные единицы</u>					
Длина	метр	м		$1\text{см}=10^{-2}\text{м}$	$1\text{А}^\circ=10^{-10}\text{м}$ $1\text{св.год}=9,46\cdot 10^{15}\text{м}$
Масса	килограмм	кг		$1\text{г}=10^{-3}\text{кг}$	
Время	секунда	с			$1\text{ч}=3600\text{с}$ $1\text{мин}=60\text{с}$
Температура	кельвин	К			$1^\circ\text{C}=1\text{К}$
Сила тока	ампер	А		$1\text{СГСЭ}_I=$ $=1/3\cdot 10^{-9}\text{А}$ $1\text{СГСМ}_I=10\text{А}$	
Сила света	кандела	кд			
<u>Дополнительные единицы</u>					
Плоский угол	радиан	рад			$1^\circ=\pi/180\text{рад}$ $1'=\pi/108\cdot 10^{-2}\text{рад}$ $1''=\pi/648\cdot 10^{-3}\text{рад}$
Телесный угол	стерадиан	ср			Полный телесный угол= 4π ср
<u>Производные единицы</u>					
Частота	герц	Гц	с^{-1}		
Угловая скорость	радиан в секунду	рад/с	с^{-1}		$1\text{об/с}=2\pi$ рад/с $1\text{об/мин}=$ $=0,105\text{рад/с}$
Объем	кубический метр	м^3	м^3	$1\text{см}^3=10^{-6}\text{м}^3$	$1\text{л}=10^{-3}\text{м}^3$
Скорость	метр в секунду	м/с	$\text{м}\cdot\text{с}^{-1}$	$1\text{см/с}=10^{-2}\text{м/с}$	$1\text{км/ч}=0,278$ м/с
Плотность	килограмм на кубический метр	кг/м^3	$\text{кг}\cdot\text{м}^{-3}$	$1\text{г/см}^3=10^3\text{кг/м}^3$	
Сила	ньютон	Н	$\text{кг}\cdot\text{м}\cdot\text{с}^{-2}$	$1\text{дин}=10^{-5}\text{Н}$	$1\text{кг}=9,81\text{Н}$

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6
Работа, энергия, количество тепла	джоуль	Дж (Н·м)	$\text{кг}\cdot\text{м}^2\cdot\text{с}^{-2}$	$1\text{эрг}=10^{-7}\text{Дж}$	$1\text{кгс}\cdot\text{м}=9,81\text{Дж}$ $1\text{эВ}=1,6\cdot 10^{-19}\text{Дж}$ $1\text{кВт}\cdot\text{ч}=3,6\cdot 10^6\text{Дж}$ $1\text{кал}=4,19\text{Дж}$ $1\text{ккал}=4,19\cdot 10^3\text{Дж}$
Мощность	ватт	Вт (Дж/с)	$\text{кг}\cdot\text{м}^2\cdot\text{с}^{-3}$	$1\text{эрг}/\text{с}=10^{-7}\text{Вт}$	$1\text{л.с.}=735\text{Вт}$
Давление	паскаль	Па (Н/м ²)	$\text{кг}\cdot\text{м}^{-1}\cdot\text{с}^{-2}$	$1\text{дин}/\text{см}^2=0,1\text{Па}$	$1\text{ат}=1\text{кгс}/\text{см}^2=$ $=0,981\cdot 10^5\text{Па}$ $1\text{мм.рт.ст.}=133\text{Па}$ $1\text{атм}=760\text{мм.рт.ст}$ $=1,013\cdot 10^5\text{Па}$
Момент силы	ньютон-метр	Н·м	$\text{кг}\cdot\text{м}^2\cdot\text{с}^{-2}$	$1\text{дин}\cdot\text{см}=10^{-7}\text{Н}\cdot\text{м}$	$1\text{кгс}\cdot\text{м}=9,81\text{Н}\cdot\text{м}$
Момент инерции	килограмм-метр в квадрате	$\text{кг}\cdot\text{м}^2$	$\text{кг}\cdot\text{м}^2$	$1\cdot\text{см}^2=10^{-7}\text{кг}\cdot\text{м}^2$	
Динамическая вязкость	паскаль - секунда	Па·с	$\text{кг}\cdot\text{м}^{-1}\cdot\text{с}^{-1}$	$1\text{П}/\text{пуаз}/=$ $=0,1\text{Па}\cdot\text{с}$	
Кинематическая вязкость	квадратный метр на секунду	м ² /с	м ² ·с ⁻¹	$1\text{Ст}/\text{стокс}/=$ $=10^{-4}\text{м}^2/\text{с}$	
Теплоемкость системы	джоуль на кельвин	Дж/К	$\text{кг}\cdot\text{м}^2\cdot\text{с}^{-2}\cdot\text{К}^{-1}$		$1\text{кал}/^\circ\text{C}=4,19\text{Дж}/\text{К}$
Удельная теплоемкость	джоуль на килограмм-кельвин	$\frac{\text{Дж}}{(\text{кг}\cdot\text{К})}$	м ² ·с ⁻² ·К ⁻¹		$1\text{ккал}/(\text{кг}^\circ\text{C})=$ $=4,19\cdot 10^3\text{Дж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$
Электрический заряд	кулон	Кл	А·с	$1\text{СГСЭ}_q=$ $=1/3\cdot 10^{-9}\text{Кл}$ $1\text{СГСМ}_q=10\text{Кл}$	
Потенциал, электрическое напряжение	вольт	В Вт/А	$\text{кг}\cdot\text{м}^2\cdot\text{с}^{-3}\cdot\text{А}^{-1}$	$1\text{СГСЭ}_u=300\text{В}$ $1\text{СГСМ}_u=10^{-8}\text{В}$	
Напряженность электрического поля	вольт на метр	В/м	$\text{кг}\cdot\text{м}\cdot\text{с}^{-3}\cdot\text{А}^{-1}$	$1\text{СГСЭ}_E=3\cdot 10^4\text{В}/\text{м}$	

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6
Электрическое смещение /электрическая индукция/	кулон на квадратный метр	Кл/м ²	м ⁻² ·с·А	1СГСЭ _D = =1/12π·10 ⁻⁵ Кл/м ²	
Электрическое сопротивление	ом	Ом (В/А)	кг·м ² ·с ⁻³ ·А ⁻²	1СГСЭ _R =9·10 ¹¹ Ом 1СГСМ _R =10 ⁻⁹ Ом	
Электрическая емкость	фарад	Ф (Кл/В)	кг ⁻¹ ·м ² ·с ⁴ ·А ²	1СГСЭ _C =1 см= =1/9·10 ⁻¹¹ Ф	
Магнитный поток	вебер	Вб (В·с)	кг·м ² ·с ⁻² ·А ⁻¹	1СГСМ _Ф =1 Мкс/максвел/=10 ⁻⁸ Вб	
Магнитная индукция	тесла	Т (Вб/м ²)	кг·с ⁻² ·А ⁻¹	1СГСМ _B = 1 Гс/гаусс/= =10 ⁻⁴ Т	
Напряженность магнитного поля	ампер на метр	А/м	м ⁻¹ ·А	1СГСМ _H =1 Э/эрстед/=1/4π·10 ³ А/м	
Магнито движущая сила	ампер	А	А	1СГСМ _{Fm}	
Индуктивность	генри	Г (Вб/А)	кг·м ² ·с ⁻² ·А ⁻²	1СГСМ _L =1 см= =10 ⁻⁹	
Световой поток	люмен	лм	кд		
Яркость	кандела на квадратный метр	кд/м ²	м ⁻² ·кд		
Освещенность	люкс	лк	м ⁻² ·кд		

Таблица 2

Приставки для образования наименований кратных и дольных единиц

кратность	приставка		дольность	приставка	
	название	обозначение		название	обозначение
10^{12}	тера	Т	10^{-1}	деци	д
10^9	гига	Г	10^{-2}	санти	с
10^6	мега	М	10^{-3}	милли	м
10^3	кило	к	10^{-6}	микро	мк
10^2	гекто	г	10^{-9}	нано	н
10^1	дека	да	10^{-12}	пико	п
			10^{-15}	фемто	ф
			10^{-15}	атто	а

Таблица 3

Основные физические и астрономические постоянные

Величина	Численное значение
Гравитационная постоянная	$j=6,67 \cdot 10^{-11} \text{ кг}^{-1} \cdot \text{м}^3 \cdot \text{с}^{-2}$
Нормальное ускорение свободного падения	$g_0=9,81 \text{ м} \cdot \text{с}^{-2}$
Радиус Земли	$R_{\text{З}}=6,37 \cdot 10^6 \text{ м}$
Радиус Солнца	$R_{\text{С}}=6,95 \cdot 10^8 \text{ м}$
Радиус земной орбиты	$R_0=1,49 \cdot 10^{11} \text{ м}$
Постоянная Больцмана	$k=1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж} \cdot \text{К}^{-1}$
Число Авагадро	$N_0=6,02 \cdot 10^{26} \text{ кмоль}^{-1}$
Универсальная газовая постоянная	$R=8,31 \cdot 10^3 \text{ Дж} \cdot \text{кмоль}^{-1} \cdot \text{К}^{-1}$
Абсолютный нуль температур	$0\text{К}=-273,15^{\circ}\text{С}$
Молярный объем идеального газа при нормальных условиях	$V_0=22,4 \text{ м}^3 \cdot \text{кмоль}^{-1}$
Скорость света в вакууме	$c=3 \cdot 10^8 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$
Электрическая постоянная	$\epsilon_0=8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф} \cdot \text{м}^{-1}=1/4\pi \cdot 9 \cdot 10^9 \text{ Ф} \cdot \text{м}^{-1}$
Магнитная постоянная	$\mu_0=12,6 \cdot 10^{-7} \text{ Г} \cdot \text{м}^{-1}=4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Г} \cdot \text{м}^{-1}$
Элементарный электрический заряд	$e=1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
Число Фарадея	$F=9,65 \cdot 10^7 \text{ Кл} \cdot \text{кмоль}^{-1}$
Масса покоя электрона	$m_e=9,11 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$
Масса покоя протона	$m_p=1,67 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
Атомная единица массы	$\text{а.е.м.}=1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
Постоянная Планка	$h=6,62 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$
Постоянная Стефана-Больцмана	$\sigma=5,67 \cdot 10^{-8} \text{ Вт} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{К}^{-4}$
Постоянная в законе смещения Вина	$b=0,29 \cdot 10^{-2} \text{ м} \cdot \text{К}$
Постоянная Ридберга	$R_{\infty}=1097 \cdot 10^7 \text{ м}^{-1}$
Магнетон Бора	$\mu_B=9,27 \cdot 10^{-24} \text{ А} \cdot \text{м}^2$

Оглавление**стр.**

Методические указания по выполнению заданий.....	
Пример решения и оформления задачи.....	
Глава 1. Механика.....	
Глава 2. Молекулярная физика. Термодинамика.....	
Глава 3. Электростатика. Постоянный ток.....	
Глава 4. Электромагнетизм.....	
Глава 5. Колебания и волны.....	
Глава 6. Геометрическая и волновая оптика.....	
Глава 7. Квантово-оптические явления. Атомная физика....	
Задачи для самостоятельной подготовки.....	
Приложение. Основные физические величины и единицы их измерения.....	