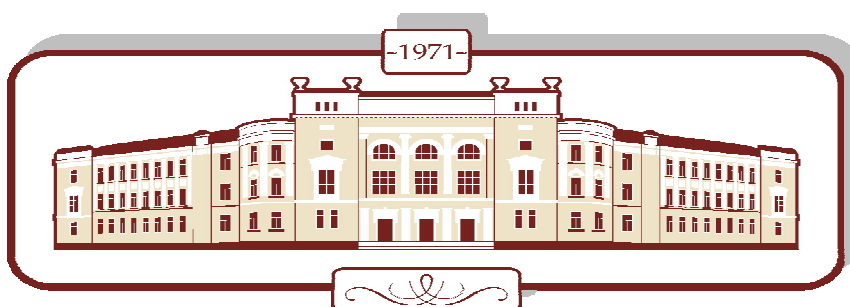


МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра физики

Третьяков П.Ю., Величко Т.И., Михеева О.Б.



ФИЗИКА (ЧАСТЬ 2)

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ И КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

по дисциплине «Физика»
для студентов, обучающихся по направлению 270800.62 «Строительство»,
280700.62 «Техносферная безопасность», 140100.62 «Теплоэнергетика и
теплотехника», 120700.62 «Землеустройство и кадастры» заочной формы
обучения

Тюмень, 2014

УДК-53

Т-66

Третьяков, П.Ю. Методические указания и контрольные задания по курсу «Физика» студентов, обучающихся по направлению 270800.62 «Строительство», 280700.62 «Техносферная безопасность», 140100.62 «Теплоэнергетика и теплотехника», 120700.62 «Землеустройство и кадастры» заочной формы / П.Ю.Третьяков, Т.И.Величко, О.Б.Михеева – Тюмень: РИО ФГБОУ ВПО «ТюмГАСУ», 2014. – 45 с.

Методические указания разработаны на основании рабочих программ ФГБОУ ВПО «ТюмГАСУ» дисциплины «Физика» для студентов, обучающихся по направлению 270800.62 «Строительство», 280700.62 «Техносферная безопасность», 140100.62 «Теплоэнергетика и теплотехника», 120700.62 «Землеустройство и кадастры» заочной формы обучения.

Методические указания содержат контрольные задания, сводку необходимых формул, общие требования к решению и оформлению задач (контрольных работ).

Рецензент: Самсонова Н.П.

Тираж 100 экз.

© ФГБОУ ВПО «Тюменский государственный архитектурно-строительный университет»

© Третьяков П.Ю., Величко Т.И., Михеева О.Б.

Редакционно-издательский отдел ФГБОУ ВПО «Тюменский государственный архитектурно-строительный университет»

СОДЕРЖАНИЕ

1 Цель и задачи освоения дисциплины.....	4
2 Требования к результатам освоения дисциплины.....	4
3 Общие методические указания к выполнению контрольных работ.....	5
4 Электромагнетизм	6
4.1 Основные формулы.....	6
4.2 Задачи по разделу «Электромагнетизм».....	9
5 Оптика	21
5.1 Основные формулы.....	21
5.2 Задачи по разделу «Оптика»	24
6 Физика атомов и атомного ядра.....	31
6.1 Основные формулы.....	31
6.2 Задачи по разделу «Физика атомов и атомного ядра».....	34
Библиографический список.....	39
Приложение А Табличные значения.....	40

1 ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Для глубокого усвоения курса физики важно не только знание теории, но и умение активно применять изученное на практике, самостоятельно работая над решением задач. Целью освоения дисциплины является: формирование навыков грамотного решения задач, развитие логического мышления, воспитание общей математической культуры.

Задачи дисциплины *научить*:

- устанавливать какие закономерности лежат в основе задачи;
- находить решение задачи в буквенном виде из формул, выражающих эти закономерности;
- переводить единицы измерения величин в систему СИ;
- оценивать достоверность полученного результата.

2 ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Настоящее методическое указание нацелено на приобретение студентами следующих компетенций:

ПК-1 – использование основных законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применение методов математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;

ПК-2 – способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат;

ПК-5 – владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, навыки работы с компьютером как средством управления информацией.

В результате освоения дисциплины студент должен:

Иметь представление: *об основных физических понятиях, законах и теориях, об общих особенностях квантовой механики и классической физики.*

Знать: *основные понятия, законы и модели механики, электричества, молекулярной физики и термодинамики.*

Уметь решать типовые задачи по основным разделам физики, используя методы математического анализа, использовать физические законы при анализе и решении проблем.

3 ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

К выполнению контрольных работ по каждому разделу физики студент заочного обучения приступает только после изучения материала, соответствующего данному разделу программы. При выполнении контрольных работ студенту необходимо руководствоваться следующим:

1. Контрольные работы выполняются чернилами в обычной школьной

тетради, на обложке указывается название дисциплины, номер работы, фамилия и инициалы студента, учебный шифр, направление обучения, профиль (специальность).

2. Условия задач в контрольной работе переписываются полностью без сокращений. Для замечаний преподавателя на страницах тетради оставляются поля.

3. В конце контрольной работы указывается, каким учебником или учебным пособием студент пользовался при изучении физики (название учебника, автор, год издания). Это делается для того, чтобы рецензент в случае необходимости мог указать, что следует студенту изучить для завершения контрольной работы.

4. Если контрольная работа при рецензировании не зачтена, студент обязан представить ее на повторную рецензию, включив в нее те задачи, решения которых оказались неверными. Повторная работа представляется вместе с не зачтенной работой.

5. В контрольной работе студент должен решить задачи того варианта, номер которого совпадает с последней цифрой его шифра. Номера задач, которые студент должен включить в свою контрольную работу, определяются по таблицам вариантов (<http://www.tgasu.ru/node/990> или на кафедре физики а.815).

6. Зачтенные контрольные работы предъявляются экзаменатору. Студент должен быть готов во время экзамена дать пояснения по существу решения задач, входящих в контрольные работы.

4 ЭЛЕКТРОМАГНЕТИЗМ

4.1 Основные формулы

- Кинематическое уравнение движения материальной точки (центра масс твердого тела) вдоль оси X :

$$X=f(t),$$

- Связь магнитной индукции B с напряженностью H магнитного поля:

$$B = \mu\mu_0 H,$$

где μ – магнитная проницаемость изотропной среды;

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{Гн}}{\text{М}} \text{ – магнитная постоянная. В вакууме } \mu = 1.$$

- Закон Био-Савара-Лапласа:

$$d\vec{B} = \frac{\mu_0\mu}{4\pi} \left[d\vec{\ell}, \vec{r} \right] \frac{I}{r^3},$$

или

$$dB = \frac{\mu_0\mu \cdot I \sin \alpha}{4\pi r^2} d\ell,$$

где dB – магнитная индукция поля, создаваемого элементом проводника длиной $d\ell$ с током I ; \vec{r} – радиус-вектор, направленный от элемента проводника в точку, в которой магнитная индукция вычисляется; α – угол между радиусом – вектором и направлением тока в элементе проводника.

- Магнитная индукция в центре кругового витка:

$$B = \frac{\mu_0\mu I}{2R},$$

где R – радиус кругового витка.

- Магнитная индукция поля прямого тока:

$$B = \frac{\mu_0\mu I}{2\pi r_0},$$

где r_0 – расстояние от оси проводника до точки, в которой вычисляется магнитная индукция.

- Магнитная индукция поля, создаваемого отрезком провода с током I (рис.1):

$$B = \frac{\mu_0 \mu I}{4\pi r_0} [\cos\alpha_1 - \cos\alpha_2]$$

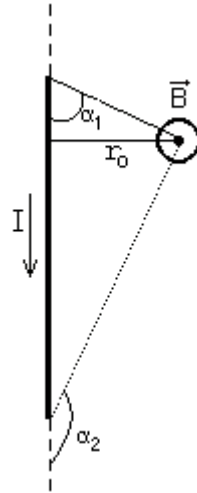


Рис. 1.

- Сила, действующая на проводник с током в магнитном поле, закон Ампера:

$$d\vec{F} = I[d\vec{\ell}, \vec{B}], \text{ или } dF = IBd\ell \sin\alpha,$$

где $d\ell$ – длина элемента проводника; α – угол между направлением тока в проводнике и вектором магнитной индукции \vec{B} .

- Сила взаимодействия параллельных проводов с током:

$$F = \frac{\mu\mu_0 I_1 I_2}{2\pi d} \ell,$$

где d – расстояние между проводами.

- Магнитный момент контура с током:

$$\vec{P}_m = I \cdot \vec{S},$$

где I – сила тока в контуре; S – площадь контура; вектор \vec{S} численно равен площади S контура и совпадает по направлению с вектором нормали к плоскости контура.

- Механический (вращательный) момент, действующий на контур с током, помещенный в однородное магнитное поле:

$$\vec{M} = [\vec{P}_m, \vec{B}],$$

или

$$M = P_m B \sin\alpha,$$

где α – угол между векторами \vec{P}_m и \vec{B} .

- Сила Лоренца:

$$\vec{F} = q[\vec{v}, \vec{B}],$$

или

$$F = qvB \sin\alpha,$$

где \vec{v} – скорость заряженной частицы; α – угол между векторами \vec{v} и \vec{B} .

- Магнитный поток:

$$\Phi = BS \cos\alpha,$$

где S – площадь контура; α – угол между нормалью к плоскости контура.

- Работа по перемещению замкнутого контура в магнитном поле:

$$A = I\Delta\Phi.$$

- При вращении рамки в однородном магнитном поле с угловой скоростью $\omega = \text{const}$ в ней возникает переменная Э.Д.С. индукции:

$$\varepsilon_i = BS\omega \cdot \sin\omega t.$$

- Э.Д.С. самоиндукции:

$$\varepsilon = -L \frac{dI}{dt},$$

где L – индуктивность контура.

Индуктивность соленоида:

$$L = \frac{\mu\mu_0 N^2 S}{\ell},$$

где N – число витков соленоида; S – площадь его поперечного сечения; ℓ – длина соленоида.

- При размыкании мгновенное значение силы тока в цепи, обладающей сопротивлением R и индуктивностью L :

$$I = I_0 e^{-\frac{R}{L}t},$$

где I_0 – значение силы тока в цепи при $t=0$; t – время, прошедшее с момента размыкания цепи.

- При замыкании мгновенное значение силы тока в цепи, обладающей сопротивлением R и индуктивностью L :

$$I = I_0 \left(1 - e^{-\frac{R}{L}t}\right),$$

- Энергия магнитного поля:

$$W = \frac{L \cdot I^2}{2}$$

- Объемная плотность энергии магнитного поля:

$$\omega = \frac{1}{2} \frac{B^2}{\mu_0 \mu}.$$

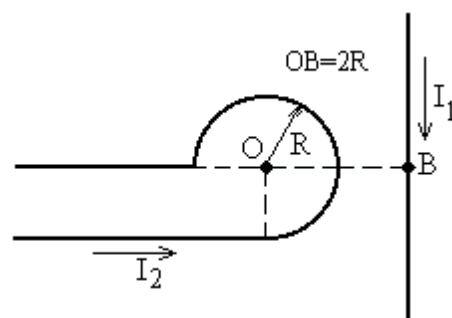
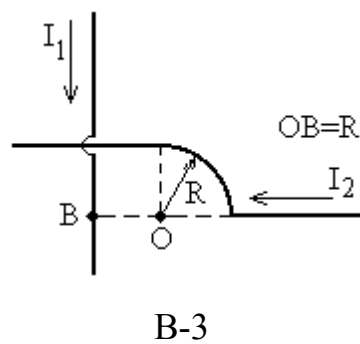
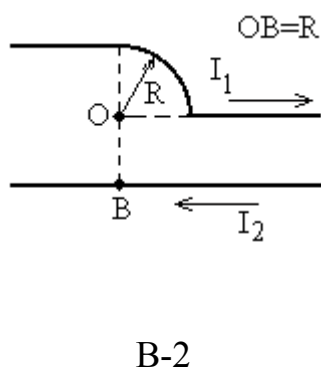
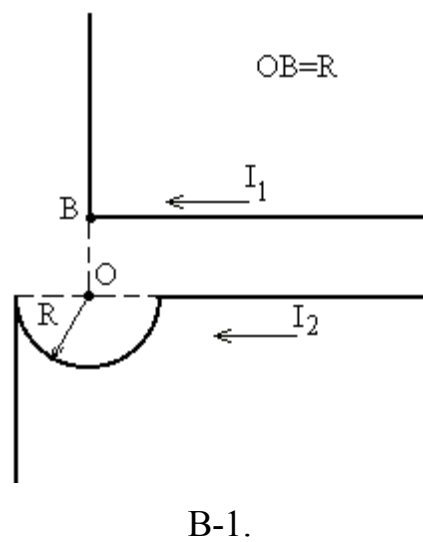
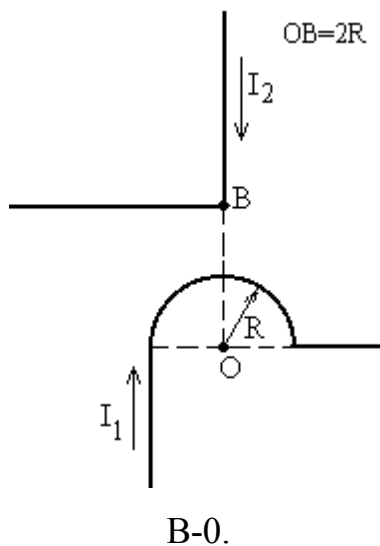
- Период T колебания в колебательном контуре:

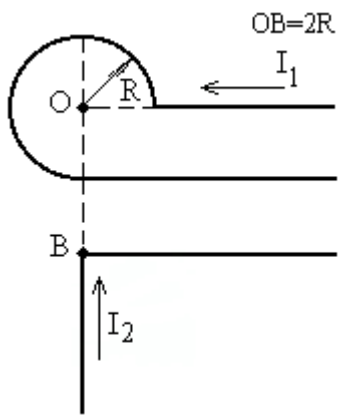
$$T = 2\pi\sqrt{LC},$$

где C – емкость.

4.2 Задачи по разделу «Электромагнетизм»

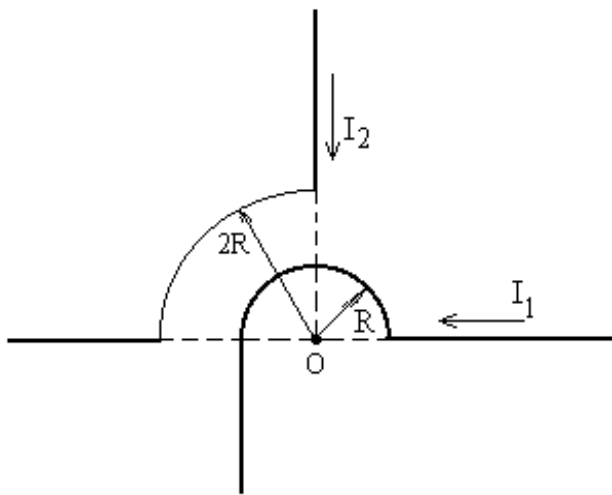
401. В плоскости расположены два бесконечных контура из тонкого провода, контурные токи равны I_1 и I_2 . Определить магнитную индукцию \vec{B} , создаваемую этими токами в точке O .



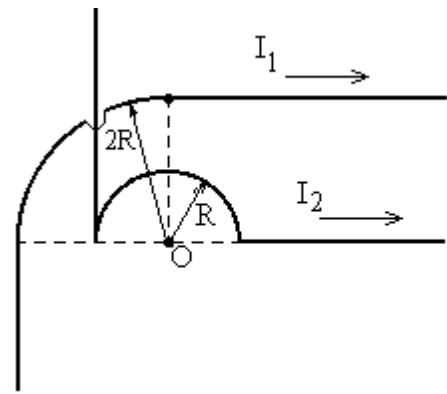


B-4

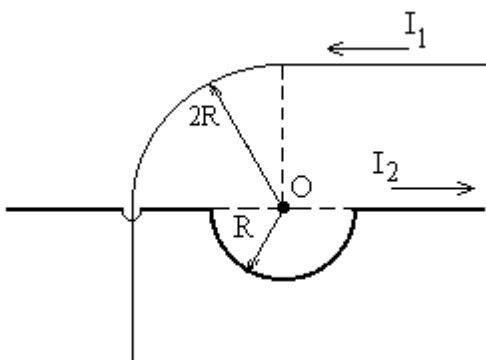
B-5



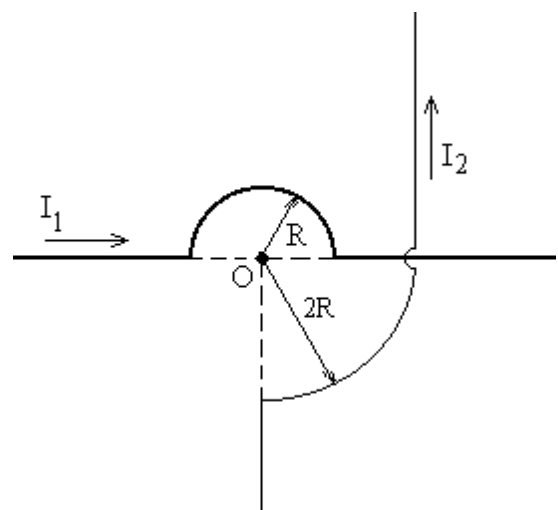
B-6.



B-7.



B-8.

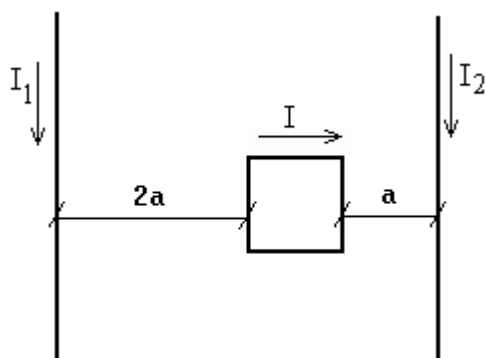


B-9.

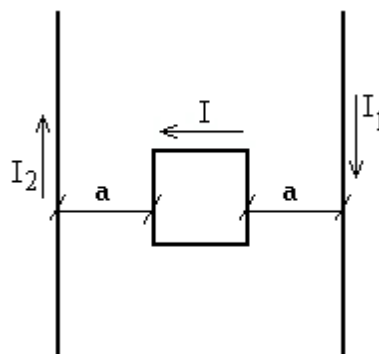
Номер рисунка совпадает с предпоследней цифрой шифра.

Значения величин	Последняя цифра шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
I_1 (в А)	10	20	10	20	20	40	25	40	40	20
I_2 (в А)	20	15	20	20	30	20	40	25	25	40
R (в см)	20	25	25	20	40	40	25	20	25	20

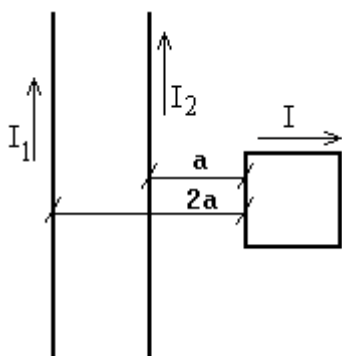
402. В плоскости расположены два бесконечных прямых проводника с токами I_1 и I_2 квадратная рамка с током I . Определить силу \vec{F} , действующую на рамку. Сторона рамки равна a .



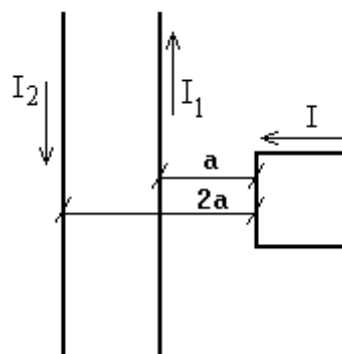
B-0.



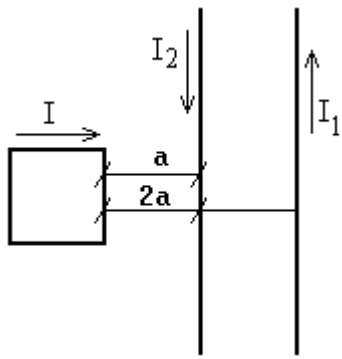
B-1.



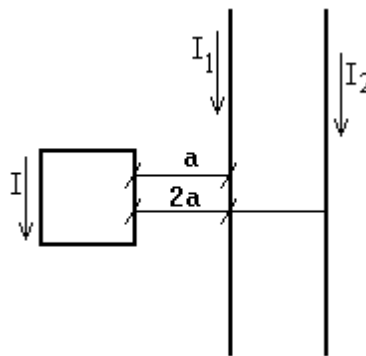
B-2.



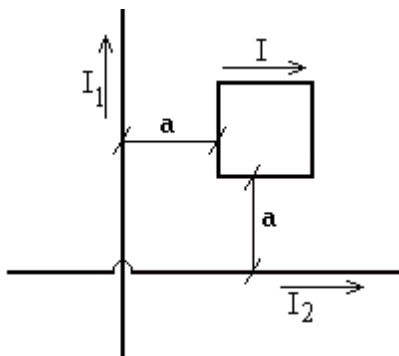
B-3.



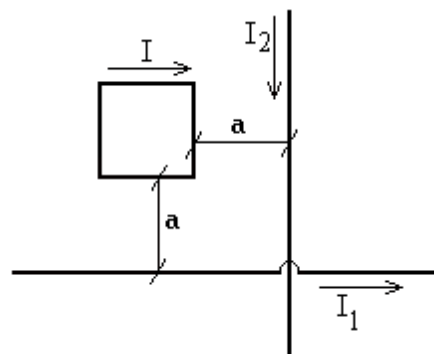
B-4.



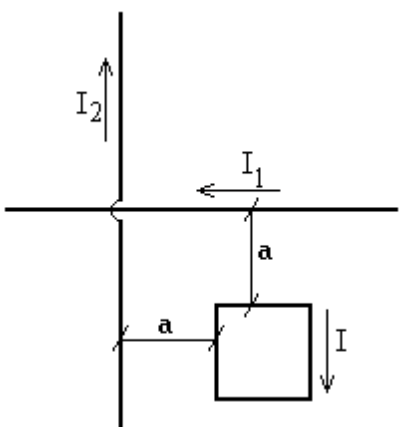
B-5.



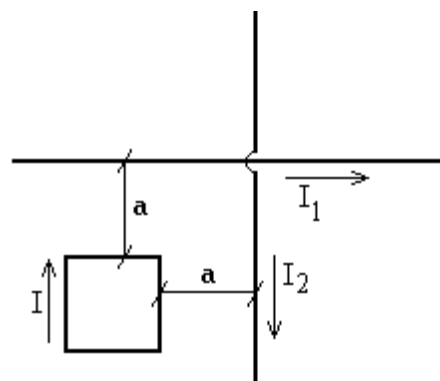
B-6.



B-7.



B-8.



B-9.

Номер рисунка совпадает с предпоследней цифрой шифра.

Значения	Последняя цифра шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
I_1 (в А)	40	40	40	20	30	20	20	30	10	10
I_2 (в А)	20	20	30	40	10	30	10	10	30	20
I (в А)	10	20	10	20	15	20	10	15	10	15

403. Ион, имеющий массу m и заряд q , влетает в однородное магнитное поле под углом α к вектору \vec{B} . Величина скорости иона \vec{v} указана в таблице 1. Определить радиус R и шаг h винтовой линии, по которой будет двигаться ион. Найти период обращения T иона, изобразить примерную траекторию движения иона. Как меняется со временем кинетическая энергия $E_{\text{кин}}$ и импульс \vec{p} иона?

Таблица 1.

Значения величин	Предпоследняя цифра шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
\vec{v} (в $\frac{\text{км}}{\text{с}}$)	1.6	0.8	1.8	1.0	1.2	1.8	2.0	1.4	1.0	1.8
q	+2e	-e	-2e	+e	+e	-2e	+2e	+e	-e	+2e

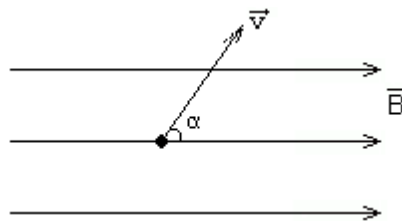
e- заряд электрона, равный $1.6 \cdot 10^{-19}$ Кл.

Таблица 2

Значения величин	Последняя цифра шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
m (а.е.м.)	16	17	18	19	22	23	12	13	14	15
α (град)	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75
\vec{B} (в мТл)	5	5.5	6	6	7	7.5	4	4	4.5	4.5

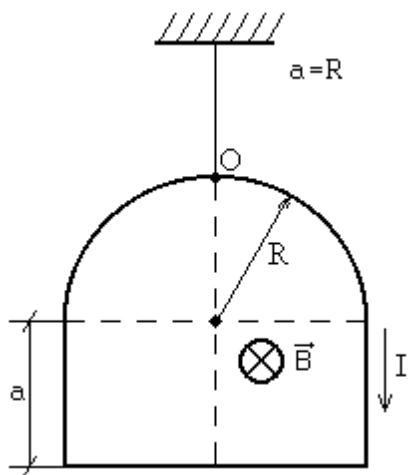
1а.е.м.-атомная единица массы, равная $1.66 \cdot 10^{-27}$ кг.

Рисунок к задаче 403.

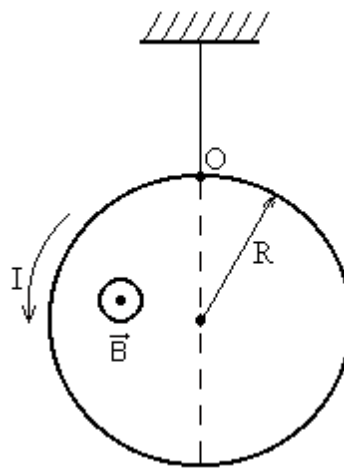


404. Плоская рамка, форма которой показана на рисунке, подвешена на нити в точке O в вертикальной плоскости. Рамка помещается в горизонтальное однородное магнитное поле с индукцией B . По рамке пропускается ток I и она свободно устанавливается в магнитном поле. Найти период малых колебаний рамки вокруг вертикальной оси, проходящей через точку O и центр тяжести рамки. Масса рамки равна m . Упругими свойствами нити пренебречь. Момент инерции кольца

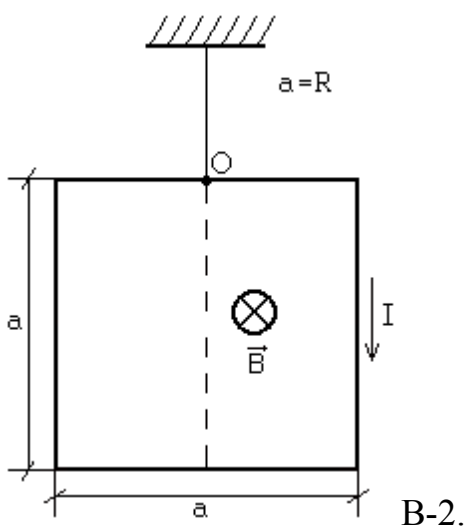
относительно оси, лежащей в его плоскости и проходящей через его центр, равен $J_k = \frac{mR^2}{2}$. Расчет моментов инерции остальных элементов рамок см. в разделе «Динамика вращательного движения».



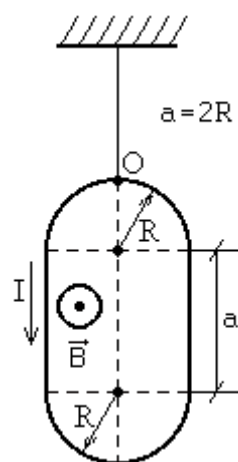
B-0.



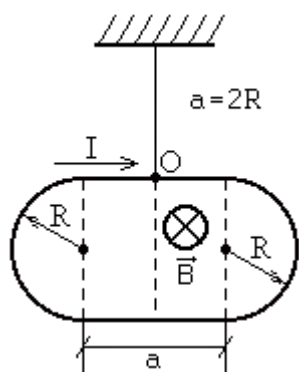
B-1.



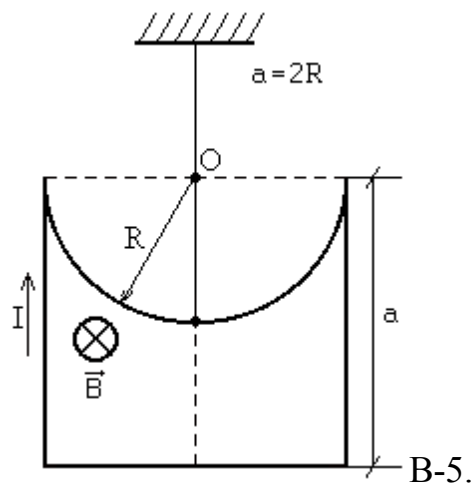
B-2.



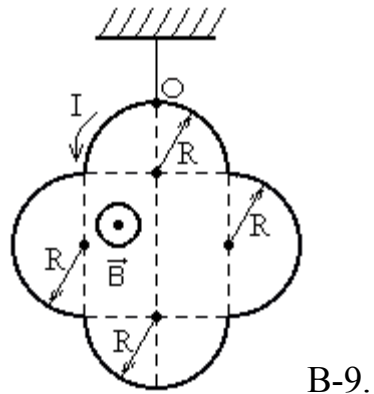
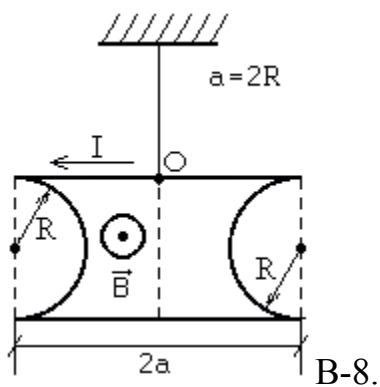
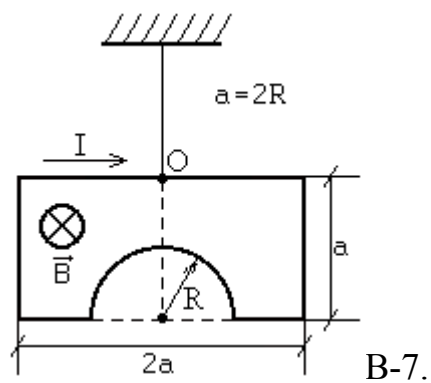
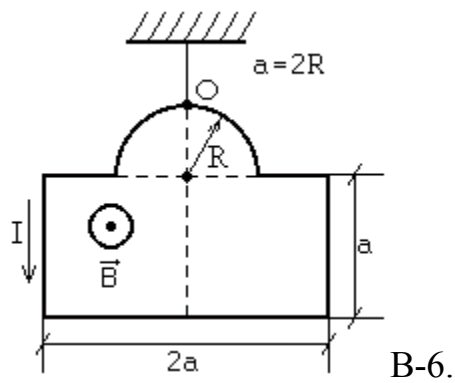
B-3.



B-4.



B-5.



⊗ – вектор \vec{B} направлен от нас.

⊙ – вектор \vec{B} направлен к нам.

Номер рисунка совпадает с предпоследней цифрой шифра.

Значения величин	Последняя цифра шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
I (в А)	3	4	2	2	4	3	5	3	2	3
B (в мТл)	4	6	8	10	8	6	10	8	6	10
m (в Г)	2	3	4	5	3	4	2	3	4	4

405. Определить магнитный поток, проходящий через квадратную рамку.

Сторона которой a .

B-0.

B-1.

B-2.

B-3.

B-4.

B-5.

В-6.

В-7.

В-8.

В-9.

Номер рисунка совпадает с предпоследней цифрой шифра.

Значения	Последняя цифра шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
величин	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
I_1 (в А)	40	40	40	20	30	20	20	30	10	10
I_2 (в А)	20	20	30	40	10	30	10	10	30	20
R (в см)	10	20	10	20	15	20	10	15	10	15

406. Прямоугольная рамка площадью S , содержащая N витков, вращается с постоянной угловой скоростью ω относительно оси, лежащей в плоскости рамки перпендикулярно линиям индукции (в начальный момент времени плоскость рамки также перпендикулярна линиям индукции). Закон изменения индукции от времени $B(t)$ задан таблицей 1. Найти мгновенное значение э.д.с. рамки в момент времени t_1 , соответствующий $B=0$.

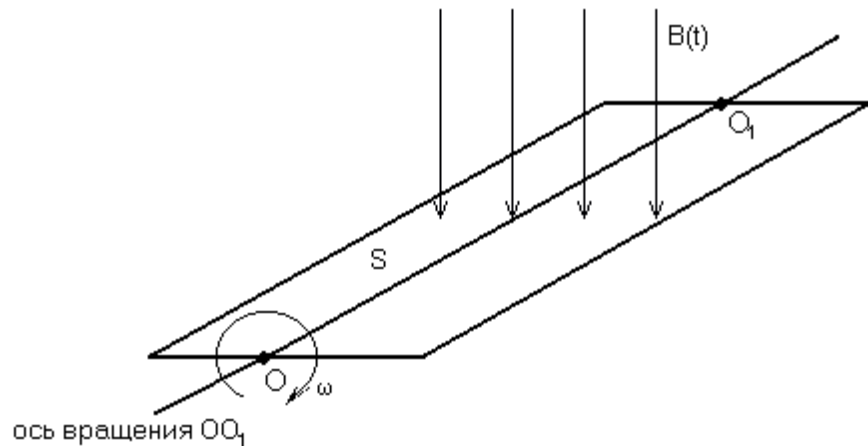


Таблица 1.

Предпоследняя цифра шифра.	$B(t)$ (в Тл)
0	$0.2 \cdot (1 - 0.2 \cdot t)$
1	$0.2 \cdot (1 - 0.04 \cdot t^2)$
2	$0.5 \cdot (1 - 0.25 \cdot t)$
3	$0.5 \cdot (1 - 0.1 \cdot t)$
4	$0.5 \cdot (1 - 0.25 \cdot t^2)$
5	$0.4 \cdot (1 - 0.5 \cdot t)$
6	$0.4 \cdot (1 - 0.4 \cdot t)$
7	$0.4 \cdot (1 - 0.4 \cdot t^2)$
8	$0.3 \cdot (1 - 0.4 \cdot t)$
9	$0.3 \cdot (1 - 0.2 \cdot t^2)$

Таблица 2.

Значения величин	Последняя цифра шифра.									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
N	1000	800	600	500	700	900	700	800	600	500
S (в см ²)	200	220	240	260	280	300	320	340	360	380
ω (в $\frac{\text{рад}}{\text{с}}$)	60	50	55	65	70	65	50	55	60	70

407. Электрическая цепь состоит из источника э.д.с. ε с внутренним сопротивлением r и индуктивности L . В момент времени $t=0$ с помощью рубильника в цепь мгновенно вводится сопротивление R . Определить мгновенное значение тока в цепи $i(t)$ и построить график зависимости $i(t)$. Произойдет ли пробой изоляции витков индуктивности, если число витков равно N , а напряжение пробоя равно $U_{\text{пр}}$?

$$\varepsilon \cdot \frac{R}{r} \geq N \cdot U_{\text{пр}} \quad (\text{условие пробоя})$$

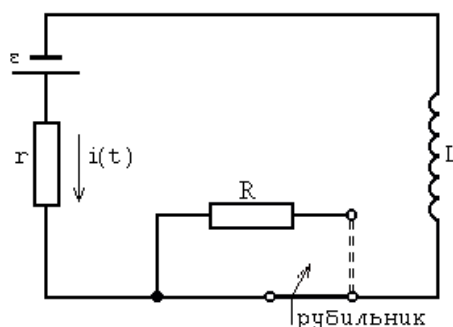


Таблица 1.

Значения величин	Предпоследняя цифра шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ε (в В)	10	12	8	15	14	16	18	10	9	12
r (в Ом)	5	6	5	6	7	8	9	4	5	5

Таблица 2.

Значения величин	Последняя цифра шифра.									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
L (в Гн)	0.2	0.25	0.22	0.26	0.3	0.28	0.24	0.22	0.25	0.3
R (в МОм)	1.0	1.5	2.0	2.5	3	2.8	2.6	2.4	2.2	2.3
N	900	1300	1200	2400	1800	1800	2000	2500	1000	1500
$U_{\text{пр}}$ (в кВ)	2.0	2.5	2.2	2.8	3.0	2.8	3.0	2.5	3.5	2.8

408. Катушка (без сердечника) длиной ℓ и с площадью поперечного сечения S_1 имеет N плотно навитых витков. Катушка соединена параллельно с конденсатором, состоящим из двух пластин площадью S_2 каждая, расстояние

между пластинами равно d . Диэлектрик- воздух. Максимальное напряжение на пластинах конденсатора равно U_{\max} и соответствует времени $t=0$.

- 1) Определить период колебаний в контуре (сопротивлением контура пренебречь).
- 2) На какую длину электромагнитной волны λ резонирует контур?
- 3) Найти мгновенный ток $i(t)$ в контуре.
- 4) Определить максимальное значение объемной плотности энергии W_m магнитного поля катушки.
- 5) Зная W_m , найти максимальное значение объемной плотности энергии W_e электрического поля конденсатора.

Таблица 1.

Значения величин	Предпоследняя цифра шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
S_1 (в см^2)	3	3.5	4	4.5	5	4.8	4.6	4.4	4.2	4
S_2 (в см^2)	90	85	80	75	70	75	80	85	90	85

Таблица 2.

Значения величин	Последняя цифра шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
l (в см)	70	68	66	64	62	60	58	56	54	52
d (в мм)	4	4.2	4.4	4.6	4.8	5.0	5.2	5.4	5.6	5.8
N	800	850	900	950	1000	950	900	850	800	750
U_{\max} (в В)	10	15	20	25	30	25	20	15	10	15

5 ОПТИКА

5.1 Основные формулы

- Скорость света в среде.

$$v = c / n,$$

где c - скорость света в вакууме; n - показатель преломления среды.

- Оптическая длина пути световой волны.

$$L = n\ell,$$

где ℓ - геометрическая длина пути световой волны в среде с показателем преломления n .

- Оптическая разность хода двух световых волн:

$$\Delta = L_1 - L_0$$

- Зависимость разности фаз от оптической разности хода световых волн:

$$\Delta_\varphi = 2\pi \frac{\Delta}{\lambda},$$

где λ - длина световой волны.

- Условие максимального усиления света при интерференции:

$$\Delta = \pm k\lambda (k = 0, 1, 2, \dots).$$

- Условие максимального ослабления света:

$$\Delta = \pm(2k + 1)\lambda / 2.$$

- Оптическая разность хода световых волн, возникающая при отражении монохроматического света от тонкой пленки:

$$\Delta = 2d\sqrt{n^2 - \sin^2 i_1} + \lambda / 2$$

или

$$\Delta = 2dn\cos i_2 + \lambda / 2,$$

где d - толщина пленки; n - показатель преломления пленки; i_1 - угол падения; i_2 - угол преломления света в пленке.

- Угол φ отклонения лучей, соответствующий максимуму (светлая полоса) при дифракции на одной щели из условия.

$$a \sin \varphi = (2k + 1)\lambda / 2 (k = 0, 1, 2, 3 \dots),$$

где a - ширина щели; k - порядковый номер максимума.

- Угол φ отклонения лучей, соответствующий максимуму (световая полоса) при дифракции света на дифракционной решетке, определяется из условия

$$d \sin \varphi = \pm k\lambda (k = 0, 1, 2, 3 \dots),$$

где d - период дифракционной решетки:

- Разрешающая способность дифракционной решетки:

$$R = \lambda / \Delta\lambda = kN,$$

где $\Delta\lambda$ - наименьшая разность длин волн двух соседних спектральных линий (λ и $\lambda+\Delta\lambda$), при которой эти линии могут быть видны отдельно в спектре, полученном посредством длинной решетки; N - полное число щелей решетки.

- Формула Вульфа - Брэггов:

$$2d \sin\theta = k\lambda,$$

где θ - угол скольжения (угол между направлением параллельного пучка рентгеновского излучения, падающего на кристалл, и атомной плоскостью в кристалле; d - расстояние между атомными плоскостями кристалла).

- Закон Брюстера:

$$\operatorname{tg} i_1 = n_2,$$

где i_1 - угол падения, при котором отразившийся от диэлектрика луч полностью поляризован; n_2 - относительный показатель преломления второй среды относительно первой.

- Закон Малюса:

$$I = I_0 \cos^2 \alpha,$$

где I_0 - интенсивность плоскополяризованного света, падающего на анализатор; I - интенсивность этого света после анализатора; α - угол между направлением колебаний электрического вектора света, падающего на анализатор, и плоскостью пропускания анализатора (если колебания электрического вектора падающего света совпадают с этой плоскостью то анализатор пропускает данный свет без ослабления).

- Угол поворота плоскости поляризации монохроматического света при прохождении через оптически активное вещество:

а) $\varphi = \alpha d$ (в твердых телах),

где α - постоянная вращения; d - длина пути, пройденного светом в оптически активном веществе;

б) $\varphi = [\alpha] \rho d$ (в растворах).

где $[\alpha]$ - удельное вращение; ρ - массовая концентрация активного вещества в растворе.

- Релятивистская масса:

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \beta^2}},$$

где m_0 - масса покоя частицы; v - ее скорость; c - скорость света в вакууме; β - скорость частицы, выраженная в долях скорости света ($\beta = v/c$).

- Возможность массы и энергии релятивистской частицы.

$$E = mc^2,$$

$$E = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \beta^2}} = \frac{E_0}{\sqrt{1 - \beta^2}},$$

или

где $E_0 = m_0 c^2$ - энергия покоя частицы.

- Полная энергия свободной частицы:

$$E = E_0 + T.$$

где T - кинетическая энергия релятивистской частицы:

- Кинетическая энергия релятивистской частицы:

$$T = (m - m_0)c^2, \text{ или } T = E_0 \left(\frac{1}{\sqrt{1 - \beta^2}} - 1 \right).$$

- Импульс релятивистской частицы:

$$p = \frac{m_0 v}{\sqrt{1 - (v/c)^2}}, \text{ или } p = m_0 c \frac{\beta}{\sqrt{1 - \beta^2}}.$$

- Связь между полной энергией и импульсом релятивистской частицы:

$$E^2 = E_0^2 + (pc)^2.$$

- Закон Стефана-Больцмана:

$$R_0 = \sigma T^4,$$

где R_0 - энергетическая светимость (излучательность) абсолютно черного тела; σ - постоянная Стефана-Больцмана; T - термодинамическая температура Кельвина.

- Закон смещения Вина.

$$\lambda_m = b/T,$$

где λ_m - длина волны, на которую приходится максимум энергии излучения; b - постоянная Вина.

- Энергия фотона:

$$\varepsilon = h\nu, \text{ или } \varepsilon = h\omega,$$

где h - постоянная Планка, деленная на 2π ; ν - частота фотона; ω - циклическая частота.

- Масса фотона:

$$m = \varepsilon/c^2 = h/(c\lambda),$$

- Импульс фотона:

$$p = mc = h/\lambda.$$

- Формула Эйнштейна для фотоэффекта:

$$h\nu = A + T_{\max} = A + mv_{\max}^2 / 2,$$

где $h\nu$ - энергия фотона, падающего на поверхность металла; A - работа выхода электрона; T_{\max} - максимальная кинетическая энергия фотоэлектрона

- Формула Комптона.

$$\Delta\lambda = \lambda' - \lambda = \frac{h}{m_0 c} (1 - \cos\Theta),$$

или

$$\Delta\lambda = \lambda' - \lambda = 2 \frac{h}{m_0 c} \sin^2 \frac{\Theta}{2},$$

где λ - длина волны фотона, встретившегося со свободным или слабо связанным электроном; λ' - длина волны фотона, рассеявшего на угол Θ после столкновения с электроном; m_0 - масса покоящегося электрона.

- Комптоновская длина волны:

$$\Lambda = \frac{\hbar}{m_0 c}$$

$$(\Lambda = 2,436 \text{ пм}).$$

- Давление света при нормальном падении на поверхность:

$$p = E_e (1 + \rho) / c = \omega (1 + \rho)$$

где E_e - энергетическая освещенность (облученность); ω - объемная плотность энергии излучения; ρ - коэффициент отражения.

5.2. Задачи по разделу «Оптика»

501. В опыте Юнга точечные синфазные когерентные источники света с длиной волны λ имеют на экране интенсивности I_1 и I_2 по отдельности. Расстояние между источниками равно d , расстояние от источников до экрана L . Чему равна интенсивность света в точке А? В каких точках экрана интенсивность света будет максимальной I_{\max} ? Найти значение I_{\max} . Определить расстояние между соседними максимумами. Чему равна интенсивность света в точке А, если источники будут некогерентными?

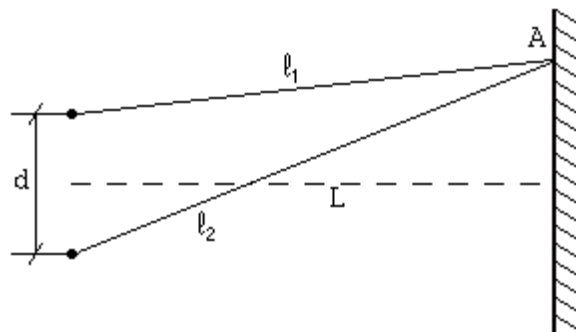


Таблица 1.

Значение величин	Предпоследняя цифра шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
I_1	I_0	I_0	$1.2I_0$	$1.5I_0$	$2I_0$	I_0	$1.2I_0$	$1.8I_0$	$1.5I_0$	I_0
I_2	$1.2I_0$	$0.8I_0$	I_0	I_0	I_0	$2I_0$	$1.8I_0$	$1.2I_0$	$1.5I_0$	I_0

Таблица 2.

Значение величин	Последняя цифра шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
λ (в 10^{-9} м)	600	620	640	660	640	620	600	580	560	540
$l_2 - l_1$ (в λ)	5.2	607	8.1	9.8	10.4	11.75	12.3	13.6	14.15	15.25
L (в м)	3	3.2	3.5	4	4.5	4.0	3.5	3.3	3.0	3.0
d (в мм)	0.05	0.04	0.06	0.07	0.08	0.07	0.09	0.06	0.07	0.08

503. Свет от точечного источника естественного света падает на тонкую мыльную пенку ($n=1,3$). Наблюдение интерференционной картины в отраженном свете ведется под углом φ к поверхности пленки. При какой толщине d в отраженном свете будет преобладать цвет, указанный в таблице 2. Какой цвет будет преобладать в проходящем свете?

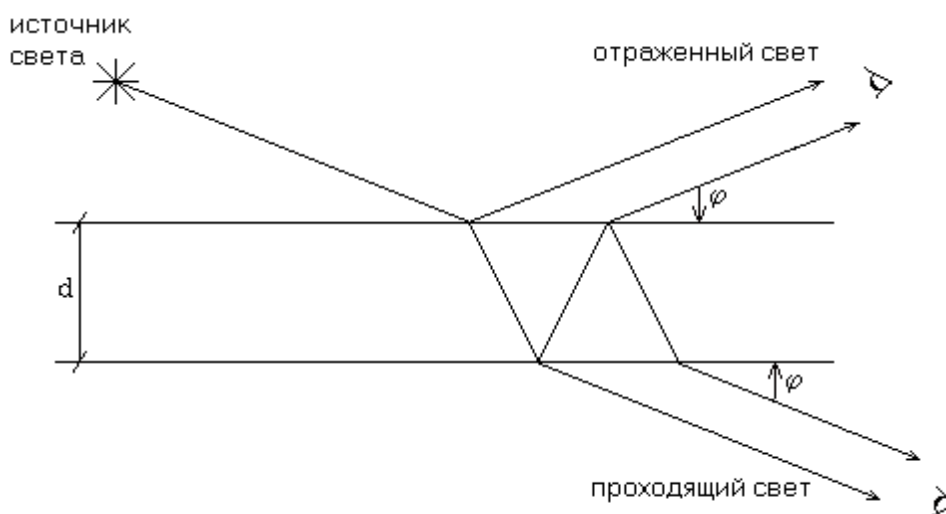


Таблица 1.

Значение величин	Предпоследняя цифра шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
φ (в град)	60	57	54	51	48	45	42	39	36	33

Таблица 2.

Значение величин	Последняя цифра шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Цвет	красный	желтый	зеленый	синий	зеленый	красный	синий	желтый	красный	зеленый

503. На дифракционную решетку длиной ℓ и периодом d падает нормально два монохроматических излучения с длинами волн λ_1 и λ_2 . Дифракционная картина наблюдается на экране расположенном в фокальной плоскости собирающей линзы, находящейся за решеткой, расстояние между экраном и линзой равно L . Определить полное число дифракционных максимумов для волн λ_1 и λ_2 . Найти расстояние X_{12} на экране между первым максимумом для волны λ_1 и вторым максимумом для волны λ_2 . Сможет ли решетка разрешить линии λ_1 и λ_2 в спектре первого порядка? Если нет, то в спектре какого порядка возможно разрешение?

Таблица 1.

Значение величин	Предпоследняя цифра шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ℓ (в мм)	10.0	13.75	18.0	16.25	14.0	18.75	24.0	21.25	18.0	20.0
d (в 10^{-6} м)	5	5.5	6	6.5	7	7.5	8	8.5	9	10

Таблица 2.

Значения величин	Последняя цифра шифра.									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
L (в м)	1	1.2	1.5	1.5	1.2	1.0	1.2	1.2	1.5	1.5
λ_1 (в 10^{-9} м)	600	600	620	650	600	620	600	610	600	600
λ_2 (в 10^{-9} м)	601	600.2	620.5	650.2	600.2	620.5	600.1	609.8	599.8	599.5

504. Между скрещенными поляризаторами света находится оптически

активное вещество в виде пластинки длиной ℓ , постоянная вращения вещества равна α . Вращение плоскости поляризации в веществе происходит по часовой стрелке в направлении распространения луча. Чему равна интенсивность света I_2 на выходе второго поляризатора, если на первый поляризатор падает нормально естественный свет с интенсивностью I_0 ? Учтеть дополнительное поглощение света в веществе, происходящее по закону Бугера (коэффициент поглощения равен β). На какой угол φ_2 и в каком направлении надо повернуть второй поляризатор, чтобы интенсивность света на его выходе равнялась нулю?

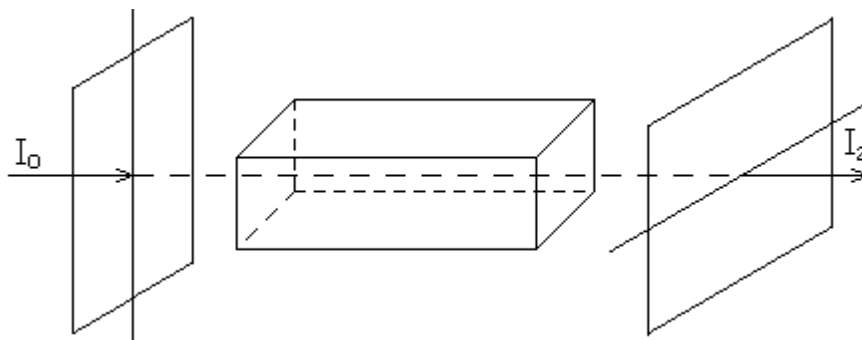


Таблица 1.

Значение величин	Предпоследняя цифра шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
α (в $\frac{\text{град}}{\text{мм}}$)	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38

Таблица 2

Значение величин	Последняя цифра шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ℓ (в мм)	4	3.8	3.6	3.4	3.2	3	2.8	2.6	2.4	2.2
β (в $\frac{1}{\text{мм}}$)	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.1	0.12	0.14	0.16	0.18

505. Степень черноты поверхности вещества равна a_T . Какая энергия излучается с площади S поверхности за время τ , если температура поверхности равна t °C? Чему равна температура поверхности абсолютно черного тела такой же площади, излучающей за время τ такую же энергию? На какую длину волны приходится максимум спектральной плотности

энергетической светимости этого черного тела?

Таблица 1.

Значение величин	Предпоследняя цифра шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
a_T	0.75	0.8	0.75	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50	0.55	0.4
t °C	500	600	700	800	900	1000	950	850	750	650

Таблица 2

Значение величин	Последняя цифра шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
τ (в мин)	2	3	1.5	2.5	3.5	4	4.5	3.5	3	2.5
S (в см ²)	50	60	40	70	80	50	90	40	30	50

506. На поверхность металла падает монохроматическое излучение с длиной волны λ_1 (значение работы выхода A приведено в таблице 1). Найти максимальную скорость v_{\max} фотоэлектронов и задерживающую разность потенциалов U_3 . Решить задачу для излучения с длиной волны λ_2 .

Таблица 1

Значение величин	Предпоследняя цифра шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
A (в эВ)	2.2	2.3	2.5	4.0	4.7	4	2.2	2.3	2.5	4.7

Таблица 2

Значение величин	Последняя цифра шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
λ_1 (в 10^{-6} м)	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14
λ_2 (в 10^{-12} м)	2.5	2.2	2.0	1.8	1.6	1.8	2.0	2.1	2.3	2.5

507. В эффекте Комптона фотон с энергией ϵ_1 рассеялся на свободном электроне под углом Θ . Принимая, что кинетическая энергия и импульс электрона до соударения с фотоном были пренебрежимо малы, определить:

- 1) энергию ϵ_2 , импульс p_2 и массу m_2 рассеянного фотона.
- 2) кинетическую энергию T и импульс p электрона отдачи.
- 3) угол отдачи φ между импульсом \vec{p}_1 падающего фотона и импульсом \vec{p} электрона.

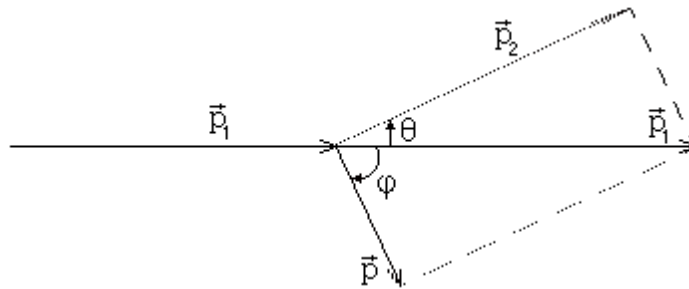


Таблица 1

Значение величин	Предпоследняя цифра шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ϵ_1 (в МэВ)	0.2	0.22	0.24	0.26	0.27	0.3	0.32	0.34	0.36	0.38

Таблица 2

Значение величин	Последняя цифра шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Θ (в град)	60	55	50	50	45	40	40	35	35	30

508. Пучок монохроматического света с длиной волны λ падает нормально на поверхность с коэффициентом отражения ρ . Поток энергии равен Φ . Определить давление p , производимое светом на поверхность, если ее площадь равна S . Найти также концентрацию n фотонов в пучке и число фотонов n_1 , падающих за 1 сек. на поверхность.

Таблица 1

Значение величин	Предпоследняя цифра шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
λ (в 10-9м)	500	550	600	650	600	575	550	525	500	550
ρ	0.5	0.55	0.6	0.65	0.6	0.55	0.50	0.45	0.40	0.35

Таблица 2

Значение величин	Последняя цифра шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Φ (в Вт)	0.9	0.85	0.8	0.75	0.7	0.65	0.60	0.65	0.7	0.75
S (в см2)	100	150	200	250	300	350	300	350	250	150

6. ФИЗИКА АТОМОВ И АТОМНОГО ЯДРА

6.1 Основные формулы

Боровская теория.

- Момент импульса электрона (второй постулат Бора):

$$L_n = \hbar n,$$

или

$$m v_n r_n = \hbar n$$

где m - масса электрона; v_n - скорость электрона на n -й орбите; r_n - радиус n -й стационарной орбиты; \hbar - постоянная Планка деленная на 2π ; n - главное квантовое число ($n = 1, 2, \dots$).

- Радиус n -й стационарной орбиты:

$$r_n = a_0 n^2,$$

где a_0 - радиус Бора.

- Энергия электрона в атоме водорода:

$$E_n = E_i / n^2,$$

где E_i - энергия ионизации атома водорода.

- Энергия, излучаемая или поглощаемая атомом водорода:

$$\varepsilon = \hbar \omega = E_n - E_m$$

или

$$\varepsilon = E_i \left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2} \right),$$

где m и n - квантовые числа, соответствующие энергетическим уровням, между которыми, переход электрона в атоме.

- Спектроскопическое волновое число:

$$\nu = 1/\lambda = R \left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2} \right),$$

где λ - длина волны излучения или поглощения атомом; R - постоянная Ридберга.

- Волновые свойства частиц.
- Длина волны Де-Бройля:

$$\lambda = 2\pi \hbar / p,$$

где p - импульс частицы.

где m_0 - масса покоя частицы; m - релятивистская масса; v - скорость частицы; c - скорость света в вакууме; E_0 - энергия покоя частицы ($E_0 = m_0 c^2$).

- Соотношение неопределенностей:

$$\Delta p_x \Delta x \geq \hbar \text{(для координаты и импульса);}$$

где Δp_x – неопределенность проекции импульса на ось x ; Δx – неопределенность координаты;

б) $\Delta E \Delta t \geq \hbar$ (для энергии и времени),

где ΔE – неопределенность энергии; Δt – время жизни квантовой системы в данном энергетическом состоянии.

- Одномерное уравнение Шредингера для стационарных состояний:

$$\frac{d^2 \psi}{dx^2} + \frac{2m}{\hbar^2} (E - U) \psi(x) = 0,$$

где $\psi(x)$ – волновая функция, описывающая состояние частицы; m – масса частицы; E – полная энергия; $U = U(x)$ – потенциальная энергия частицы.

- Плотность вероятности:

$$\frac{d\omega(x)}{dx} = [\psi(x)]^2,$$

где $d\omega(x)$ – вероятность того, что частица может быть обнаружена вблизи точки с координатой x на участке dx .

- Вероятность обнаружения частицы в интервале от x_1 до x_2 :

$$\omega = \int_{x_1}^{x_2} [\psi(x)]^2 dx.$$

- Решение уравнения Шредингера для одномерного, бесконечно глубокого, прямоугольного потенциального ящика:

а) $\psi_n(x) = \sqrt{\frac{2}{\ell}} \sin \frac{\pi n}{\ell} x$ (собственная нормированная волновая функция);

б) $E_n = \frac{\pi^2 \hbar^2 n^2}{2m\ell^2}$ (собственное значение энергии),

где n – квантовое число ($n = 1, 2, 3, \dots$); ℓ – ширина ящика.

- Молярный объем кристалла:

$$V_m = M / \rho,$$

где M – молярная масса; ρ – плотность кристалла.

- Объем элементарной ячейки для решетки кубической сингонии:

$$V_{эл} = a^3,$$

где a – параметр решетки.

- Число элементарных ячеек в одном моле кристалла:

$$Z_m = V_m / V_{эл};$$

если кристалл состоит из одинаковых атомов, то

$$Z_m = N_A / n,$$

где n – число одинаковых атомов, приходящих на элементарную ячейку; N_A – постоянная Авогадро.

- Отношение числа элементарных ячеек к объему кристалла:

$$Z = Z_m / V_m;$$

если кристалл состоит из одинаковых атомов, то

$$Z = \rho N_A / (nM).$$

- Параметр кубической решетки из одинаковых атомов:

$$a = \sqrt[3]{nM / (\rho N_A)}.$$

- Расстояние между соседними атомами в кубической решетке:

а) $d = a / \sqrt{2}$ (гранецентрированной);

б) $d = (\sqrt{3}/2) a$ (объемно -центрированной).

- Полупроводники

Удельная проводимость собственных полупроводников:

$$\gamma = en(b_n + b_p),$$

где e - элементарный заряд; n - концентрация носителей заряда (электронов и дырок); b_n и b_p - подвижности электронов и дырок.

- Напряжение на гранях прямоугольного образца при эффекте Холла, холловская разность потенциалов:

$$U_H = R_H V j a,$$

где R_H - постоянная Холла; V - магнитная индукция; j - плотность тока; a - ширина пластины(образца).

- Постоянная Холла для полупроводников типа алмаз, германий, кремний и др., обладающих носителями заряда одного вида(n или p):

$$R_H = 3\pi / (8en),$$

где n - концентрация носителей заряда.

- Атомное ядро. Радиоактивность.
- Массовое число ядра (число нуклонов в ядре):

$$A = Z + N,$$

где Z - зарядное число (число протонов); N - число нейтронов.

- Закон радиоактивного распада:

$$dN = -\lambda N dt,$$

или

$$N = N_0 e^{-\lambda t},$$

где dN - число ядер, распадающихся за интервал времени dt ; N - число ядер, нераспавшихся к моменту времени t ; N_0 - число ядер в начальный момент ($t=0$); λ - постоянная радиоактивного распада.

- Число ядер, распавшихся за время t :

$$\Delta N = N_0 - N = N_0 (1 - e^{-\lambda t}).$$

В случае если интервал времени Δt , за который определяется число распавшихся ядер, много меньше периода полураспада $T_{1/2}$, то число распавшихся ядер можно определить по формуле

$$\Delta N = \lambda N \Delta t.$$

- Зависимость периода полураспада от постоянной радиоактивного распада:

$$T_{1/2} = \ln 2 / \lambda = 0,693 / \lambda.$$

- Среднее время τ жизни радиоактивного ядра, т.е. интервал времени, за который число нераспавшихся ядер уменьшается в e раз:

$$\tau = 1/\lambda.$$

- Число N атомов, содержащихся в радиоактивном изотопе:

$$N = mN_A/M,$$

где m - масса изотопа; M - молярная масса; N_A - постоянная Авогадро.

- Активность A радиоактивного изотопа:

$$A = -dN/dt = \lambda N$$

где dN - число ядер, распадающихся за интервал времени dt ; A_0 -активность изотопа в начальный момент времени.

- Дефект массы ядра:

$$\Delta m = Zm_p + (A - Z)m_n - m_{\text{я}},$$

где Z - зарядное число (число протонов в ядре); A - массовое число (число нуклонов в ядре); $(A-Z)$ - число нейтронов в ядре; m_p - масса протона; m_n - масса нейтрона; $m_{\text{я}}$ - масса ядра.

- Энергия связи ядра:

$$E_{\text{св}} = \Delta mc^2,$$

где Δm – дефект массы ядра; c - скорость света в вакууме.

6.2 Задачи по разделу «Физика атомов и атомного ядра»

601. Электрон, находящийся на n -ой орбите атома водорода, поглощает фотон и переходит на орбиту номером m .

Определить:

- 1) массу поглощенного фотона
- 2) период обращения и кинетическую энергию электрона на m -ой орбите
- 3) длину волны де Бройля для m -ой орбиты и ее с радиусом этой орбиты.

Таблица 1

Значение величин	Предпоследняя цифра шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
n	2	3	4	3	2	4	4	3	2	4

Таблица 2

Значение величин	Последняя цифра шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
m	7	6	5	5	7	6	5	7	6	5

602. При условиях задачи 1 электрон, испуская фотон, возвращается в основное состояние на первую орбиту.

- 1) Определить длину волны λ фотона.
- 2) Используя соотношение неопределенностей Гейзенберга для энергии - времени, определить естественную ширину $\Delta\lambda$ этой длины волны. Среднее время жизни электрона на n -ой орбите принять равным $\Delta\tau=10^{-8}$ с.
- 3) Найти импульс отдачи атома водорода при испускании фотона и оценить значение Δp его неопределенности.

603. Пучок электронов, прошедших ускоряющую разность потенциалов U , направляется на грань кристалла, расстояние между атомными плоскостями которого равно d . Кристалл поворачивают таким образом, что при некотором угле скольжения, равном Θ_1 , наблюдается максимальное отражение электронов, соответствующее дифракционному максимуму первого порядка. Используя формулу Вульфа-Брэгга, найти U .

Таблица 1

Значение величин	Предпоследняя цифра шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Θ_1 (в град.)	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48

Таблица 2

Значение величин	Последняя цифра шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
d (в 10^{-9} м)	0,3	0,29	0,28	0,27	0,26	0,25	0,24	0,23	0,22	0,21

Можно ли зарегистрировать дифракционную картину для параллельного пучка протонов, прошедших такую же разность потенциалов U ?

604. Точечный изотропный радиоактивный источник создает на расстоянии r в момент времени t_1 интенсивность γ -излучения I_1 , а в момент времени t_2 - интенсивность I_2 . Считая, что при каждом акте распада излучается один γ - квант с энергией ε , определить активности A_1 и A_2 в моменты времени t_1 и t_2 . Определить период полураспада $T_{1/2}$ и среднюю продолжительность жизни нуклида. Найти интенсивность излучения I_3 через 200 часов и первоначальное число не распавшихся атомов N_0 .

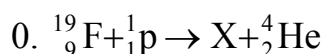
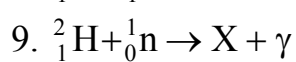
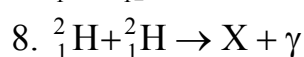
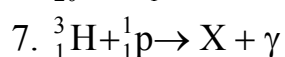
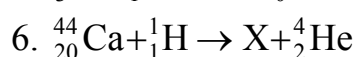
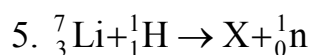
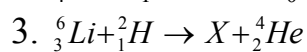
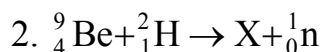
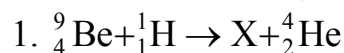
Таблица 1

Значение величин	Предпоследняя цифра шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
I_1 (в мВт/м ²)	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8
t_1 (в час)	1	1,5	2,0	2,5	3	3,5	4	4,5	5,0	5,5
r (в м)	0,50	0,48	0,46	0,44	0,42	0,40	0,38	0,36	0,34	0,32

Таблица 2

Значение величин	Последняя цифра шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$I_2(\text{в МВт/м}^2)$	0,05	0,07	0,09	0,11	0,13	0,15	0,17	0,19	0,21	0,23
$t_2(\text{в час})$	15	23	30	37	45	52	60	67	75	82
$\varepsilon(\text{в МэВ})$	1,30	1,25	1,20	1,22	1,26	1,32	1,34	1,36	1,40	1,38

605. Определить порядковый номер Z и массовое число A частицы, обозначенной буквой X , в символической записи ядерной реакции:



Найти энергию ядерной реакции, освобождается или поглощается энергия в реакции?

Номер условия определяется предпоследней цифрой шифра.

606. Электрон находится в бесконечно глубокой одномерной потенциальной яме шириной ℓ на n -ом энергетическом уровне. Определить:

1. собственное значение энергии E_n электрона;
2. вероятность обнаружения электрона в интервале от X_1 до X_2 ;
3. вероятность обнаружения электрона в интервале от X_1 до X_2 согласно классической механике;
4. оценить неопределенность импульса электрона Δp , исходя из соотношения неопределенностей Гейзенберга.

Таблица 1

Значение величин	Предпоследняя цифра шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ℓ (в 10^{-9}м)	0,1	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,25	0,50	0,55
n	3	2	1	2	3	1	2	1	3	2

Таблица 2

Значение величин	Последняя цифра шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$X_1(\text{в } \ell)$	2/3	1/3	0	1/4	0	1/2	1/4	3/4	1/3	1/0
$X_2(\text{в } \ell)$	1	2/3	1/3	1/2	1/4	1	3/4	1	1	2/3

607. Определить плотность ρ кристаллов; если известны постоянная α решетки и тип решетки:

1. Неон (при 20К), $\alpha=0,452\text{нм}$, кубическая гранецентр.
 2. Стронций, $\alpha=0,43\text{нм}$, кубическая гранецентр.
 3. Алюминий, $\alpha=0,404\text{нм}$, кубическая гранецентр.
 4. Вольфрам, $\alpha=0,316\text{нм}$, кубическая объемно-центр.
 5. Кальций, $\alpha=0,556\text{нм}$, кубическая гранецентр.
 6. Железо, $\alpha=0,287\text{нм}$, кубическая объемно-центр.
 7. Медь, $\alpha=0,362\text{нм}$, кубическая гранецентр.
 8. Барий, $\alpha=0,507\text{нм}$, кубическая объемно-центр.
 9. Золото, $\alpha=0,407\text{нм}$, кубическая гранецентр.
 0. Ванадий, $\alpha=0,303\text{нм}$, кубическая гранецентр.
- Найти расстояние d между ближайшими атомами.

Номер условия выбирается по последней цифре шифра.

608. Полупроводник (германий или кремний) в виде тонкой пластины ширины $\ell=1\text{см}$ и длиной L помещен в однородное магнитное поле с индукцией B (вектор магнитной индукции перпендикулярен плоскости пластины). К концам пластины (по направлению L) приложено постоянное напряжение U . Определить холловскую разность потенциалов U_H . Подвижности электронов и дырок заданы в таблице 1.

Таблица 1

Значение величин	Последняя цифра шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Полупроводник	Ge	Si	Ge	Si	Ge	Si	Ge	Si	Ge	Si
$\mu_n \left(\text{в } \frac{\text{м}^2}{\text{в} \cdot \text{с}} \right)$	36	0	36	0	36	0	36	0	36	0
$\mu_p \left(\text{в } \frac{\text{м}^2}{\text{в} \cdot \text{с}} \right)$	16	3,5	16	3,5	16	3,5	16	3,5	16	3,5

Таблица 2

Значение величин	Последняя цифра шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
L(в см)	10	9	8	7	6	6	7	8	9	10
B(Тл)	0,5	0,45	0,40	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60	0,65
U(B)	300	350	400	350	300	400	350	300	450	1,38

Библиографический список

Основная литература:

1. Трофимова, Т.И. Курс физики / Т.И. Трофимова. - М: Академия, 2007. - 560 с.

Дополнительная литература:

1. Физика в таблицах и формулах: учебное пособие. 4-е изд., испр.- М: Академия, 2010.- 448с.
2. Савельев И.В. Курс физики. 3 т.: - СПб: Лань.- Т.2.: 2007.- 480 с.
3. Трофимова, Т.И. Краткий курс физики / Т.И. Трофимова. - М: Высшая школа, 2006.- 352с.

Приложение А

Табличные значения

1. Фундаментальные физические константы

Физическая постоянная	Обозначение	Значение
Нормальное ускорение свободного падения	g	$9,81 \text{ м/с}^2$
Гравитационная постоянная	G	$6,67 \cdot 10^{-11} \text{ м}^3/(\text{кг} \cdot \text{с}^2)$
Постоянная Авогадро	N_A	$6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
Молярная газовая постоянная	R	$8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$
Постоянная Больцмана	k	$1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$
Элементарный заряд	e	$1,60 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
Скорость света в вакууме	c	$3,00 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
Постоянная Стефана-Больцмана	σ	$5,67 \cdot 10^{-8} \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}^4)$
Постоянная закона смещения Вина	b	$2,90 \cdot 10^{-3} \text{ м} \cdot \text{К}$
Постоянная Планка	h	$6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$
	\hbar	$1,05 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$
Постоянная Ридберга	R	$1,10 \cdot 10^7 \text{ м}^{-1}$
Радиус Бора	a_0	$0,529 \cdot 10^{-10} \text{ м}$
Комптоновская длина волны электрона	λ_K	$2,43 \cdot 10^{-12} \text{ м}$
Магнетон Бора	μ_B	$0,927 \cdot 10^{-23} \text{ А} \cdot \text{м}^2$
Энергия ионизации атома водорода	E_i	$2,18 \cdot 10^{-18} \text{ Дж} (13,6 \text{ эВ})$
Атомная единица массы	1 а. е. м.	$1,660 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
Электрическая постоянная	ϵ_0	$8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$
Магнитная постоянная	μ_0	$4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Гн/м}$

2. Некоторые астрономические величины

Наименование	Значение	Наименование	Значение
Радиус Земли	$6,37 \cdot 10^6 \text{ м}$	Расстояние от центра Земли до центра Солнца	$1,49 \cdot 10^{11} \text{ м}$
Масса Земли	$5,98 \cdot 10^{24} \text{ кг}$		
Радиус Солнца	$6,95 \cdot 10^8 \text{ м}$	Расстояние от центра Земли до центра Луны	$3,84 \cdot 10^8 \text{ м}$
Масса Солнца	$1,98 \cdot 10^{30} \text{ кг}$		
Радиус Луны	$1,74 \cdot 10^6 \text{ м}$		
Масса Луны	$7,33 \cdot 10^{22} \text{ кг}$		

3. Плотность твердых тел

Твердое тело	Плотность кг/м ³	Твердое тело	Плотность кг/м ³	Твердое тело	Плотность кг/м ³
Алюминий	$2,70 \cdot 10^3$	Железо	$7,88 \cdot 10^3$	Свинец	$11,3 \cdot 10^3$
Барий	$3,50 \cdot 10^3$	Литий	$0,53 \cdot 10^3$	Серебро	$10,5 \cdot 10^3$
Ванадий	$6,02 \cdot 10^3$	Медь	$8,93 \cdot 10^3$	Цезий	$1,90 \cdot 10^3$
Висмут	$9,80 \cdot 10^3$	Никель	$8,90 \cdot 10^3$	Цинк	$7,15 \cdot 10^3$

4. Плотность жидкостей

Жидкость	Плотность, кг/м ³	Жидкость	Плотность, кг/м ³
Вода (при 4°C)	$1,00 \cdot 10^3$	Сероуглерод	$1,26 \cdot 10^3$
Глицерин	$1,26 \cdot 10^3$	Спирт	$0,80 \cdot 10^3$
Ртуть	$13,6 \cdot 10^3$		

5. Плотность газов (при нормальных условиях)

Газ	Плотность, кг/м ³	Газ	Плотность, кг/м ³
Водород	0,09	Гелий	0,18
Воздух	1,29	Кислород	1,43

6. Коэффициент поверхностного натяжения жидкостей

Жидкость	Коэффициент, мН/м	Жидкость	Коэффициент, мН/м
Вода	72	Ртуть	500
Мыльная вода	40	Спирт	22

7. Эффективный диаметр молекулы

Газ	Диаметр, м	Газ	Диаметр, м
Азот	$3,0 \cdot 10^{-10}$	Гелий	$1,9 \cdot 10^{-10}$
Водород	$2,3 \cdot 10^{-10}$	Кислород	$2,7 \cdot 10^{-10}$

8. Диэлектрическая проницаемость

Вещество	Проницаемость	Вещество	Проницаемость
Вода	81	Парафин	2,0
Масло трансформаторное	2,2	Стекло	7,0

9. Удельное сопротивление металлов

Металл	Удельное сопротивление, Ом·м	Металл	Удельное сопротивление, Ом·м
Железо	$9,8 \cdot 10^{-8}$	Нихром	$1,1 \cdot 10^{-6}$
Медь	$1,7 \cdot 10^{-8}$	Серебро	$1,6 \cdot 10^{-8}$

10. Энергия ионизации

Вещество	E_i , Дж	E_i , эВ
Водород	$2,18 \cdot 10^{-18}$	13,6
Гелий	$3,94 \cdot 10^{-18}$	24,6
Литий	$1,21 \cdot 10^{-17}$	75,6
Ртуть	$1,66 \cdot 10^{-18}$	10,4

11. Подвижность ионов в газах, $m^2/(B \cdot c)$

Газ	Положительные ионы	Отрицательные ионы
Азот	$1,27 \cdot 10^{-4}$	$1,81 \cdot 10^{-4}$
Водород	$5,4 \cdot 10^{-4}$	$7,4 \cdot 10^{-4}$
Воздух	$1,4 \cdot 10^{-4}$	$1,9 \cdot 10^{-4}$

12. Показатель преломления

Вещество	Показатель	Вещество	Показатель
Алмаз	2,42	Глицерин	1,47
Вода	1,33	Стекло	1,50

13. Работа выхода электронов

Металл	A , Дж	A , эВ
Калий	$3,5 \cdot 10^{-19}$	2,2
Литий	$3,7 \cdot 10^{-19}$	2,3
Платина	$10 \cdot 10^{-19}$	6,3
Рубидий	$3,4 \cdot 10^{-19}$	2,1
Серебро	$7,5 \cdot 10^{-19}$	4,7
Цезий	$3,2 \cdot 10^{-19}$	2,0
Цинк	$6,4 \cdot 10^{-19}$	4,0

14. Относительные атомные массы (округленные значения) A_r и порядковые номера Z некоторых элементов

Элемент	Символ	A	Z	Элемент	Символ	A	Z
Азот	N	14	7	Марганец	Mn	55	25
Алюминий	Al	27	13	Медь	Cu	64	29
Аргон	Ar	40	18	Молибден	Mo	96	42
Барий	Ba	137	56	Натрий	Na	23	11
Ванадий	V	60	23	Неон	Ne	20	10
Водород	H	1	1	Никель	Ni	59	28
Вольфрам	W	184	74	Олово	Sn	119	50
Гелий	He	4	2	Платина	Pt	195	78
Железо	Fe	56	26	Ртуть	Hg	201	80
Золото	Au	197	79	Сера	S	32	16
Калий	K	39	19	Серебро	Ag	108	47

Кальций	Ca	40	20	Уран	U	238	92
Кислород	O	16	8	Углерод	C	12	6
Магний	Mg	24	12	Хлор	Cl	35	17

15. Масса атомов легких изотопов

Изотоп	Символ	Масса, а.е.м.	Изотоп	Символ	Масса, а.е.м.
Нейтрон	1_0n	1,00867	Бор	${}^{10}_5B$	10,01294
Водород	1_1H	1,00783	Углерод	${}^{11}_5B$	11,00930
	2_1H	2,01410		${}^{12}_6C$	12,00000
	3_1H	3,01605		${}^{13}_6C$	13,00335
Гелий	3_2He	3,01603	Азот	${}^{14}_6C$	14,00324
	4_2He	4,00260		${}^{14}_7N$	14,00307
Литий	6_3Li	6,01513	Кислород	${}^{16}_8O$	15,99491
	7_3Li	7,01601		${}^{17}_8O$	16,99913
Бериллий	7_4Be	7,01693			
	9_4Be	9,01219			

16. Периоды полураспада радиоактивных изотопов

Изотоп	Символ	Период полураспада	Изотоп	Символ	Период полураспада
Актиний	${}^{225}_{89}Ac$	10сут	Йод	${}^{131}_{53}I$	8сут
Кобальт	${}^{60}_{27}Co$	5,3года	Стронций	${}^{90}_{38}Sr$	27лет
Магний	${}^{27}_{12}Mg$	10мин	Фосфор	${}^{32}_{15}P$	14,3сут
Радий	${}^{226}_{86}Ra$	1620лет	Церий	${}^{144}_{58}Ce$	285сут
Радон	${}^{222}_{86}Rn$	3,8сут			

17. Масса и энергия покоя некоторых частиц

Частица	m_0		E_0	
	кг	а.е.м.	Дж	МэВ
Электрон	$9,11 \cdot 10^{-31}$	0,00055	$8,16 \cdot 10^{-14}$	0,511
Протон	$1,672 \cdot 10^{-27}$	1,00728	$1,50 \cdot 10^{-10}$	938
Нейтрон	$1,675 \cdot 10^{-27}$	1,00867	$1,51 \cdot 10^{-10}$	939
Дейтрон	$3,35 \cdot 10^{-27}$	2,01355	$3,00 \cdot 10^{-10}$	1876
α -частица	$6,64 \cdot 10^{-27}$	4,00149	$5,96 \cdot 10^{-10}$	3733

18. Множители и приставки для образования десятичных кратных и дольных единиц и их наименования

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

19. Внесистемные единицы, допущенные к применению в учебном процессе по физике (в соответствии со стандартом СЭВ 1052—78)

Величина	Единица		
	наименование	обозначение	соотношение с единицей
Время*	минута	мин	60с
	час	ч	3600с
	сутки	сут	86400с
Плоский угол	градус	...°	$(\pi/180)\text{рад}=1,74 \cdot 10^{-2}\text{рад}$
	минута	...'	$(\pi/10800)\text{рад}=2,91 \cdot 10^{-4}\text{рад}$
	секунда	...''	$(\pi/648000)\text{рад}=4,85 \cdot 10^{-6}\text{рад}$
Объем, вместимость	литр	л	10^{-3}м^3
Энергия	электрон-вольт	эВ	$1,60 \cdot 10^{-19}\text{Дж}$
Масса	тонна	т	1000кг
	атомная единица массы	а.е.м.	$1.66 \cdot 10^{-27}\text{кг}$
	диоптрия	дптр	1м^{-1}
Оптическая сила	процент	%	10^{-2}
	промилле	%о	10^{-3}
	миллионная	млн ⁻¹	10^{-6}
Логарифмическая величина	доля		
	бел	Б	—
	децибел	дВ	—

* Допускается применение других единиц времени, получивших широкое распространение, например неделя, месяц, год и др.

20. Греческий алфавит

<i>Обозначения букв</i>	<i>Названия букв</i>	<i>Обозначения букв</i>	<i>Названия букв</i>
Α,α	альфа	Ν,ν	ню
Β,β	бета	Ξ,ξ	кси
Γ,γ	гамма	Ο,ο	омикрон
Δ,δ	дэльта	Π,π	пи
Ε,ε	эпсилон	Ρ,ρ	ро
Ζ,ζ	дзета	Σ,σ	сигма
Η,η	эта	Τ,τ	тау
Θ,θ	тэта	Υ,υ	ипсилон
Ι,ι	иота	Φ,φ	фи
Κ,κ	каппа	Χ,χ	хи
Λ,λ	ламбда	Ψ,ψ	пси
Μ,μ	ми	Ω,ω	омега