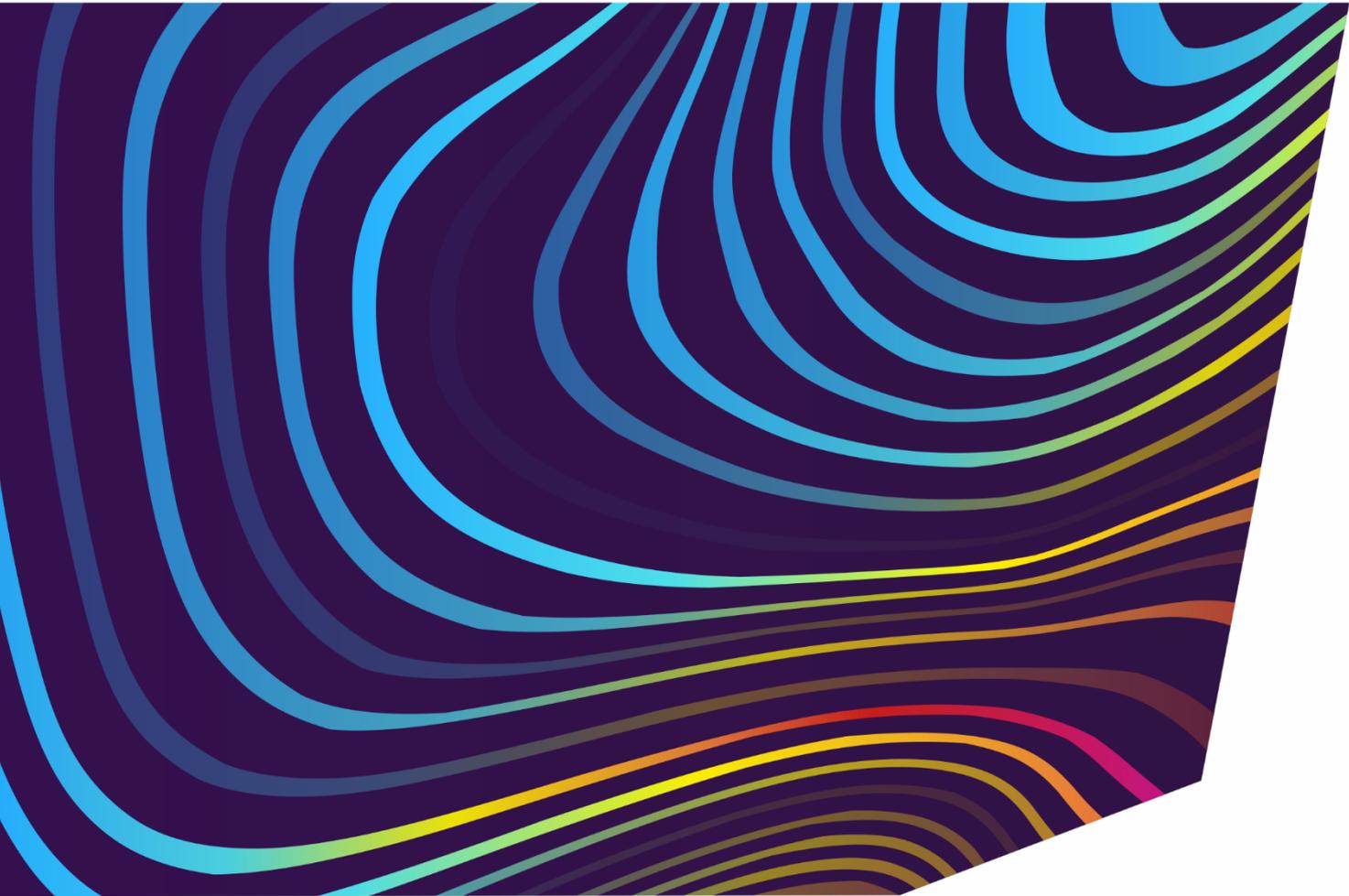




**Е.В. ЯКОВЛЕВА**

# **ФИЗИКА**

**Тренировочные задания для слушателей факультета  
непрерывного образования: практикум**



**Часть 3. Электромагнетизм. Оптика. Квантовая физика**

**Е.В. Яковлева**

# **ФИЗИКА**

Тренировочные задания для слушателей факультета непрерывного  
образования: практикум

Часть 3. Электромагнетизм. Оптика. Квантовая физика

Москва, 2019

УДК 53 (075)  
ББК 22.3я7  
Я47

Рецензенты:

Гайфутдинов А.Н., кандидат физико-математических наук, доцент, декан факультета непрерывного образования Нижнекамского химико-технологического института (филиал) ФГБОУ ВО «КНИТУ»

Ерёмина И.И., кандидат педагогических наук, доцент кафедры бизнес-информатики и математических методов в экономике Набережночелнинского института (филиал) КФУ

**Я47** Яковлева Е.В. Физика. Тренировочные задания для слушателей факультета непрерывного образования: практикум. В 3ч. Ч.3. Электромагнетизм. Оптика. Квантовая физика [Электронный ресурс]. – Электрон. текст. дан. (1 файл 1,6Мб). – М.: РусАльянс Сова, 2019. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – ISBN 978-5-6040972-4-3. – Загл. с этикетки диска.

Данное пособие представляет третью часть практикума по физике, предназначенного для слушателей факультета непрерывного образования и учащихся профильных классов, выпускников школ, колледжей и преподавателей, осуществляющих контроль результатов освоения обучающимися образовательных программ среднего общего и среднего профессионального образования. Третья часть практикума включает задачи разных типов для самостоятельного решения с краткими ответами по электромагнетизму, оптике и квантовой физике. Работая с пособием, обучающиеся не только систематизируют знания по физике, но и приобретут осознанные навыки выполнения всех заданий – от базовых до самых сложных.

Практикум может быть полезен преподавателям вузов для организации работы в профильных классах по предмету «Физика», а также преподавателям средних специальных учебных заведений и учителям школ для организации групповой и индивидуальной работы с обучающимися по физике.

**ISBN 978-5-6040972-4-3**

© РусАльянс Сова, 2019

© Яковлева Е.В., 2019

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	6
РАЗДЕЛ 1. ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАНИЙ .....	8
Примеры решения заданий из Части 1 .....	8
Примеры решения заданий из Части 2 .....	12
Справочные материалы, основные физические формулы и константы...	13
РАЗДЕЛ 2. УЧЕБНО-ТРЕНИРОВОЧНЫЕ ЗАДАНИЯ И ТЕСТЫ .....	23
Учебно-тренировочные задания по разделу «Магнитное поле» .....	23
Учебно-тренировочные тесты по разделу «Электромагнитная индукция» .....	30
Учебно-тренировочные тесты по разделу «Электромагнитные колебания и волны» .....	36
Учебно-тренировочные тесты по разделу «Геометрическая оптика. Линзы».....	46
Учебно-тренировочные тесты по разделу «Физическая оптика» .....	56
Учебно-тренировочные тесты по разделу «Специальная теория относительности» .....	65
Учебно-тренировочные тесты по разделу «Физика атомного ядра. Ядерные реакции» .....	67
Учебно-тренировочные тесты по разделу «Элементы астрофизики».....	70
Учебно-тренировочные тесты по разделу «Методы научного познания» .....	72
РАЗДЕЛ 3. ОТВЕТЫ К УЧЕБНО-ТРЕНИРОВОЧНЫМ ЗАДАНИЯМ.....	75
Ответы к разделу «Магнитное поле» .....	75
Ответы к разделу «Электромагнитная индукция» .....	75
Ответы к разделу «Электромагнитные колебания и волны» .....	76
Ответы к разделу «Геометрическая оптика. Линзы» .....	77
Ответы к разделу «Физическая оптика» .....	78
Ответы к разделу «Специальная теория относительности» .....	78
Ответы к разделу «Физика атомного ядра. Ядерные реакции» .....	79
Ответы к разделу «Элементы астрофизики».....	79
Ответы к разделу «Методы научного познания» .....	80
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	81

## СПИСОК ТАБЛИЦ

Таблица 1 - Множители и приставки для образования десятичных кратных и дольных единиц.....	13
Таблица 2 - Основные физические константы .....	13
Таблица 3 - Производные единицы физических величин.....	14
Таблица 4 - Соотношение между различными единицами.....	19
Таблица 5 - Плотность вещества .....	20
Таблица 6 - Удельная теплоёмкость вещества .....	20
Таблица 7 - Удельная теплота.....	20
Таблица 8 - Молярная масса .....	20
Таблица 9- Нормальные условия.....	21
Таблица 10 - Греческий алфавит .....	21
Таблица 11 - Массы атомных ядер .....	21

## ВВЕДЕНИЕ

Издание, которое вы держите в руках, - это третья часть практикума «Физика. Тренировочные задания для слушателей факультета непрерывного образования». Третья часть практикума содержит примеры решения заданий по электромагнетизму, оптике, квантовой физике справочные материалы, основные физические формулы и константы, а также учебно-тренировочные тесты по следующим разделам: «Магнитное поле», «Электромагнитная индукция», «Электромагнитные колебания и волны», «Геометрическая оптика. Линзы», «Физическая оптика», «Специальная теория относительности», «Физика атомного ядра. Ядерные реакции», «Элементы астрофизики», «Методы научного познания».

Содержание задач, их структура и методы решения, а также степень трудности различны. Часть задач составлена автором, а часть задач заимствована из известных пособий, но переработана. Это позволяет использовать их для групповой и индивидуальной работы с обучающимися, организации их самостоятельной работы и составления контрольных работ.

Приведем примерную структуру теста из двух частей.

*Часть 1.* Включает простые задания, проверяющие усвоение наиболее важных физических понятий и законов. В таких заданиях ученик даёт один вариант ответа. В этой же части включены задания с кратким ответом. Это задания базового уровня сложности. В ответе необходимо указать последовательность цифр или слово, соответствующее правильному ответу.

*Часть 2.* Задания повышенного уровня с кратким ответом и задания высокого уровня с развернутым ответом. Задания повышенного уровня проверяют умение решать физические задачи на применение одного-двух законов по какой-либо теме школьного курса физики. При выполнении этого типа заданий требуется высокий уровень подготовки обучающегося, его умение использовать физические законы в измененной или новой ситуации, а также применять знания сразу из двух-трёх разделов физики. В некоторых задачах рекомендуется записать развернутый ответ, поясняющий физические процессы, описанные в задаче и привести логически правильную цепочку своих рассуждений, включающую в себя используемые физические законы и формулы, а также математические

преобразования, расчёты с числовым ответом и, если необходимо, то рисунок, поясняющий решение.

Следует обратить внимание на то, что если решение задачи не выполняется до конца из-за возникших затруднений, то его все равно необходимо записать в бланк ответов, так как есть вероятность получения части баллов.

Пособие составлено на основе большого практического опыта, накопленного автором при работе со слушателями факультета непрерывного образования и студентами, что позволило выявить типы задач по физике вызывающие наибольшие затруднения для понимания. Тестовые задания разбиты на тематические разделы. В конце практикума по каждому разделу приведены краткие ответы. Обращаем внимание на то, что решение предложенных в пособии задач позволит научиться применять физические законы для решения конкретных вопросов.

## РАЗДЕЛ 1. ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАНИЙ

### Примеры решения заданий из Части 1

**1.1.** Если на прямой проводник длиной 1 м, расположенный под углом  $30^\circ$  к однородному магнитному полю, действует со стороны поля сила 0,1 Н при пропускании по проводнику тока 1 А, то индукция такого магнитного поля равна:

- 1) 4 Тл;
- 2) 2 Тл;
- 3) 1 Тл;
- 4) 0,4 Тл;
- 5) 0,2 Тл.

Решение: На проводник, по которому течет ток, в магнитном поле действует сила Ампера  $F_A = IBL\sin\alpha$ . Из этой формулы индукция магнитного поля

$$B = \frac{F_A}{IL\sin\alpha} = \frac{0,1 \text{ Н}}{1 \text{ А} \cdot 1 \text{ м} \cdot 0,5} = 0,2 \text{ Тл}$$

Правильный ответ: 5) 0,2 Тл.

**1.2.** Отношение радиусов окружностей, по которым движутся в однородном магнитном поле две заряженные частицы, имеющие одинаковые скорости, но разные массы ( $m_1 = 4m_2$ ) и заряды ( $q_1 = 2q_2$ ) равно:

- 1)  $\frac{R_1}{R_2} = \frac{1}{2}$
- 2)  $\frac{R_1}{R_2} = \frac{1}{\sqrt{2}}$
- 3)  $\frac{R_1}{R_2} = 1$
- 4)  $\frac{R_1}{R_2} = \sqrt{2}$
- 5)  $\frac{R_1}{R_2} = 2$

Решение: На заряженную частицу, движущуюся в магнитном поле, действует сила Лоренца:  $F_L = qvB\sin\alpha$ . Поскольку обе частицы движутся по окружностям, угол  $\alpha$  между направлениями скорости  $\vec{v}$  и индукции магнитного поля  $\vec{B}$  равен  $90^\circ$ . Сила Лоренца сообщает каждой частице

центростремительное ускорение  $a_{\text{ц}} = \frac{v^2}{R}$ , тогда  $F_{\text{л}} = ma_{\text{ц}}$  или  $qvB = m \frac{v^2}{R}$ . Отсюда  $R = \frac{mv}{qB}$ . Для первой частицы  $R_1 = \frac{m_1 v}{q_1 B}$  для второй  $R_2 = \frac{m_2 v}{q_2 B}$ .

Учитывая, что  $m_1 = 4m_2$  и  $q_1 = 2q_2$ , получим:

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{m_1 v q_2 B}{q_1 B m_2 v} = \frac{4m_2 q_2}{2q_2 m_2} = 2.$$

Правильный ответ: 5)  $\frac{R_1}{R_2} = 2$

**1.3.** Замкнутый проводник в виде квадрата общей длиной  $L$ , сопротивлением  $R$  расположен в горизонтальной плоскости. Проводник находится в вертикальном магнитном поле с индукцией  $B$ . Какое количество электричества  $q$  протечет по проводнику, если, потянув за противоположные углы квадрата, сложить проводник вдвое?

$$1) q = \frac{B}{R} \left(\frac{L}{4}\right)^2$$

$$2) q = \frac{BL^2}{4R}$$

$$3) q = \frac{R}{B} \left(\frac{L}{4}\right)^2$$

$$4) q = \frac{RL^2}{4B}$$

$$5) q = \frac{B}{R} L^2$$

Решение: По закону Фарадея ЭДС индукции, возникшая в замкнутом контуре,  $\varepsilon_i = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -\frac{B\Delta S}{\Delta t}$ , где  $\Delta S = S_2 - S_1 = 0 - \left(\frac{L}{4}\right)^2$ .

Таким образом,  $\varepsilon_i = \frac{B}{\Delta t} \left(\frac{L}{4}\right)^2$ .

Сила индукционного тока в контуре  $I_i = \frac{\varepsilon_i}{R} = \frac{B}{R\Delta t} \left(\frac{L}{4}\right)^2$ . Тогда количество электричества, протекшего по проводнику,

$$q = I_i \Delta t = \frac{B}{R} \left(\frac{L}{4}\right)^2.$$

Правильный ответ: 1)  $q = \frac{B}{R} \left(\frac{L}{4}\right)^2$

**1.4.** Изменение тока в антенне радиопередатчика происходит по закону:  $I = 0,3 \sin 15,7 \cdot 10^5 t$ , (А). Найти длину излучающейся электромагнитной волны:

$$1) 1,2 \cdot 10^3 \text{ м}$$

- 2)  $0,4 \cdot 10^3$  м
- 3)  $0,6 \cdot 10^3$  м
- 4)  $0,6 \cdot 10^4$  м
- 5)  $1,2 \cdot 10^4$  м

Решение: Длина электромагнитной волны  $\lambda = \frac{c}{\nu}$ , где скорость ее распространения  $c = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ , а частота  $\nu = \frac{\omega}{2\pi}$ . Сила тока в антенне изменяется по закону:  $I = I_0 \sin \omega t$ , (А).

Следовательно, в данном случае  $\omega = 15,7 \cdot 10^5 \text{ с}^{-1}$ .

Тогда  $\lambda = \frac{c2\pi}{\omega} = \frac{3 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 2 \cdot 3,14}{15,7 \cdot 10^5 \text{ с}^{-1}} = 1,2 \cdot 10^3$  м.

Правильный ответ: 1)  $1,2 \cdot 10^3$  м.

**1.5.** При переходе луча света из одной среды в другую угол падения равен  $30^\circ$ , а угол преломления  $60^\circ$ . Каков относительный показатель преломления второй среды относительно первой?

- 1) 0,5
- 2)  $\frac{1}{\sqrt{3}}$
- 3)  $\sqrt{3}$
- 4) 2
- 5)  $\frac{2}{\sqrt{3}}$

Решение: По закону преломления относительный показатель преломления второй среды относительно первой  $n_{21} = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{\sin 30^\circ}{\sin 60^\circ} = \frac{0,5}{0,5\sqrt{3}} = \frac{1}{\sqrt{3}}$ .

Правильный ответ: 2)  $\frac{1}{\sqrt{3}}$ .

**1.6.** Укажите характеристики изображения предмета, находящегося в двойном фокусе собирающей линзы:

- 1) действительное, уменьшенное;
- 2) действительное, увеличенное;
- 3) мнимое, увеличенное;
- 4) мнимое, уменьшенное;
- 5) действительное, такое же по размерам.

Решение: Воспользовавшись формулой линзы  $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$  и учитывая, что

$d = 2F$ , найдем  $f: \frac{1}{F} = \frac{1}{2F} + \frac{1}{f}$ ,  $f = 2F$ . Изображение действительно, т.к.  $f > 0$ .

Увеличение линзы  $\Gamma = \frac{f}{d} = \frac{2F}{2F} = 1$ . Следовательно, размер изображения такой же, как предмета.

Правильный ответ: 5) действительное, такое же по размерам.

**1.7.** Дифракционная решетка имеет 50 штрихов на 1 мм длины. Под каким углом виден максимум второго порядка света с длиной волны 400 нм?

- 1)  $\arcsin 0,02$
- 2)  $\arcsin 0,04$
- 3)  $\arcsin 0,002$
- 4)  $\arcsin 0,004$
- 5)  $\arcsin 0,008$ .

Решение: Искомый угол находится из уравнения дифракционной решетки:

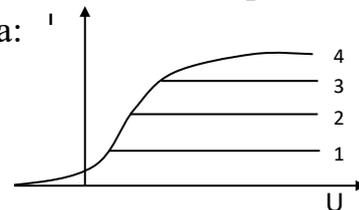
$$d \sin \varphi = k \lambda, \text{ где } d = \frac{l}{N}. \text{ Отсюда } \sin \varphi = \frac{k \lambda N}{l} = \frac{2 \cdot 400 \cdot 10^{-9} \cdot 50}{10^{-3} \text{ м}} = 0,04.$$

Тогда  $\varphi = \arcsin 0,04$ .

Правильный ответ: 2)  $\arcsin 0,04$ .

**1.8.** Снимаются вольтамперные характеристики вакуумного фотоэлемента. Максимальному числу фотонов, падающих на фотокатод за единицу времени, соответствует характеристика:

- 1) 1;    2) 2;    3) 3;    4) 4;
- 5) не зависит от числа фотонов.



Решение:

Сила фототока насыщения определяется максимальным количеством электронов, вылетающих с поверхности катода в единицу времени, которое в свою очередь пропорционально числу фотонов, падающих на эту поверхность. Из приведенных на рисунке вольтамперных характеристик видно, что ток насыщения максимален в четвертом случае.

Следовательно, правильный ответ: 4) 4.

**1.9** Во сколько раз увеличивается масса частицы при движении со скоростью 0,6 c?

- 1) 1,67;    2) 2,50;    3) 1,19;    4) 1,25;    5) 1,55.

Решение:

Масса частицы, движущейся со скоростью  $v$ , близкой к скорости света  $c$ :

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{(0,6c)^2}{c^2}}} = \frac{m_0}{0,8} = 1,25m_0$$

где  $m_0$  - масса покоящейся частицы.

Масса увеличивается в 1,25 раза.

Правильный ответ: 4) 1,25.

**1.10.** При захвате нейтрона ядром  ${}_{13}^{27}\text{Al}$  образуется радиоактивный изотоп  ${}_{11}^{24}\text{Na}$ . При этом ядерном превращении испускается:

- 1) нейтрон;                    2)  $\alpha$ -частица;                    3) электрон;  
4) протон;                    5) позитрон.

Решение: Для определения, какая частица испускается в ядерной реакции  ${}_{13}^{27}\text{Al} + {}_0^1n \rightarrow {}_{11}^{24}\text{Na} + {}_Z^AX$ , используются законы сохранения заряда и массового числа (числа нуклонов):

$$13 + 0 = 11 + Z \rightarrow Z = 13 - 11 = 2;$$

$$27 + 1 = 24 + A \rightarrow A = 28 - 24 = 4.$$

Следовательно,  ${}_Z^AX = {}_2^4\text{He}$ . Это ядро атома гелия –  $\alpha$ -частица.

Правильный ответ: 2)  $\alpha$ -частица.

## Примеры решения заданий из Части 2

**2.1.** За какой промежуток времени (в мс) в катушке с индуктивностью 0,02 Гн ток должен измениться на 0,5 А, чтобы в ней возникла ЭДС самоиндукции 10 В?

Решение: ЭДС самоиндукции  $\varepsilon_s = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}$ , отсюда

$$\Delta t = \frac{L \Delta I}{\varepsilon_s} = \frac{0,02 \text{ Гн} \cdot 0,5 \text{ А}}{10 \text{ В}} = 0,001 \text{ с} = 1 \text{ мс}$$

Правильный ответ: 1.

**2.2.** Частота колебаний в идеальном колебательном контуре 500 Гц. Индуктивность катушки контура нужно уменьшить в... раз(а) (оставляя неизменной емкость конденсатора), чтобы частота колебаний стала равной 1 кГц.

Решение: Частота колебаний в контуре  $\nu_1 = \frac{1}{T_1} = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_1C}}$ . Затем, при

изменении индуктивности ( $C = \text{const}$ ):  $\nu_2 = \frac{1}{T_2} = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_2C}}$ . Тогда  $\frac{\nu_2}{\nu_1} = \sqrt{\frac{L_1}{L_2}}$ ,

откуда  $\frac{L_2}{L_1} = \frac{\nu_1^2}{\nu_2^2} = \frac{500^2}{1000^2} = \frac{1}{4}$ ,  $L_2 = \frac{L_1}{4}$ , т.е. индуктивность надо уменьшить в 4 раза.

Правильный ответ: 4.

## Справочные материалы, основные физические формулы и константы

Таблица 1 - Множители и приставки для образования десятичных кратных и дольных единиц

Множители	Приставки	
	Наименование	Обозначение
$10^{12}$	тера	Т
$10^9$	гига	Г
$10^6$	мега	М
$10^3$	кило	К
$10^2$	гекто	г
10	дека	да
$10^{-1}$	деци	д
$10^{-2}$	санти	с
$10^{-3}$	милли	м
$10^{-6}$	микро	мк
$10^{-9}$	нано	н
$10^{-12}$	пико	п

Таблица 2 - Основные физические константы

Постоянная	Обозначение	Значение в СИ
1	2	3
Ускорение свободного падения	$g$	$9,8 м/с^2$
Гравитационная постоянная	$G$	$6,672 \cdot 10^{-11} Н \cdot м^2 / кг^2$
Число Авогадро	$N_A$	$6,022 \cdot 10^{23} моль^{-1}$
Постоянная Больцмана	$k$	$1,3807 \cdot 10^{-23} Дж/К$
Универсальная газовая постоянная	$R$	$8,314 Дж/К \cdot моль$
Молярный объем идеального газа при нормальных условиях	$V_0$	$2,24 \cdot 10^{-3} м^3/моль$
Нормальное атмосферное давление	$p_0$	$1,013 \cdot 10^5 Па$
Электрическая постоянная	$\epsilon_0$	$8,854 \cdot 10^{-12} Ф/м$

Постоянная	Обозначение	Значение в СИ
1	2	3
Магнитная постоянная	$\mu_0$	$4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Гн/м}$
Постоянная Фарадея	$F$	$9,648 \cdot 10^4 \text{ Кл/моль}$
Элементарный заряд	$e$	$1,60219 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
Масса покоя электрона	$m_e$	$9,1095 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$
Постоянная Планка	$h$	$6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$
Скорость света в вакууме	$c$	$2,9979 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
Масса покоя протона	$m_p$	$1,6726 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
Масса покоя нейтрона	$m_n$	$1,6749 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
Атомная единица массы	1 а.е.м.	$1,6605749 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$

Таблица 3 - Производные единицы физических величин

Величина	Формула	Размерность	Связь с основными единицами	Определение
1	2	3	4	5
Скорость	$v = \frac{S}{t}$	$\text{м/с}$	$\text{м/с}$	<b>Метр в секунду</b> равен скорости такого движения, при котором за время 1 с тело проходит путь 1 м
Ускорение	$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$	$\text{м/с}^2$	$\text{м/с}^2$	<b>Метр на секунду в квадрате</b> равен ускорению такого движения, при котором за время 1 с скорость тела изменяется на 1 м/с
Угловая скорость	$\omega = \frac{\varphi}{t}$	$\frac{\text{рад}}{\text{с}}$	$\frac{1}{\text{с}}$	<b>Радиян в секунду</b> равен угловой скорости равномерно вращающегося тела, при которой за время 1 с совершается поворот тела относительно оси вращения на угол 1 рад

Величина	Формула	Размерность	Связь с основными единицами	Определение
1	2	3	4	5
Частота	$\nu = \frac{1}{T}$	Гц	$\frac{1}{с}$	<b>Герц</b> равен частоте колебания тела, при котором оно совершает одно полное колебание за 1 с
Сила	$F = ma$	Н	$\frac{кг \cdot м}{с^2}$	<b>Ньютон</b> равен силе, сообщающей телу массой 1 кг ускорение $1 м/с^2$ в направлении действия силы
Плотность	$\rho = \frac{m}{V}$	кг/м <sup>3</sup>	кг/м <sup>3</sup>	<b>Килограмм на кубический метр</b> равен плотности однородного вещества, 1 м <sup>3</sup> которого обладает массой 1 кг
Импульс тела	$p = mv$	$\frac{кг \cdot м}{с}$	$\frac{кг \cdot м}{с}$	<b>Килограмм-метр в секунду</b> равен импульсу (количеству движения) тела массой 1 кг, движущегося поступательно со скоростью 1 м/с
Импульс силы	$Ft$	Н·с	$\frac{кг \cdot м}{с}$	<b>Ньютон-секунда</b> равен импульсу силы, создаваемому силой 1 Н, действующей в течение времени 1 с
Момент силы	$M = Fd$	Н·м	$\frac{кг \cdot м^2}{с^2}$	<b>Ньютон-метр</b> равен моменту силы, создаваемому силой 1 Н относительно точки, расположенной на расстоянии 1 м от линии действия силы
Давление механическое напряжение	$P = \frac{F}{S}$	Па	$\frac{кг}{с^2 \cdot м}$	<b>Паскаль</b> равен давлению, которое вызывается силой 1 Н,

Величина	Формула	Размерность	Связь с основными единицами	Определение
1	2	3	4	5
				равномерно распределенной по нормали к поверхности площадью $1 \text{ м}^2$
Работа, энергия	$A = FS$	<i>Дж</i>	$\frac{\text{кг} \cdot \text{м}^2}{\text{с}^2}$	<b>Джоуль</b> равен работе, совершаемой при перемещении точки приложения силы $1 \text{ Н}$ на расстояние $1 \text{ м}$ по направлению силы
Мощность	$N = \frac{A}{t}$	<i>Вт</i>	$\frac{\text{кг} \cdot \text{м}^2}{\text{с}^3}$	<b>Ватт</b> равен мощности, при которой за время $1 \text{ с}$ совершается работа $1 \text{ Дж}$
Поверхностное натяжение	$\sigma = \frac{F}{l}$	<i>Н/м</i>	$\frac{\text{кг}}{\text{с}^2}$	<b>Ньютон на метр</b> равен поверхностному напряжению, создаваемому силой $1 \text{ Н}$ , приложенной к участку контура свободной поверхности длиной $1 \text{ м}$ , действующей по нормали к контуру и по касательной к поверхности
Количество теплоты	$Q = A$	<i>Дж</i>	$\frac{\text{кг} \cdot \text{м}^2}{\text{с}^2}$	<b>Джоуль</b> равен количеству теплоты, эквивалентному работе $1 \text{ Дж}$
Теплоемкость	$C = mc$ $C = \frac{Q}{\Delta T}$	<i>Дж/К</i>	$\frac{\text{кг} \cdot \text{м}^2}{\text{с}^2 \text{ К}}$	<b>Джоуль на кельвин</b> равен теплоемкости тела, температура которого повышается на $1 \text{ К}$ при подведении к нему количества теплоты $1 \text{ Дж}$

Величина	Формула	Размерность	Связь с основными единицами	Определение
1	2	3	4	5
Удельная теплоемкость	$C = \frac{Q}{m\Delta T}$	$\frac{Дж}{кг \cdot K}$	$\frac{м^2}{с^2 K}$	<b>Джоуль на килограмм - кельвин</b> равен удельной теплоемкости такого вещества, для нагревания 1 кг массы которого на 1 K требуется передать 1 Дж теплоты
Электрический заряд	$q = I \cdot t$	Кл	A · с	<b>Кулон</b> равен количеству электричества, проходящего через поперечное сечение проводника при токе в 1 A за время 1 с
Напряженность электрического поля	$E = \frac{U}{l}$  $E = \frac{F}{q}$	V/м  $\frac{Н}{Кл}$	$\frac{кг \cdot м}{с^2 A}$	<b>Вольт на метр</b> равен напряженности однородного электрического поля, в котором разность потенциалов двух точек, лежащих на расстоянии 1 м вдоль одной силовой линии, равна 1 В <b>Ньютон на кулон</b> равен напряженности однородного электрического поля, в котором на заряд 1 Кл действует сила 1 Н
Напряжение, разность потенциалов	$U = \frac{A}{q}$	V	$\frac{кг \cdot м^2}{с^3 A}$	<b>Вольт</b> равен разности потенциалов двух точек электрического поля, при которой работа перемещения заряда в 1 Кл равна 1 Дж

Величина	Формула	Размерность	Связь с основными единицами	Определение
1	2	3	4	5
Емкость	$C = \frac{q}{U}$	$\Phi$	$\frac{c^4 A^2}{кг \cdot м^2}$	<b>Фарад</b> равен емкости такого проводника, у которого при изменении заряда на $1 Кл$ потенциал меняется на $1 В$
Сопротивление	$R = \frac{U}{I}$	$Ом$	$\frac{кг \cdot м^2}{c^3 A}$	<b>Ом</b> равен электрическому сопротивлению такого проводника, у которого при напряжении $1 В$ течет ток $1 А$
Проводимость	$K = \frac{1}{R}$	$См$	$\frac{c^3 A^2}{кг \cdot м^2}$	<b>Сименс</b> равен электрической проводимости проводника сопротивлением $1 Ом$
Удельное сопротивление	$\rho = \frac{R \cdot l}{S}$	$Ом \cdot м$	$\frac{м^3 кг}{c^3 A^2}$	<b>Ом-метр</b> равен удельному электрическому сопротивлению, при котором проводник из данного материала длиной $1 м$ и площадью сечения $1 м^2$ имеет сопротивление $1 Ом$
Магнитная индукция	$B = \frac{F}{I \Delta l}$	$Тл$	$\frac{кг}{c^2 A}$	<b>Тесла</b> равна магнитной индукции однородного магнитного поля, действующего с силой $1 Н$ на каждый метр прямолинейного проводника с током $1 А$ , если проводник расположен перпендикулярно направлению поля

Величина	Формула	Размерность	Связь с основными единицами	Определение
1	2	3	4	5
Магнитный поток	$\Phi = B \cdot S$	Вб	$\frac{\text{кг} \cdot \text{м}^2}{\text{с}^2 \text{А}}$	<b>Вебер</b> равен магнитному потоку, пронизывающему площадку в $1 \text{ м}^2$ , в однородном магнитном поле, с индукцией в $1 \text{ Тл}$ , расположенную перпендикулярно $\vec{B}$
Индуктивность	$L = \frac{\Phi}{I}$	Гн	$\frac{\text{кг} \cdot \text{м}^2}{\text{с}^2 \text{А}^2}$	<b>Генри</b> равен индуктивности такого замкнутого проводника, магнитный поток самоиндукции которого при силе тока в $1 \text{ А}$ равен $1 \text{ Вб}$

Таблица 4 - Соотношение между различными единицами

температура	$0 \text{ К} = - 273^\circ \text{С}$
атомная единица массы	$1 \text{ а.е.м.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
1 а.е.м эквивалентна	931,5 МэВ
1 электрон-вольт	$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$
1 ампер-час	$1 \text{ А} \cdot \text{ч} = 3600 \text{ Кл}$
1 киловат-час	$1 \text{ кВт} \cdot \text{ч} = 3\,600\,000 \text{ Дж}$
1 астрономическая единица	$1 \text{ а.е.} = 1,49598 \cdot 10^{11} \text{ м}$
1 световой год	$1 \text{ св.год} = 9,4605 \cdot 10^{15} \text{ м}$
1 парсек	$1 \text{ пк} = 3,0857 \cdot 10^{16} \text{ м}$

Таблица 5 - Плотность вещества

Вещество	Плотность, кг/м <sup>3</sup>
вода	1000
древесина (сосна)	400
керосин	800
подсолнечное масло	900
алюминий	2700
железо	7800
ртуть	13600

Таблица 6 - Удельная теплоёмкость вещества

Вещество	Удельная теплоёмкость, Дж/кг·К
вода	4200
лёд	2100
железо	460
свинец	130
алюминий	900
медь	380
чугун	500

Таблица 7 - Удельная теплота

Удельная теплота	Дж/кг
парообразования воды	$2,3 \cdot 10^6$
плавления льда	$3,3 \cdot 10^5$
плавления свинца	$2,5 \cdot 10^4$

Таблица 8 - Молярная масса

Молярная масса	кг/ моль
азота	$28 \cdot 10^{-3}$
аргона	$40 \cdot 10^{-3}$
водорода	$2 \cdot 10^{-3}$
воздуха	$29 \cdot 10^{-3}$
воды	$18 \cdot 10^{-3}$
гелия	$4 \cdot 10^{-3}$
кислорода	$32 \cdot 10^{-3}$
неона	$20 \cdot 10^{-3}$
углекислого газа	$44 \cdot 10^{-3}$

Таблица 9- Нормальные условия

давление $10^5$ Па	температура $0^\circ\text{C}$
--------------------	-------------------------------

Таблица 10 - Греческий алфавит

A,  $\alpha$  – альфа  
 B,  $\beta$  – бета  
 Г,  $\gamma$  – гамма  
 Δ,  $\delta$  – дельта  
 E,  $\varepsilon$  – эpsilon  
 Z,  $\zeta$  – дзета  
 H,  $\eta$  – эта  
 Θ,  $\theta$  – тета  
 I,  $\iota$  – йота  
 K,  $\kappa$  – каппа  
 Λ,  $\lambda$  – лямбда  
 M,  $\mu$  – мю  
 N,  $\nu$  – ню  
 Ξ,  $\xi$  – кси  
 O,  $\omicron$  – омикрон  
 Π,  $\pi$  – пи  
 P,  $\rho$  – ро  
 Σ,  $\sigma$  – сигма  
 T,  $\tau$  – тау  
 Y,  $\upsilon$  – ипсилон  
 Φ,  $\phi$  – фи  
 X,  $\chi$  – хи  
 Ψ,  $\psi$  – пси  
 Ω,  $\omega$  – омега

Таблица 11 - Массы атомных ядер

Атомный номер	Название элемента	Символ изотопа	Масса атомного ядра изотопа, а.е.м.
1	водород	${}^1_1\text{H}$	1,00728
1	водород	${}^2_1\text{H}$	2,01355
1	водород	${}^3_1\text{H}$	3,01550
2	гелий	${}^3_2\text{He}$	3,01493
2	гелий	${}^4_2\text{He}$	4,00151
3	литий	${}^6_3\text{Li}$	6,01348

Атомный номер	Название элемента	Символ изотопа	Масса атомного ядра изотопа, а.е.м.
5	бор	$^{10}_5\text{B}$	10,01020
6	углерод	$^{12}_6\text{C}$	11,99671
6	углерод	$^{14}_6\text{C}$	13,99995
7	азот	$^{14}_7\text{N}$	13,99923
13	алюминий	$^{27}_{13}\text{Al}$	26,97441
15	фосфор	$^{30}_{15}\text{P}$	29,97008
18	аргон	$^{40}_{18}\text{Ar}$	39,95251
19	калий	$^{40}_{19}\text{K}$	39,95358
20	кальций	$^{40}_{20}\text{Ca}$	39,95162
27	кобальт	$^{60}_{27}\text{Co}$	59,91901
28	никель	$^{60}_{28}\text{Ni}$	59,91543
82	свинец	$^{206}_{82}\text{Pb}$	205,92948
84	полоний	$^{210}_{84}\text{Po}$	209,93678
90	торий	$^{234}_{90}\text{Th}$	233,99421
92	уран	$^{238}_{92}\text{U}$	238,00032

## РАЗДЕЛ 2. УЧЕБНО-ТРЕНИРОВОЧНЫЕ ЗАДАНИЯ И ТЕСТЫ

### Учебно-тренировочные задания по разделу «Магнитное поле»

1. На рисунке изображен проволочный виток, по которому течёт электрический ток в направлении, указанном стрелкой.



Виток расположен в плоскости чертежа. Как направлен (вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю) в центре витка вектор индукции магнитного поля, созданного током, протекающим по витку? Ответ запишите словом (словами).

2. Электрический заряд  $q$  массой  $m$  движется в течение времени  $t$  вдоль линий напряжённости электрического поля  $E$ , а затем попадает в магнитное поле с индукцией  $B$ , направленной перпендикулярно скорости заряда, где движется по окружности радиуса  $R$ . Установите соответствие между записанными в первом столбце физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

Физическая величина	Формула
А) конечная скорость заряда в электрическом поле	1) $\frac{qBR}{m}$
	2) $\frac{qEt}{m}$
Б) скорость заряда в магнитном поле	3) $\frac{mR}{qB}$
	4) $\frac{mt}{qE}$

3. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Физическая величина	Формула
А) магнитная индукция	1) $\frac{\Delta q}{\Delta t}$
	2) $\frac{F}{q}$

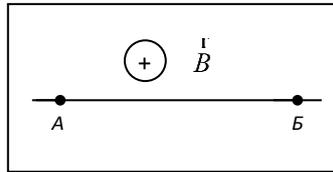
Физическая величина	Формула
Б) напряжённость электрического поля	3) $\frac{F}{l \cdot I}$
	4) $IU$

4. Частица с зарядом  $q$  и массой  $m$  движется в магнитном поле с индукцией  $B$  по окружности радиуса  $R$ . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Физическая величина	Формула
А) импульс частицы	1) $2mq^2B^2R^2$
	2) $qBR$
Б) энергия частицы	3) $\frac{q^2B^2R^2}{2m}$
	4) $qB^2R^2$

5. Линейный проводник длиной  $20$  см при силе тока в нем  $5$  А находится в однородном магнитном поле с индукцией  $0,2$  Тл. Угол, образованный проводником с направлением вектора магнитной индукции, равен  $30^\circ$ . Найти модуль силы, действующей на проводник.
6. В однородное магнитное поле перпендикулярно вектору индукции влетел электрон. По какой траектории он будет двигаться?
- 1) по прямой с неизменной скоростью.
  - 2) по прямой с ускорением.
  - 3) по окружности.
  - 4) по спирали.
- Из приведённых выше утверждений выберите верное.
7. Прямолинейный проводник с током длиной  $5$  см перпендикулярен линиям индукции однородного магнитного поля. Чему равен модуль индукции магнитного поля, если при силе тока  $2$  А на проводник действует сила, модуль которой  $0,01$  Н?
8. По проводнику АБ протекает постоянный ток. Проводник помещен в однородное магнитное поле, линии индукции которого перпендикулярны проводнику (см. рис.). Потенциал точки А больше

потенциала точки Б. Определите какое направление имеет сила Ампера, действующая на проводник.



9. В опыте Эрстеда было обнаружено, что:

- 1) электрический ток в проводнике вызывает поворот магнитной стрелки, расположенной вблизи проводника;
- 2) магнитная стрелка, расположенная вблизи проводника, действует на электрический ток в проводнике;
- 3) расположенная вблизи проводника магнитная стрелка и электрический ток в проводнике взаимодействуют силами взаимного притяжения;
- 4) расположенная вблизи проводника магнитная стрелка и электрический ток в проводнике взаимодействуют силами взаимного отталкивания.

Какое из приведённых выше утверждений верно?

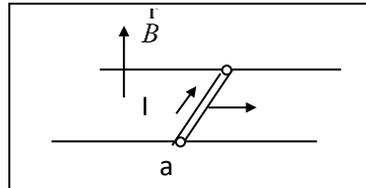
10. При свободном подвешивании полосового магнита за середину его северный полюс указывает направление на:

- 1) Южный магнитный полюс Земли, расположенный в некотором удалении от Северного географического полюса;
- 2) Южный магнитный полюс Земли, расположенный в некотором удалении от Южного географического полюса;
- 3) Северный магнитный полюс Земли, расположенный в некотором удалении от Северного географического полюса;
- 4) Северный магнитный полюс Земли, расположенный в некотором удалении от Южного географического полюса.

Какое из приведённых выше утверждений верно?

11. Проводник длиной  $20\text{ см}$  и массой  $20\text{ г}$  находится в однородном магнитном поле индукцией  $0,05\text{ Тл}$  и расположен перпендикулярно линиям индукции. Ток какой силы нужно пропустить по проводнику, чтобы сила, действующая на проводник со стороны магнитного поля, уравновесила силу тяжести?

12. Электромагнитный ускоритель представляет собой два провода, расположенные в горизонтальной плоскости на расстоянии  $20\text{ см}$  друг от друга, по которым может скользить без трения металлическая перемычка массой  $2\text{ кг}$ . Магнитное поле с индукцией  $B = 1\text{ Тл}$  расположено перпендикулярно плоскости движения перемычки. Какой ток следует пропустить по перемычке, чтобы она, пройдя путь  $2\text{ м}$ , приобрела скорость  $10\text{ м/с}$ ?



13. Провод длиной  $20\text{ см}$ , по которому течет ток  $10\text{ А}$ , перемещается на  $50\text{ см}$  в однородном магнитном поле с индукцией  $0,7\text{ Тл}$ . Вектор индукции поля, направления перемещения проводника и тока взаимно перпендикулярны. Найти работу силы Ампера.
14. Медный проводник расположен в однородном магнитном поле, модуль вектора магнитной индукции которого равен  $20\text{ мТл}$ . Силовые линии магнитного поля направлены перпендикулярно проводнику. К концам проводника приложено напряжение  $3,4\text{ В}$ . Определите площадь поперечного сечения проводника, если сила Ампера, действующая на него, равна  $6\text{ Н}$ . Удельное сопротивление меди  $1,7 \cdot 10^{-8}\text{ Ом}\cdot\text{м}$ .
15. Стальной прямой проводник с током площадью поперечного сечения  $0,2\text{ мм}^2$  помещён в однородное магнитное поле, модуль вектора магнитной индукции которого равен  $0,5\text{ Тл}$ . Чему равна сила Ампера, действующая на проводник, если напряжение на нём равно  $10\text{ В}$ ? Вектор магнитной индукции перпендикулярен проводнику. Удельное сопротивление стали равно  $12 \cdot 10^{-8}\text{ Ом}\cdot\text{м}$ . Ответ округлите до целых.
16. На проводник с током, помещённый в магнитное поле перпендикулярно линиям магнитной индукции, действует сила Ампера, равная  $60\text{ мН}$ . Площадь поперечного сечения проводника  $10^{-2}\text{ мм}^2$ , его удельное сопротивление  $0,12\text{ Ом}\cdot\text{мм}^2/\text{м}$ . Чему равен модуль вектора магнитной индукции, если известно, что на проводник подано напряжение  $3\text{ В}$ ?
17. Прямолинейный проводник подвешен горизонтально на двух нитях в однородном магнитном поле с индукцией  $10\text{ мТл}$ . Вектор магнитной

индукции горизонтален и перпендикулярен проводнику. Во сколько раз изменится сила натяжения нитей при изменении направления тока на противоположное? Масса единицы длины проводника  $0,01 \text{ кг/м}$ , сила тока в проводнике  $5 \text{ А}$ .

18. Электрон, ускоренный разностью потенциалов  $U=100 \text{ В}$ , влетает в однородное магнитное поле, линии индукции которого перпендикулярны направлению его движения. Индукция магнитного поля  $B = 2 \cdot 10^{-3} \text{ Тл}$ . Чему равен радиус окружности, по которой движется электрон?
19. Заряженная частица, заряд которой  $q$ , движется в однородном магнитном поле с индукцией  $B$  по окружности радиусом  $R$ . Чему равен модуль импульса частицы?
20. Протон вращается в однородном магнитном поле индукцией  $0,1 \text{ Тл}$  по окружности. Чему равен период его обращения?
21. Два протона движутся в однородном магнитном поле в плоскости, перпендикулярной линиям индукции магнитного поля, по окружности радиусов  $R_1$  и  $R_2$ . Найти отношение их кинетических энергий.
22. Два электрона, имеющие скорости  $V_1$  и  $V_2$ , движутся по окружностям в однородном магнитном поле в плоскости, перпендикулярной линиям магнитной индукции. Чему равно отношение их периодов обращения?
23. Два электрона с кинетическими энергиями  $E_1$  и  $E_2$ , соответственно движутся по окружностям в однородном магнитном поле в плоскости, перпендикулярной линиям индукции поля. Чему равно отношение их периодов обращения?
24. Электрон массой  $m_1$  и протон массой  $m_2$ , имея кинетические энергии  $E_1$  и  $E_2$ , движутся по окружностям в однородном поле в плоскости, перпендикулярной вектору индукции магнитного поля. Найти отношение их частот вращения.
25. Две частицы с одинаковыми зарядами и отношением масс  $\frac{m_1}{m_2} = 2$  попадают в однородное магнитное поле, вектор индукции которого перпендикулярен векторам скорости частиц. Кинетическая энергия первой частицы в 4 раза больше, чем второй. Чему равно

отношение радиусов кривизны траекторий  $\frac{R_1}{R_2}$  первой и второй частиц в магнитном поле? Ответ округлите до десятых.

26. Две частицы с одинаковыми зарядами и отношением масс  $\frac{m_2}{m_1} = \frac{1}{2}$  влетели в однородные магнитные поля перпендикулярно векторам магнитной индукции: первая – в поле индукцией  $B_1$ , вторая – в поле индукцией  $B_2$ . Найдите отношение периодов обращения частиц в магнитных полях  $\frac{T_2}{T_1}$ , если отношение индукций  $\frac{B_2}{B_1} = \frac{1}{4}$ .

27. Протон в однородном магнитном поле движется по окружности. Как изменяется радиус окружности и период обращения протона, если его скорость увеличится? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Радиус окружности	Период обращения

28.  $\alpha$ -частица движется по окружности в однородном магнитном поле между полюсами магнита под действием силы Лоренца. После замены магнита по таким же траекториям стали двигаться протоны, обладающие той же скоростью. Как изменились индукция магнитного поля и модуль силы Лоренца? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Индукция магнитного поля	Модуль силы Лоренца

29. Протон в однородном магнитном поле движется по окружности. Если в этом поле будет двигаться по окружности с той же скоростью  $\alpha$ -

частица, то радиус окружности и частота обращения  $\alpha$ -частицы по сравнению с протоном:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Радиус окружности	Частота обращения

30. Протон в однородном поле между полюсами магнита движется по окружности радиусом  $R$  с периодом обращения  $T$  и центростремительным ускорением  $a_{цс}$ . В этом же поле по окружности с таким же радиусом стала двигаться  $\alpha$ -частица, обладающая такой же энергией, как и протон. Как изменились период обращения в магнитном поле и скорость движения  $\alpha$ -частицы по сравнению с протоном? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Период обращения	Скорость движения

31. В однородном магнитном поле с индукцией  $1,67 \cdot 10^{-5}$  Тл протон движется перпендикулярно вектору индукции со скоростью 8 км/с. Определите радиус траектории протона.

32. Ядро изотопа водорода  ${}^2_1\text{H}$  – дейтерия – движется в однородном магнитном поле индукцией  $3,34 \cdot 10^{-5}$  Тл перпендикулярно вектору индукции по окружности радиусом 10 м. Определите скорость ядра.

33. Электрон влетает в однородное магнитное поле с индукцией 0,01 Тл под углом  $60^\circ$  к линиям индукции и движется по винтовой линии с шагом 2 см. Чему равен при этом импульс электрона?

## Учебно-тренировочные тесты по разделу «Электромагнитная индукция»

1. Явление электромагнитной индукции заключается и проявляется в следующем:
  - 1) в изменении магнитного потока в контуре при движении последнего в магнитном поле;
  - 2) в повороте магнитной стрелки вдоль линий магнитной индукции;
  - 3) в возникновении электрического тока в замкнутом контуре при изменении магнитного потока, пронизывающего этот контур;
  - 4) в протекании тока в электрической цепи при подключении источника тока;
  - 5) в загорании лампочки, впаянной в проволочное кольцо, при надевании последнего на полосовой магнит.Выберите два правильных ответа из предложенного перечня.
  
2. При выдвигании из металлического кольца северного полюса постоянного магнита кольцо притягивается к магниту. Это означает, что:
  - 1) в кольце возникает индукционный ток, направленный по часовой стрелке при наблюдении со стороны магнита;
  - 2) в кольце возникает индукционный ток, направленный против часовой стрелки при наблюдении со стороны магнита;
  - 3) кольцо намагничивается, и возникший магнит обращён к выдвигаемому магниту северным полюсом;
  - 4) кольцо намагничивается, и возникший магнит обращён к выдвигаемому магниту южным полюсом.
  
3. При пропускании постоянного тока через катушку вокруг неё возникло магнитное поле. Оно обнаруживается по действию на магнитную стрелку и по способности намагничивать железный стержень, вставленный в катушку. В каком случае это магнитное поле исчезнет?
  - 1) если убрать из катушки железный стержень.
  - 2) если убрать магнитную стрелку.
  - 3) если убрать железный стержень и магнитную стрелку.
  - 4) если выключить электрический ток в катушке.

4. Проволочная прямоугольная рамка вращается с постоянной скоростью в однородном магнитном поле, ось вращения рамки перпендикулярна вектору  $B$  индукции и принадлежит плоскости рамки. Какова зависимость ЭДС индукции в рамке от времени?
5. В какой-то момент времени переменное внешнее магнитное поле  $B$  приводит к *увеличению* магнитного потока в замкнутом контуре, находящемся в этом поле. Это изменение магнитного потока индуцирует электрический ток, который, согласно правилу Ленца, индуцирует магнитное поле  $B_1$ . Как направлено индуцированное поле  $B_1$  по отношению к внешнему полю  $B$ : *противоположно, параллельно, перпендикулярно*? Ответ запишите словом.
6. В какой-то момент времени переменное внешнее магнитное поле  $B$  приводит к *уменьшению* магнитного потока в замкнутом контуре, находящемся в этом поле. Это изменение магнитного потока индуцирует электрический ток, который, согласно правилу Ленца, индуцирует магнитное поле  $B_1$ . Как направлено индуцированное поле  $B_1$  по отношению к внешнему полю  $B$ : *противоположно, параллельно, перпендикулярно*? Ответ запишите словом.
7. Какими формулами выражаются основной закон электромагнитной индукции и ЭДС самоиндукции? К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Физические законы	Формулы
А) закон электромагнитной индукции (основной)	1) $\varepsilon_i = - \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$
Б) ЭДС самоиндукции	2) $B = \frac{F}{I\Delta l}$
	3) $F = qB\sin\alpha$
	4) $\Phi = B_n S$
	5) $\varepsilon_{is} = - L \frac{\Delta I}{\Delta t}$

8. Изменяющееся во времени магнитное поле вызывает появление вихревого электрического поля, отличающегося от электростатического поля. Установите соответствие между типами полей и их свойствами. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию

из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Физические поля	Свойства полей
А) вихревое электрическое поле Б) электростатическое поле	1) силовые линии поля начинаются и заканчиваются на неподвижных зарядах
	2) поле связано исключительно с наличием проводников
	3) силовые линии поля замкнуты

9. Чему равна площадь рамки, если однородное магнитное поле индукцией  $0,1 \text{ Тл}$ , пронизывающее эту рамку, создаёт магнитный поток  $0,04 \text{ Вб}$ ? Рамка расположена перпендикулярно вектору магнитной индукции.
10. Линии индукции однородного магнитного поля пронизывают рамку площадью  $0,5 \text{ м}^2$  под углом  $30^\circ$  к её поверхности, создавая магнитный поток, равный  $0,2 \text{ Вб}$ . Чему равен модуль вектора индукции магнитного поля?
11. Магнитный поток через контур проводника сопротивлением  $0,05 \text{ Ом}$  за  $2 \text{ с}$  равномерно изменился на  $0,02 \text{ Вб}$ . Определите силу тока возникшую в проводнике.
12. Проводящая квадратная рамка с длиной стороны  $10 \text{ см}$  помещена в однородное магнитное поле, линии индукции которого составляют угол в  $60^\circ$  с направлением нормали к рамке. Определите модуль индукции магнитного поля, если известно, что при его равномерном исчезновении за время  $0,02 \text{ с}$  в рамке индуцируется ЭДС, равная  $10 \text{ мВ}$ .
13. Проволочная рамка сопротивлением  $R$  и площадью  $S$  находится в однородном постоянном магнитном поле  $B$ , линии индукции которого перпендикулярны плоскости рамки. В момент времени  $t = 0$  рамка начинает вращаться с частотой  $n \text{ об/с}$  вокруг оси, лежащей в плоскости рамки. Для момента времени  $t > 0$  установите соответствие между физическими величинами и выражающими их формулами. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Физические величины	Формулы
А) Поток вектора магнитной индукции через плоскость рамки	1) $BS \cos(2\pi nt)$
	2) $BSR  \sin(2\pi nt) $
Б) Модуль силы электрического тока, протекающего в рамке	3) $\frac{2\pi nBS  \sin(2\pi nt) }{R}$
	4) $\frac{BS}{R} \cos(2\pi nt)$

14. Магнитное поле, пронизывающее квадратную рамку со стороной  $10 \text{ см}$ , убывает со скоростью  $60 \text{ мТл/с}$ . Какой ток течет в рамке, если ее сопротивление  $2 \text{ Ом}$ ?

15. При изменении силы тока в катушке от  $0$  до  $5 \text{ А}$  в течение  $2 \text{ с}$  в ней возникла ЭДС, равная  $1 \text{ В}$ . Чему равна индуктивность катушки?

16. Какой магнитный поток пронизывал каждый виток катушки, имеющей  $100$  витков, если при равномерном исчезновении магнитного поля в течение промежутка времени, равного  $0,1 \text{ с}$ , в катушке протекает индукционный ток  $0,2 \text{ А}$ ? Сопротивление замкнутой цепи, включающей катушку и амперметр, равно  $50 \text{ Ом}$ .

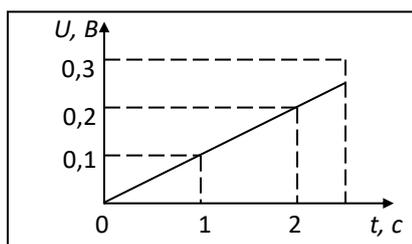
17. В опыте по наблюдению электромагнитной индукции квадратная рамка из одного витка тонкого провода находится в однородном магнитном поле, перпендикулярном плоскости рамки. Индукция магнитного поля равномерно возрастает от  $0$  до максимального значения  $B_{\max}$  за время  $T$ . При этом в рамке возбуждается ЭДС индукции, равная  $8 \text{ мВ}$ . Определите ЭДС индукции, возникающую в рамке, если  $T$  увеличить в  $2$  раза, а  $B_{\max}$  в  $2$  раза уменьшить.

18. При изменении силы тока от  $I_1$  до  $I_2$  за время  $\Delta t$  в катушке индуктивностью  $L$  возникает ЭДС самоиндукции. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите выбранные цифры рядом с соответствующими буквами.

Физические величины	Формулы
А) ЭДС самоиндукции	1) $\varepsilon = - \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$
	2) $\Delta W_M = \frac{L(I_2^2 - I_1^2)}{2}$

Физические величины	Формулы
Б) Изменение энергии магнитного поля катушки	3) $\varepsilon = -L \frac{I_2 - I_1}{\Delta t}$
	4) $\Delta W_M = \frac{L(I_2 - I_1)^2}{2}$

19. Прямолинейный проводник длиной  $10 \text{ см}$  перемещают в однородном магнитном поле с индукцией  $0,1 \text{ Тл}$ . Проводник, вектор его скорости и вектор индукции поля взаимно перпендикулярны. С каким ускорением нужно перемещать проводник, чтобы разность потенциалов на его концах  $U$  возросла, как показано на рисунке?



20. При движении проводника в однородном магнитном поле между его концами возникает ЭДС индукции  $2 \text{ мВ}$ . Чему будет равна ЭДС индукции при увеличении индукции магнитного поля в  $2 \text{ раза}$ ?
21. Найдите ЭДС индукции в проводнике длиной  $1 \text{ м}$ , перемещающемся в однородном магнитном поле с индукцией  $B = 6 \text{ Тл}$  со скоростью  $3 \text{ м/с}$  под углом  $45^\circ$  к вектору магнитной индукции.
22. При скорости  $v_1$  поступательного движения прямолинейного проводника в постоянном однородном магнитном поле на концах проводника возникает разность потенциалов  $U$ . При движении этого проводника в том же направлении в той же плоскости со скоростью  $v_2$  разность потенциалов на концах проводника увеличилась в  $2 \text{ раза}$ . Чему равно отношение скоростей  $\frac{v_2}{v_1}$ ?
23. Индуктивность витка проволоки равна  $2 \cdot 10^{-3} \text{ Гн}$ . При какой силе тока в витке магнитный поток через поверхность, ограниченную витком, равен  $12 \text{ мВб}$ ?
24. Определите магнитный поток, пронизывающий катушку, если при силе тока  $5 \text{ А}$  энергия магнитного поля катушки составляет  $2 \text{ Дж}$ .

25. В проводнике индуктивностью  $5 \text{ мГн}$  сила тока в течение  $0,2 \text{ с}$  равномерно возрастает с  $2 \text{ А}$  до какого-то конечного значения. При этом в проводнике возникает ЭДС самоиндукции  $0,2 \text{ В}$ . Определите конечное значение силы тока в проводнике.
26. В однородном магнитном поле, индукция которого равна  $0,1 \text{ Тл}$ , равномерно вращается катушка, состоящая из  $100$  витков проволоки. Площадь поперечного сечения катушки  $100 \text{ см}^2$ . Ось вращения катушки перпендикулярна оси катушки и направлению магнитного поля. Угловая скорость вращения катушки равна  $10 \text{ рад/с}$ . Чему равна максимальная ЭДС, возникающая в катушке?
27. Магнитный поток через контур из проводника с электрическим сопротивлением  $2 \text{ Ом}$  равномерно увеличился от  $0$  до  $3 \cdot 10^{-4} \text{ Вб}$ . Какой заряд при этом прошёл через поперечное сечение проводника?
28. Кольцо радиусом  $10 \text{ см}$  из тонкой проволоки сопротивлением  $0,2 \text{ Ом}$  находится в однородном магнитном поле, линии индукции которого расположены под углом  $45^\circ$  к плоскости кольца. Определите скорость возрастания магнитной индукции, если за  $5 \text{ с}$  в кольце выделяется количество теплоты  $400 \text{ мкДж}$ . Ответ округлите до сотых.
29. Круговой контур радиусом  $r = 5 \text{ см}$  помещён в однородное магнитное поле, индукция которого  $B = 0,5 \text{ Тл}$ . Плоскость контура перпендикулярна к направлению магнитного поля, сопротивление контура  $R = 0,2 \text{ Ом}$ . Какой заряд протечёт по контуру при повороте его на угол  $\alpha = 60^\circ$ ?
30. В некоторой цепи имеется участок, состоящий из сопротивления  $R = 0,2 \text{ Ом}$  и индуктивности  $L = 0,02 \text{ Гн}$ . Ток изменяется по закону  $I = 3t$ . Найдите разность потенциалов между концами этого участка в момент времени  $t = 2 \text{ с}$ .
31. Замкнутый контур площадью  $S$  из тонкой проволоки помещён в магнитное поле. Плоскость контура перпендикулярна вектору магнитной индукции поля. В контуре возникают колебания тока с амплитудой  $I_m = 35 \text{ мА}$ , если магнитная индукция меняется со временем по закону  $B = a \cdot \cos(bt)$ , где  $a = 6 \cdot 10^{-3} \text{ Тл}$ ,  $b = 3500 \text{ с}^{-1}$ . Электрическое сопротивление контура  $R = 1,2 \text{ Ом}$ . Чему равна площадь контура?

32. Тонкий алюминиевый брусок прямоугольного сечения, имеющий длину  $l=0,5$  м, соскальзывает из состояния покоя по гладкой наклонной плоскости из диэлектрика в вертикальном магнитном поле с индукцией  $B=0,1$  Тл. Плоскость наклонена к горизонту под углом  $\alpha = 30^\circ$ . Продольная ось бруска при движении сохраняет горизонтальное направление. Найдите величину ЭДС индукции на концах бруска в момент, когда брусок пройдёт по наклонной плоскости расстояние равное  $S = 1,6$  м.
33. Между двумя параллельными проводниками последовательно подключены два конденсатора  $C_1=4$  мкФ и  $C_2=1$  мкФ. По проводникам движется проводящая перемычка со скоростью  $v = 5$  м/с. Вся система помещена в магнитное поле, вектор магнитной индукции которого направлен под углом  $\alpha = 60^\circ$  к поверхности, где находятся проводники. Определите разность энергий электрического поля конденсаторов. Модуль магнитной индукции равен  $B=2$  Тл, расстояние между проводниками  $l= 40$  см.
34. Для измерения индукции постоянного магнитного поля иногда используют магнитометры с вращающейся катушкой, которая при помощи скользящих контактов присоединена к вольтметру переменного тока. Какой чувствительностью по действующему (эффективному) значению напряжения должен обладать такой вольтметр, имеющий очень большое входное сопротивление, чтобы минимальное значение индукции, которое может зафиксировать такой магнитометр, равнялось  $B_{min}=1$  мкТл? Катушка вращается равномерно с частотой  $\nu = 100$  Гц, состоит из  $N = 20$  витков тонкого провода, площадь каждого витка  $S = 1$  см<sup>2</sup>.

### **Учебно-тренировочные тесты по разделу «Электромагнитные колебания и волны»**

1. В электрическом колебательном контуре колеблющимися величинами являются:
  - 1) заряд конденсатора
  - 2) индуктивность катушки
  - 3) ёмкость конденсатора

- 4) сопротивление проводов
- 5) полная энергия электромагнитного поля контура
- 6) сила тока

Выберите два правильных ответа из предложенного перечня.

2. Свободные колебания определяются и проявляются как:
- 1) периодически изменяющиеся характеристики системы
  - 2) колебания, совершаемые в электрическом колебательном контуре при  $R = 0$
  - 3) колебания ветвей деревьев на ветру
  - 4) приливы и отливы рек и морей
  - 5) колебания системы, совершающиеся только за счёт первоначально сообщённой энергии при отсутствии внешних воздействий.
- Выберите два правильных ответа из предложенного перечня.

3. Как изменится период свободных колебаний в колебательном контуре, если пластины конденсатора раздвинуть: *уменьшится, увеличится, не изменится*? Ответ запишите словом.

4. Как меняется резонансная частота колебаний и амплитуда тока на частоте резонанса колебательного контура при увеличении активного сопротивления контура? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:
- 1) увеличится
  - 2) уменьшится
  - 3) не изменится

Резонансная частота	Амплитуда

5. Колебательный контур состоит из конденсатора ёмкостью  $C$  и катушки индуктивностью  $L$ . Во сколько раз увеличится период собственных колебаний контура, если его индуктивность увеличить в *10 раз*, а ёмкость уменьшить в *2,5 раза*?
6. Колебательный контур с конденсатором ёмкостью  $1 \text{ мкФ}$  настроен на частоту  $400 \text{ Гц}$ . Когда параллельно первому конденсатору подключили второй конденсатор, резонансная частота стала равной  $100 \text{ Гц}$ . Какова ёмкость второго конденсатора? Сопротивлением контура пренебречь.

7. Электрический колебательный контур содержит два одинаковых конденсатора, соединенных параллельно. Как изменится резонансная частота контура, если конденсаторы соединить последовательно? Сопротивлением контура пренебречь.
8. В идеальном колебательном контуре к конденсатору параллельно подсоединили конденсатор вдвое большей емкости. Как изменилась частота колебаний в контуре?
9. Как изменится длина волны, на которую настроен радиоприемник, если в приемном колебательном контуре емкость конденсатора увеличится в 9 раз? Сопротивлением контура пренебречь.
10. Колебательный контур радиоприемника содержит конденсатор емкости  $10^{-19} \text{ Ф}$ . Чему должна быть равна индуктивность катушки контура, чтобы обеспечить прием радиоволн длиной  $300 \text{ м}$ ?
11. Индуктивность катушки пропорциональна квадрату числа ее витков. Как следует изменить число витков катушки электрического колебательного контура, чтобы в два раза увеличить длину волны, на которую настроен контур?
12. В электрическом колебательном контуре емкость конденсатора равна  $1 \text{ мкФ}$ , а индуктивность катушки  $1 \text{ Гн}$ . Для свободных незатухающих колебаний в контуре амплитуда силы тока составляет  $100 \text{ мА}$ . Чему при этом равна амплитуда напряжения на конденсаторе?
13. Конденсатор электроёмкостью  $10 \text{ мкФ}$  заряжен до напряжения  $100 \text{ В}$  и разряжается через катушку с очень малым электрическим сопротивлением и индуктивностью  $10^{-3} \text{ Гн}$ . Чему равно максимальное значение силы тока в катушке?
14. В идеальном электрическом колебательном контуре емкость конденсатора  $2 \text{ мкФ}$ , а амплитуда напряжения на нем  $10 \text{ В}$ . Чему равна максимальная энергия магнитного поля катушки в таком контуре?
15. В идеальном колебательном контуре происходят свободные электромагнитные колебания. В таблице показано, как изменялось напряжение на конденсаторе в колебательном контуре с течением времени.

t, $10^{-6}$ с	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
U, В	40	28,3	0	-28,3	-40	-28,3	0	28,3	40	28,3

Выберите *два* верных утверждения о процессе, происходящем в контуре.

- 1) В момент  $t = 4 \cdot 10^{-6}$ с энергия конденсатора минимальна.
- 2) В момент  $t = 2 \cdot 10^{-6}$ с сила тока в контуре равна 0.
- 3) Амплитуда колебаний напряжения равна 80 В.
- 4) В момент  $t = 6 \cdot 10^{-6}$ с энергия катушки индуктивности максимальная.
- 5) Период колебаний равен 8 мкс.

16. В таблице показано, как при свободных электромагнитных колебаниях изменялся с течением времени заряд одной из обкладок конденсатора в идеальном колебательном контуре.

t, $10^{-6}$ с	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
q, $10^{-6}$ Кл	2,0	1,42	0	-1,42	-2,0	-1,42	0	1,41	2,0	1,42

Определите амплитуду колебаний силы тока в катушке индуктивности контура. Ответ округлите до сотых.

17. При настройке колебательного контура радиопередатчика ёмкость его конденсатора уменьшили. Как при этом изменились период колебаний тока в контуре и длина волны излучения? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Период колебаний тока в контуре	Длина волны излучения

18. При настройке колебательного контура радиопередатчика ёмкость его индуктивность уменьшили. Как при этом изменятся частота излучаемых волн и длина волны излучения? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится

- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Частота излучаемых волн	Длина волны излучения

19. В колебательном контуре, состоящем из конденсатора и катушки индуктивности, происходят свободные электромагнитные колебания. В момент, когда конденсатор разряжен, параллельно к нему подключают второй такой же конденсатор. Как после этого изменяется запасённая в контуре энергия, частота свободных электромагнитных колебаний и амплитуда напряжения между пластинами первого конденсатора?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу ответа выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Энергия, запасённая в контуре	Частота колебаний	Амплитуда напряжения первого конденсатора

20. В колебательном контуре, состоящем из конденсатора ёмкостью  $2\text{ мкФ}$  и катушки, происходят свободные электромагнитные колебания с циклической частотой  $1000\text{ рад/с}$ . Чему равна амплитуда колебаний напряжения на конденсаторе при амплитуде колебаний силы тока в контуре  $0,01\text{ А}$ ?

21. В электрическом колебательном контуре ёмкость конденсатора  $2\text{ мкФ}$ , а максимальное напряжение на нем  $5\text{ В}$ . Чему равна энергия магнитного поля катушки в момент времени, когда напряжение на конденсаторе равно  $3\text{ В}$ ?

22. Зная уравнение изменения с течением временем разности потенциалов на обкладках конденсатора в колебательном контуре  $U = 50 \cdot \cos 10^4 \pi t$ , В, найти длину волны, соответствующую этому контуру.

23. Колебательный контур состоит из конденсатора ёмкостью  $C = 0,9 \text{ нФ}$  и катушки с индуктивностью  $L = 0,002 \text{ Гн}$ . На какую длину волны настроен контур? Сопротивлением контура можно пренебречь.

24. Идеальный колебательный контур состоит из конденсатора и катушки индуктивностью  $4 \text{ мГн}$ . Заряд на пластинах конденсатора изменяется во времени в соответствии с формулой  $q = 2 \cdot 10^{-4} \cdot \text{Cos}(5000t)$  (все величины выражены в СИ). Установите соответствие между физическими величинами и формулами, выражающими их зависимость от времени в условиях данной задачи. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго под соответствующими буквами.

Физические величины	Формулы
А) сила тока в колебательном контуре $I(t)$	1) $1 \cdot \text{Cos}(5000t + 0,5\pi)$
	2) $20 \cdot \text{Sin}(5000t)$
Б) энергия магнитного поля катушки $W_L(t)$	3) $2 \cdot 10^{-3} \cdot \text{Sin}^2(5000t)$
	4) $2 \cdot 10^{-3} \cdot \text{Cos}^2(5000t)$

25. Колебательный контур состоит из катушки индуктивности и конденсатора. В нём наблюдаются гармонические электромагнитные колебания с периодом  $6 \text{ мкс}$ . Максимальный заряд одной из обкладок конденсатора при этих колебаниях равен  $4 \text{ мкКл}$ . Каким будет модуль заряда этой обкладки в момент времени  $t = 1,5 \text{ мкс}$ , если в начальный момент времени её заряд равен нулю?

26. Колебательный контур состоит из катушки индуктивности и конденсатора. В нём наблюдаются гармонические электромагнитные колебания с периодом  $8 \text{ мкс}$ . Максимальная сила тока в катушке индуктивности равна  $5 \text{ мА}$ . Какой будет сила тока в катушке в момент времени  $t = 6 \text{ мкс}$ , если в начальный момент времени сила тока равна нулю?

27. Колебательный контур состоит из катушки индуктивности и конденсатора. В нём наблюдаются гармонические электромагнитные колебания с периодом  $5 \text{ мс}$ . В начальный момент времени заряд конденсатора максимален и равен  $4 \text{ мкКл}$ . Чему будет равен заряд конденсатора через  $t = 2,5 \text{ мс}$ ?

28. В идеальном колебательном контуре сила тока изменяется по закону  $I = 0,1 \sin 10^3 t$ , (А). Найти индуктивность катушки в этом контуре, если емкость конденсатора равна  $10 \text{ мкФ}$ .

29. Изменение заряда в идеальном колебательном контуре происходит по закону  $q = 10^{-4} \cos 10\pi t$ , (Кл). Найти максимальную энергию магнитного поля в контуре, при емкости конденсатора, равной  $1 \text{ мкФ}$ .

30. При подключении к колебательному контуру источника, ЭДС которого равна  $\varepsilon = 200 \sin(400\pi t)$ , наблюдается резонанс токов. Определите собственную частоту колебаний в этом контуре. Все величины даны в СИ.

31. Сила тока в катушке изменяется по закону:  $I = 0,32 \cdot \sin(\pi t)$ . Чему равна индуктивность соленоида, если максимальное значение ЭДС самоиндукции равно  $0,2 \text{ В}$ ?

32. Катушка индуктивности подключена к источнику тока с пренебрежимо малым внутренним сопротивлением через ключ и резистор  $R = 60 \text{ Ом}$  последовательно. В момент времени  $t = 0 \text{ с}$  замыкают. Значения силы тока в цепи, измеренные в последовательные моменты времени с точностью до  $\pm 0,01 \text{ А}$ , представлены в таблице.

$t, \text{с}$	0	0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0
$I, \text{А}$	0	0,12	0,19	0,23	0,26	0,28	0,29	0,30	0,30

Выберите два верных утверждения о процессах, происходящих в цепи.

- 1) энергия катушки максимальна в момент времени  $t = 0 \text{ с}$
- 2) напряжение на катушке максимально в момент времени  $t = 6,0 \text{ с}$
- 3) модуль ЭДС самоиндукции катушки в момент времени  $t = 2,0 \text{ с}$  равен  $2,4 \text{ В}$
- 4) напряжение на резисторе в момент времени  $t = 1,0 \text{ с}$  равно  $1,9 \text{ В}$
- 5) ЭДС источника тока равна  $18 \text{ В}$ .

33. Катушка индуктивности подключена к источнику тока с пренебрежимо малым внутренним сопротивлением через ключ и резистор  $R = 40 \text{ Ом}$  последовательно. В момент времени  $t = 0 \text{ с}$  замыкают. Значения силы тока в цепи, измеренные в последовательные моменты времени с точностью до  $\pm 0,01 \text{ А}$ , представлены в таблице.

$t, \text{с}$	0	0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0
$I, \text{А}$	0	0,12	0,19	0,23	0,26	0,29	0,29	0,30	0,30

Выберите два верных утверждения о процессах, происходящих в цепи.

- 1) модуль ЭДС самоиндукции катушки в момент времени  $t = 1,0$  с равен  $7,6$  В
- 2) модуль ЭДС самоиндукции катушки в момент времени  $t = 2,0$  с равен  $1,6$  В
- 3) ЭДС источника тока равна  $4,8$  В
- 4) напряжение на резисторе с течением времени монотонно возрастает
- 5) к моменту времени  $t = 3,0$  с ЭДС самоиндукции катушки равна нулю.

34. В идеальном колебательном контуре происходят свободные электромагнитные колебания. В таблице приведено изменение заряда на одной из обкладок конденсатора в контуре с течением времени.

$t,$ $10^{-6}c$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$q,$ $10^{-9}Кл$	4	2,8	0	-2,8	-4	-2,8	0	2,8	4	2,8

Чему равна энергия магнитного поля катушки в момент времени  $3 \cdot 10^{-6}c$ , если ёмкость конденсатора равна  $100$  нФ? Ответ округлите до целых.

35. В колебательный контур входят конденсатор ёмкостью  $2$  мкФ, катушка индуктивности и ключ. Соединение осуществляется при помощи проводов с пренебрежимо малым сопротивлением. Вначале ключ разомкнут, а конденсатор заряжен до напряжения  $4$  В. Затем ключ замыкают. Чему будет равна запасённая в конденсаторе энергия через  $1/12$  часть периода колебаний, возникших в контуре. Ответ выразите в мкДж.

36. В идеальном колебательном контуре происходят свободные электромагнитные колебания. В таблице показано, как изменялся заряд конденсатора в колебательном контуре с течением времени.

$t,$ $10^{-6}c$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$q,$ $10^{-9}Кл$	2	1,42	0	-1,42	-2	-1,42	0	1,42	2	1,42

Выберите два верных утверждения о процессе, происходящем в контуре, и укажите в таблице ответа их номера.

- 1) в момент  $t = 4 \cdot 10^{-6}c$  энергия конденсатора минимальна

- 2) в момент  $t = 2 \cdot 10^{-6} \text{ с}$  сила тока в контуре равна 0
- 3) в момент  $t = 2 \cdot 10^{-6} \text{ с}$  энергия катушки максимальна
- 4) частота колебаний равна  $125 \text{ кГц}$
- 5) период колебаний равен  $4 \cdot 10^{-6} \text{ с}$ .

37. Электрический колебательный контур настроен на определённую длину волны. Как изменятся период колебаний в контуре, их частота и соответствующая им длина волны, если площадь пластин конденсатора уменьшить? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу ответа выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Период колебаний	Частота колебаний	Длина волны

38. В колебательном контуре, состоящем из двух параллельно соединённых конденсаторов и подключённой к ним катушки индуктивности, происходят свободные электромагнитные колебания. В момент когда конденсаторы разряжены, один из них отсоединяют. Как после этого изменятся запасённая в контуре энергия, частота свободных электромагнитных колебаний и амплитуда напряжения между пластинами второго конденсатора? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу ответа выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Запасённая в контуре энергия	Частота свободных электромагнитных колебаний	Амплитуда напряжения между пластинами второго конденсатора

39. В двух идеальных колебательных контурах происходят электромагнитные колебания. Амплитуда силы тока в первом контуре  $5 \text{ мА}$ . Чему равно амплитудное значение силы тока во втором контуре, если период колебаний в нём в  $2$  раза меньше, а максимальное значение заряда конденсатора в  $3$  раза больше, чем в первом?
40. Амплитуда колебаний заряда на пластинах конденсатора в колебательном контуре вначале была равна  $q_m$ . Через некоторое время амплитуда уменьшилась на  $q_m/2$ . Чему равно отношение максимальной энергии магнитного поля в контуре до и после уменьшения амплитуды колебаний заряда?
41. При последовательном включении активного сопротивления, катушки и конденсатора в цепь переменного тока амплитуда колебаний напряжения на активном сопротивлении оказалась  $3 \text{ В}$ , на конденсаторе  $8 \text{ В}$ , на катушке  $12 \text{ В}$ . Считая конденсатор и катушку идеальными, определите амплитуду полного напряжения на концах последовательной цепи.
42. Ёмкостное сопротивление цепи переменного тока,  $X_c$ , после уменьшений ёмкости конденсатора в два раза, и частоты генерируемого тока в  $4$  раза, стало  $X_{c1}$ . Найдите отношение  $X_{c1}/X_c$ .
43. Идеальный электромагнитный колебательный контур состоит из конденсатора ёмкостью  $20 \text{ мкФ}$  и катушки индуктивности. В начальный момент времени конденсатор заряжен до напряжения  $4 \text{ В}$ , ток через катушку не течёт. В момент времени, когда напряжение на конденсаторе станет равным  $2 \text{ В}$ , чему будет равна энергия магнитного поля катушки?
44. В идеальном колебательном контуре амплитуда колебаний силы электрического тока в катушке индуктивности  $I_m = 5 \text{ мА}$ , а амплитуда напряжения на конденсаторе  $U_m = 2 \text{ В}$ . В момент времени  $t$  сила тока в катушке  $I = 3 \text{ мА}$ . Найдите напряжение на конденсаторе в этот момент.
45. В процессе колебаний в идеальном контуре в момент времени  $t$  заряд на конденсаторе  $q = 4 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$ , а сила тока в катушке  $I = 3 \text{ мА}$ . Период колебаний  $T = 6,3 \cdot 10^{-6} \text{ с}$ . Найдите амплитуду колебаний заряда.

46. Определите частоту собственных колебаний в колебательном контуре, если амплитуда колебаний напряжения на конденсаторе равна  $100\text{ В}$ , амплитуда колебаний силы тока равна  $10\text{ А}$ , а энергия электромагнитного поля равна  $0,02\text{ Дж}$ .
47. В двух идеальных колебательных контурах происходят электромагнитные колебания. Амплитудное значение заряда конденсатора во втором контуре равно  $9\text{ мкКл}$ . Амплитуда колебаний силы тока в первом контуре в  $3\text{ раза}$  меньше, а период его колебаний в  $2\text{ раза}$  больше, чем во втором контуре. Определите амплитудное значение заряда конденсатора в первом контуре.
48. Число витков в первичной обмотке трансформатора в  $2\text{ раза}$  больше числа витков в его вторичной обмотке. Чему равна амплитуда колебаний напряжения на концах вторичной обмотки трансформатора в режиме холостого хода при амплитуде колебаний напряжения на концах первичной обмотки  $50\text{ В}$ ?
49. Напряжение на концах первичной обмотки трансформатора равно  $500\text{ В}$ , на концах вторичной –  $10\text{ В}$ . Сила тока во вторичной обмотке  $17\text{ А}$ . Чему равна сила тока в первичной обмотке трансформатора, если коэффициент полезного действия равен  $85\%$ ?
50. Амплитуда напряжения на концах первичной обмотки трансформатора  $310\text{ В}$ , сила тока в ней  $0,5\text{ А}$ . Напряжение на концах вторичной обмотки  $31\text{ В}$ , сила тока в ней  $4\text{ А}$ . Чему равен коэффициент полезного действия трансформатора?

### **Учебно-тренировочные тесты по разделу «Геометрическая оптика.**

#### **Линзы»**

1. Каким является изображение, которое мы видим, рассматривая себя в обычном плоском зеркале?
- 1) действительным, увеличенным
  - 2) обратным перевернутым, уменьшенным
  - 3) прямым, увеличенным
  - 4) прямым, мнимым
  - 5) с увеличением, равным единице

Выберите два правильных ответа из предложенного перечня.

2. Луч света падает на зеркало перпендикулярно к его поверхности. Каким станет угол между падающим и отраженным лучом, если зеркало повернуть на  $10^\circ$ ?
3. Какой должна быть минимальная высота зеркала, чтобы человек ростом 160 см увидел себя в полный рост?
4. Вертикально стоящий шест высотой 1,1 м, освещенный Солнцем, отбрасывает на горизонтальную поверхность Земли тень длиной 1,3 м, а длина тени от телеграфного столба на 5,2 м больше. Определите высоту столба.
5. Предмет находится от плоского зеркала на расстоянии 10 см. На каком расстоянии от предмета окажется его изображение, если предмет отодвинуть от зеркала еще на 15 см?
6. Точечный источник света находится на расстоянии 1,2 м от плоского зеркала. На сколько уменьшится расстояние между источником и его изображением, если не поворачивая зеркала, пододвинуть его ближе к источнику на 0,3 м?
7. Для угла падения светового луча из вакуума на скипидар в  $45^\circ$  угол преломления равен  $30^\circ$ . Найти скорость распространения света в скипидаре.
8. Предельный угол полного внутреннего отражения на границе стекло – воздух равен  $30^\circ$ . Определите скорость света в этом сорте стекла.
9. Предельный угол полного внутреннего отражения при переходе света из стекла в воду равен  $45^\circ$ . Определите абсолютный показатель преломления этого сорта стекла, если абсолютный показатель преломления воды равен 1,33. Ответ округлите до сотых.
10. Как изменяется длина волны света при переходе из среды с абсолютным показателем преломления 2 в среду с абсолютным показателем преломления 1,5?

11. Определите угол падения луча в воздухе на поверхность воды, если угол между преломленным и отраженным лучами равен  $90^\circ$ . Показатель преломления воды 1,33.

12. Под каким углом из вакуума должен падать световой луч на поверхность вещества с показателем преломления, равным 1,73, чтобы угол преломления был в 2 раза меньше угла падения?

13. Пучок света переходит из воздуха в стекло. Что происходит при этом с частотой электромагнитных колебаний в световой волне, скоростью их распространения, длиной волны? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Частота	Скорость	Длина волны

14. Небольшой предмет находится на главной оптической оси тонкой собирающей линзы, на двойном фокусном расстоянии от неё. Как изменятся при удалении предмета от линзы следующие величины: размер изображения, его расстояние от линзы, оптическая сила линзы? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Размер изображения	Расстояние изображения от линзы	Оптическая сила линзы

15. Монохроматический пучок света падает на границу вода – воздух. Как при этом изменяются скорость распространения и частота световой

волны? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Скорость света	Частота световой волны

16. Луч света падает из воды на плоскую границу с воздухом. Частота световой волны в воде равна  $\nu$ . Абсолютный показатель преломления воды относительно воздуха равен  $n$ . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым они определяются. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго под соответствующими буквами.

Физические величины	Формулы
А) Частота световой волны в воздухе	1) $\nu$
Б) Длина волны в воде	2) $\frac{c}{\nu n}$
	3) $\frac{c}{\nu}$
	4) $n\nu$

17. Луч света идёт в воде, падает на плоскую границу раздела вода – воздух и целиком отражается от границы раздела. Затем угол падения луча на границу раздела начинают уменьшать. Выберите *два* верных утверждения о характере изменений углов, характеризующих ход луча, и о ходе самого луча и укажите в таблице ответа их номера.

- 1) если преломление будет возможно, то угол преломления будет увеличиваться
- 2) отражённый луч может совсем исчезнуть
- 3) угол отражения будет уменьшаться
- 4) угол отражения может стать больше угла падения
- 5) может появиться преломлённый луч

18. Луч света идёт в воде, падает на плоскую границу раздела вода – воздух и выходит из воды в воздух, частично отражаясь от границы раздела. Затем угол падения луча на границу раздела начинают увеличивать. Выберите *два* верных утверждения о характере изменений углов,

характеризующих ход луча, и о ходе самого луча и укажите в таблице ответа их номера.

- 1) преломление луча может совсем исчезнуть
- 2) угол преломления будет уменьшаться
- 3) угол отражения может стать больше угла падения
- 4) отражённый луч может совсем исчезнуть
- 5) если преломление будет возможно, то угол преломления будет увеличиваться

19.Стеклянную плосковыпуклую линзу (показатель преломления стекла  $n_{\text{стекла}} = 1,54$ ) перенесли из воздуха ( $n_{\text{воздуха}}=1$ ) в воду ( $n_{\text{воды}} = 1,33$ ). Выберите два верных утверждения о характере изменений, произошедших с оптической системой линза – окружающая среда, и укажите в таблице ответа их номера.

- 1) линза из собирающей превратилась в рассеивающую
- 2) линза была и осталась рассеивающей
- 3) фокусное расстояние уменьшилось, оптическая сила увеличилась
- 4) фокусное расстояние увеличилось, оптическая сила уменьшилась
- 5) линза была и осталась собирающей

20.Предмет расположен на тройном фокусном расстоянии от тонкой собирающей линзы. Каким будет его изображение? Выберите два верных утверждения и укажите их номера.

- 1) изображение будет перевёрнутым
- 2) изображение будет прямым
- 3) изображение будет увеличенным
- 4) изображение будет уменьшенным
- 5) предмет и изображение будут одного размера

21.Небольшой предмет расположен на главной оптической оси тонкой собирающей линзы на двойном фокусном расстоянии от неё. Его начинают приближать к фокусу линзы. Как меняются при этом расстояние от линзы до изображения и оптическая сила линзы? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Расстояние от линзы до изображения	Оптическая сила линзы

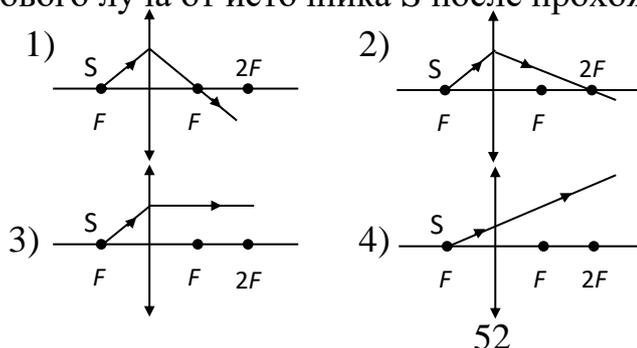
22. В опыте нить накала лампочки расположена вблизи главной оптической оси тонкой линзы с фокусным расстоянием, модуль которого равен  $F$ , перпендикулярно этой оси. Расстояние  $a$  от линзы до нити равно  $2F$ . Сначала в опыте использовали рассеивающую линзу, а затем – собирающую. Установите соответствие между видом линзы, использовавшейся в опыте, и свойствами изображения. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Вид линзы	Свойства изображения
А) линза рассеивающая	1) действительное, перевёрнутое, равное по размерам
Б) линза собирающая	2) мнимое, прямое, уменьшенное
	3) действительное, увеличенное, перевёрнутое
	4) мнимое, увеличенное, перевёрнутое

23. В опыте нить накала лампочки расположена вблизи главной оптической оси тонкой линзы с фокусным расстоянием, модуль которого равен  $F$ , перпендикулярно этой оси. Расстояние  $a$  от линзы до нити равно  $1,5F$ . Сначала в опыте использовали рассеивающую линзу, а затем – собирающую. Установите соответствие между видом линзы, использовавшейся в опыте, и свойствами изображения. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Вид линзы	Свойства изображения
А) линза рассеивающая	1) действительное, перевёрнутое, увеличенное
Б) линза собирающая	2) мнимое, прямое, уменьшенное
	3) действительное, уменьшенное, перевёрнутое
	4) мнимое, увеличенное, перевёрнутое

24. Свет идёт из вещества с показателем преломления  $n$  в вакуум. Предельный угол полного внутреннего отражения равен  $30^\circ$ . Чему равен  $n$ ?
25. Под водой солнечные лучи образуют с нормалью к поверхности воды угол  $50^\circ$ . Под каким углом к горизонту находится Солнце? Показатель преломления воды  $1,3$ . Ответ округлите до единиц.
26. Линза с фокусным расстоянием  $0,2$  м даёт на экране изображение предмета, увеличенное в  $8$  раз. Чему равно расстояние от предмета до линзы? Ответ приведите в см.
27. Оптическая сила собирающей линзы  $5$  дптр. На каком расстоянии от линзы нужно поместить предмет, чтобы его изображение было в натуральную величину?
28. На каком расстоянии от собирающей линзы с фокусным расстоянием  $20$  см следует поместить источник света, чтобы его изображение было мнимым и увеличенным в  $4$  раза?
29. Предмет высотой  $1,6$  см расположен от рассеивающей линзы на расстоянии, равном ее фокусному расстоянию. Найти высоту изображения.
30. На каком расстоянии следует расположить предмет от рассеивающей линзы, чтобы мнимое изображение предмета было вдвое меньше предмета?
31. Предмет расположен на главной оптической оси тонкой собирающей линзы оптической силой  $D = 5$  дптр. На экране получено действительное уменьшенное в  $2$  раза изображение предмета. Найдите расстояние от изображения предмета до линзы.
32. Укажите номер рисунка, на котором правильно изображен ход светового луча от источника  $S$  после прохождения собирающей линзы:



33.Высота изображения, полученного в рассеивающей линзе, в *3 раза* меньше высоты предмета. Оптическая сила линзы *4 дптр*. Определите расстояние от предмета до линзы.

34.Для определения фокуса рассеивающей линзы необходимо собрать экспериментальную установку. Для этого взяли лампу накаливания, соединительные провода, рассеивающую линзу, оптическую скамью, экран, стойки для крепления линз, линейку. Какие *два* прибора из приведённого ниже перечня оборудования необходимо дополнительно использовать для проведения эксперимента?

- 1) плоскопараллельная пластинка
- 2) источник тока
- 3) секундомер
- 4) собирающая линза
- 5) плоское зеркало

35.Точечный источник света находится в сосуде с жидкостью и опускается вертикально вниз от поверхности жидкости. При этом на поверхности жидкости возникает пятно, образованное лучами света, выходящими из жидкости в воздух. Глубина погружения источника (расстояние от поверхности жидкости до источника света), измеренная через равные промежутки времени, а также соответствующий радиус светлого пятна представлены в таблице. Погрешность измерения глубины погружения и радиуса пятна составила *1 см*. Выберите *два* верных утверждения на основании данных, приведённых в таблице.

Глубина погружения, см	10	20	30	40	50	60	70
Радиус пятна, см	12	24	36	48	60	72	84

- 1) показатель преломления жидкости меньше *1,5*
- 2) образование пятна на поверхности обусловлено дисперсией света в жидкости
- 3) конечные размеры пятна на поверхности обусловлены явлением полного внутреннего отражения
- 4) граница пятна движется с ускорением
- 5) предельный угол полного отражения меньше *45°*.

36. Точечный источник света находится в сосуде с жидкостью и опускается вертикально вниз от поверхности жидкости. При этом на поверхности жидкости возникает пятно, образованное лучами света, выходящими из жидкости в воздух. Глубина погружения источника (расстояние от поверхности жидкости до источника света), измеренная через равные промежутки времени, а также соответствующий радиус светлого пятна представлены в таблице. Погрешность измерения глубины погружения и радиуса пятна составила  $1\text{ см}$ . Выберите два верных утверждения на основании данных, приведённых в таблице.

Глубина погружения, см	10	20	30	40	50	60	70
Радиус пятна, см	10	20	30	40	50	60	70

- 1) показатель преломления жидкости больше  $1,5$
- 2) образование пятна на поверхности обусловлено интерференцией света в жидкости
- 3) угол полного внутреннего отражения равен  $45^\circ$
- 4) граница пятна движется с ускорением
- 5) конечные размеры пятна на поверхности обусловлены явлением полного внутреннего отражения

37. Оптическая сила линзы зависит не только от радиуса кривизны боковых поверхностей линзы, но и от материала из которого сделана линза, а также от свойств среды, в которой она находится. В собирающей стеклянной линзе получаем действительное изображение точечного источника света, расположенного на главной оптической оси. Как изменится оптическая сила линзы и как сместится изображение, если линзу и источник поместить в прозрачную среду, абсолютный показатель преломления которой больше единицы, но меньше показателя преломления стекла?

38. Какой оптической силы нужно взять объектив для фотоаппарата, чтобы с самолета, летящего на высоте  $5\text{ км}$ , сфотографировать местность в масштабе  $1: 20\ 000$ ?

39. Оптическая сила объектива фотоаппарата равна  $5\text{ дптр}$ . При фотографировании чертежа с расстояния  $1\text{ м}$  площадь изображения

чертежа на фотопластинке оказалась равной  $4 \text{ см}^2$ . Какова площадь самого чертежа?

40. Предмет расположен на расстоянии  $9 \text{ см}$  от собирающей линзы с фокусным расстоянием  $6 \text{ см}$ . Линзу заменили на другую собирающую линзу с фокусным расстоянием  $8 \text{ см}$ . На каком расстоянии от новой линзы нужно расположить предмет для того, чтобы увеличения в обоих случаях были одинаковыми?
41. На каком расстоянии друг от друга следует расположить две линзы – рассеивающую с фокусным расстоянием –  $4 \text{ см}$  и собирающую с фокусным расстоянием  $9 \text{ см}$ , чтобы пучок лучей, параллельных главной оптической оси линзы, пройдя через обе линзы, остался бы параллельным?
42. Круглый бассейн радиусом  $5 \text{ м}$  залит до краев водой. Над центром бассейна на высоте  $3 \text{ м}$  от поверхности воды висит лампа. На какое расстояние от края бассейна может отойти человек ростом  $1,8 \text{ м}$ , чтобы все еще видеть отражение лампы в воде?
43. Определить смещение луча после прохождения через плоскопараллельную стеклянную пластинку толщиной  $6 \text{ см}$ , имеющую показатель преломления  $1,6$ . Угол падения луча на пластинку  $60^\circ$ .
44. В дно водоёма глубиной  $3 \text{ м}$  вертикально вбита свая, скрытая под водой. Высота сваи  $2 \text{ м}$ . Угол падения солнечных лучей на поверхность воды равен  $30^\circ$ . Определите длину тени сваи на дне водоёма. Коэффициент преломления воды  $n = \frac{4}{3}$ .
45. У самой поверхности воды в реке летит комар, стая рыб находится на расстоянии  $2 \text{ м}$  от поверхности воды. Каково максимальное расстояние до комара, на котором он ещё виден рыбам на этой глубине? Относительный показатель преломления света на границе воздух – вода равен  $1,33$ .
46. Условимся считать изображение на плёнке фотоаппарата резким, если вместо идеального изображения в виде точки на плёнке получается изображение пятна диаметром не более некоторого предельного значения. Поэтому если объектив находится на фокусном расстоянии от

плёнки, то резкими считаются не только бесконечно удалённые предметы, но и все предметы, находящиеся дальше некоторого расстояния  $d$ . Оцените диаметр входного отверстия объектива  $D$ , если при фокусном расстоянии  $F=80$  мм резкими оказались все предметы, находившиеся на расстояниях более  $d = 4$  м от объектива. Предельный размер пятна равен  $\delta = 0,2$  мм. Сделайте рисунок, поясняющий образование пятна.

47. Пучок параллельных световых лучей падает вдоль главной оптической оси на тонкую собирающую линзу диаметром  $10$  см с оптической силой  $2,5$  дптр. Экран расположен за линзой на расстоянии  $30$  см от неё. Чему равен диаметр светлого пятна, созданного линзой на экране?
48. Параллельный световой пучок падает перпендикулярно на тонкую собирающую линзу. На расстоянии  $20$  см от неё расположена рассеивающая линза. Оптическая сила собирающей линзы равна  $5$  дптр, фокусное расстояние рассеивающей линзы равно  $-15$  см. Диаметры линз равны  $8$  см. На каком расстоянии от собирающей линзы необходимо расположить экран, чтобы он был освещён равномерно?

### Учебно-тренировочные тесты по разделу «Физическая оптика»

1. Найти разность фаз двух интерферирующих лучей при разности хода между ними равной  $\frac{3}{4}$  длины волны.
2. Какое из перечисленных ниже оптических явлений обусловлено поперечностью световых волн?
  - 1) интерференция света;
  - 2) дифракция света;
  - 3) поляризация света;
  - 4) дисперсия света;
  - 5) фотоэффект.
3. Два источника излучают пучки монохроматического света с длинами волн  $\lambda_1=500$  нм и  $\lambda_2=800$  нм. Чему равно отношение импульсов фотонов  $\frac{p_1}{p_2}$  в этих пучках?
4. Два полупрозрачных зеркала расположены параллельно друг другу. На них перпендикулярно плоскости зеркал падает свет, длина волны

которого равна  $0,52$  мкм. Чему должно быть равно минимальное расстояние между зеркалами, чтобы наблюдался первый минимум при интерференции отражённых световых волн?

5. Какой импульс передает фотон светового излучения с длиной волны  $6,6 \cdot 10^{-7}$  м идеальному зеркалу, полностью отражающему свет (фотон падает нормально)?
6. Чему равна масса фотона рентгеновского излучения с длиной волны  $2,5 \cdot 10^{-10}$  м?
7. Излучение какой длины волны поглотил атом водорода, если полная энергия электрона в атоме увеличилась на  $3 \cdot 10^{-19}$  Дж?
8. Найти частоту излучения лазера, если лазер мощностью  $P$  испускает  $N$  фотонов за  $t$  секунд.
9. Длина волны падающего рентгеновского излучения равна  $2,4 \cdot 10^{-11}$  м. После рассеяния на электроне длина волны излучения стала  $2,6 \cdot 10^{-11}$  м. Какую часть своей первоначальной энергии фотон излучения передал электрону?
10. Каплю черной жидкости теплоемкостью  $2$  кДж/(кг·К) и массой  $50$  мг освещают пучком лазерного света с интенсивностью  $2,26 \cdot 10^{17}$  фотонов в секунду. Определите длину волны лазерного света, если капля нагревается со скоростью  $1$  градус в секунду.
11. Лазер мощностью  $1$  мВт генерирует монохроматическое излучение с длиной волны, равной  $0,6$  мкм. За какое время лазер испускает фотоны, суммарная масса которых равна массе покоя электрона?
12. Какому виду электромагнитного излучения соответствует фотон, импульс которого равен  $10^{-27}$  кг·м/с?
13. Электрон движется со скоростью  $2,75 \cdot 10^6$  м/с. Чему равна длина соответствующей волны де Бройля?
14. Определите длину волны де Бройля протона, кинетическая энергия которого равна  $500$  эВ.

15. Чему равна длина волны де Бройля шарика массой  $1 \text{ г}$ , движущегося со скоростью  $1 \text{ см/с}$ ?
16. Сетчатка глаза начинает реагировать на желтый свет с длиной волны  $600 \text{ нм}$  при мощности падающего на нее излучения  $1,98 \cdot 10^{-18} \text{ Вт}$ . Сколько фотонов при этом падает на сетчатку каждую секунду?
17. Сколько возможных квантов с различной энергией может испустить атом водорода, если электрон находится на четвертой стационарной орбите?
18. Найти наибольший порядок спектра, который можно наблюдать при дифракции света с длиной волны  $\lambda$  на дифракционной решетке с периодом  $3,5\lambda$ .
19. Под каким углом наблюдается максимум третьего порядка при дифракции света с длиной волны  $600 \text{ нм}$  на дифракционной решетке, имеющей  $100$  штрихов на  $1 \text{ мм}$  длины?
20. Спектры третьего и четвертого порядка при дифракции белого света, нормально падающего на дифракционную решетку, частично перекрываются. Какая длина волны спектра четвертого порядка накладывается на длину волны  $780 \text{ нм}$  спектра третьего порядка?
21. В прозрачном сосуде, заполненном водой, находится дифракционная решётка. Решётка освещается лучом света лазерной указки, падающим перпендикулярно её поверхности через боковую стенку сосуда. Как изменяется частота световой волны, падающей на решётку, и угол между падающим лучом и направлением на первый дифракционный максимум при удалении воды из сосуда? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:
- 1) увеличится
  - 2) уменьшится
  - 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждого ответа. Цифры в ответе могут повторяться.

Частота волны света, достигающего решётки	Угол между нормалью к решётке и направлением на первый дифракционный максимум

22. В прозрачном сосуде, заполненном водой, находится дифракционная решётка. Решётка освещается параллельным пучком монохроматического света, падающим перпендикулярно её поверхности через боковую стенку сосуда. Как изменятся длина световой волны, падающей на решётку, и угол между падающим лучом и направлением на первый дифракционный максимум при замене воды в сосуде прозрачной жидкостью с большим показателем преломления? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждого ответа. Цифры в ответе могут повторяться.

Длина волны света, достигающего решётки	Угол между нормалью к решётке и направлением на первый дифракционный максимум

23. В прозрачном сосуде находится дифракционная решётка. Решётка освещается параллельным пучком монохроматического света, падающим перпендикулярно её поверхности через боковую стенку сосуда. Как изменятся частота световой волны, падающей на решётку, и угол между падающим лучом и направлением на первый дифракционный максимум, если в сосуд налить воду? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждого ответа. Цифры в ответе могут повторяться.

Частота света, достигающего решётки	Угол между нормалью к решётке и направлением на первый дифракционный максимум

24. Частота света, падающего на дифракционную решётку с периодом  $d$ , увеличивается. Как при этом изменяется угол дифракции,

определяющий направление на максимум  $l$ -го порядка, и длина волны света? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждого ответа. Цифры в ответе могут повторяться.

Угол дифракции	Длина волны

25. В первом опыте лазерный луч красного цвета падает перпендикулярно на дифракционную решётку, содержащую 50 штрихов на 1 мм. Во втором опыте решётку заменили на другую, содержащую 100 штрихов на 1 мм, оставив угол падения лазерного луча на решётку тем же. Выберите два верных утверждения о результатах этого опыта.

- 1) В обоих опытах в центральной точке экрана, расположенной перпендикулярно падающему лучу, наблюдается красное пятно.
- 2) Во втором опыте расстояния между дифракционными максимумами на экране стали меньше.
- 3) Во втором опыте количество дифракционных максимумов, наблюдаемых на экране, уменьшилось.
- 4) Дифракционная картина, наблюдаемая на экране, не изменилась.
- 5) Решётка слишком частая и дифракционная картина пропадает.

26. При освещении одной и той же дифракционной решётки монохроматическим светом на экране, установленном за ней, возникает дифракционная картина, состоящая из светлых линий на тёмном фоне. Решётку освещали последовательно тремя источниками, разных цветов – красным, жёлтым, зелёным. Выберите два верных утверждения о наблюдаемой на экране дифракционной картине.

- 1) При освещении красным светом расстояния между дифракционными полосами были самыми маленькими.
- 2) При освещении зелёным светом количество максимумов на экране было максимальным.
- 3) Во всех случаях в центре экрана наблюдалась яркая полоса.
- 4) Расстояние между максимумами жёлтого цвета были больше, чем между красными.

5) Расстояние между максимумами жёлтого цвета были меньше, чем между зелёными.

27. При освещении одной и той же дифракционной решётки монохроматическим светом на экране, установленном за ней, возникает дифракционная картина, состоящая из светлых линий на тёмном фоне. Решётку освещали последовательно тремя источниками, разных цветов – фиолетовым, зелёным и жёлтым. Выберите два верных утверждения о наблюдаемой на экране дифракционной картине.

- 1) При освещении фиолетовым светом расстояния между дифракционными полосами были самыми маленькими.
- 2) При освещении зелёным светом количество максимумов на экране было минимальным.
- 3) Во всех случаях в центре экрана наблюдалась тёмная полоса.
- 4) Расстояние между максимумами жёлтого цвета были больше, чем между фиолетовыми.
- 5) Расстояние между максимумами жёлтого цвета были меньше, чем между зелёными.

28. Дифракционная решётка с периодом  $20 \text{ мкм}$  расположена параллельно экрану на расстоянии  $0,5 \text{ м}$  от него. Между решёткой и экраном вплотную к решётке расположена линза, которая фокусирует свет, проходящий через решётку, на экране. Какого порядка максимум в спектре будет наблюдаться на экране на расстоянии  $7,5 \text{ см}$  от центра дифракционной картины при освещении решётки нормально падающим пучком света длиной волны  $750 \text{ нм}$ ? Угол отклонения лучей решёткой  $\alpha$  считать малым, так что  $\sin \alpha \approx \tan \alpha \approx \alpha$ .

29. Электромагнитная волна преломляется на границе раздела воды и воздуха. Как изменяются при переходе из воды в воздух частота волны и её длина? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждого ответа. Цифры в ответе могут повторяться.

Частота волны	Длина волны

30. Дифракционная решётка с расстоянием  $d$  освещается красным светом. На экране, установленном за решёткой параллельно ей, возникает дифракционная картина, состоящая из тёмных и светлых вертикальных полос. Как изменится расстояние между светлыми полосами и число наблюдаемых тёмных полос, если освещать решётку синим светом?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется.

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждого ответа. Цифры в ответе могут повторяться.

Расстояние между светлыми полосами	Число тёмных полос

31. Пучок электронов падает перпендикулярно дифракционной решётки с периодом  $14,4$  мкм. В результате на фотопластинке, расположенной за решёткой параллельно ей, фиксируется дифракционная картина. Угол к направлению падения пучка, под которым наблюдается первый главный дифракционный максимум, равен  $30^\circ$ . Чему равна скорость электронов в пучке? Ответ выразите в м/с и округлите до десятков.

32. На металлическую пластинку направили пучок света от лазера, вызвав фотоэффект. Интенсивность лазерного излучения плавно увеличивают, не меняя его частоты. Как меняются в результате этого число вылетающих в единицу времени фотоэлектронов и их максимальная кинетическая энергия?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется.

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждого ответа. Цифры в ответе могут повторяться.

Число фотоэлектронов, вылетающих в единицу времени	Максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов

33. Монохроматический свет с энергией фотонов  $E_\phi$  падает на поверхность металла, вызывая фотоэффект. Напряжение, при котором фототок прекращается, равно  $U_3$ . Как изменятся модуль запирающего напряжения  $U_3$  и длина волны  $\lambda_{кр}$ , соответствующая красной границе фотоэффекта, если энергия падающих фотонов  $E_\phi$  увеличится?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в ответ выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Модуль запирающего напряжения, $U_3$	Красная граница фотоэффекта, $\lambda_{кр}$

34. При исследовании зависимости кинетической энергии фотоэлектронов от длины волны падающего света фотоэлемент освещался через различные светофильтры. В первой серии опытов использовался светофильтр, пропускающий только зелёный свет, а во второй – пропускающий только фиолетовый свет. В каждом опыте наблюдали явление фотоэффекта и измеряли запирающее напряжение. Как изменяются длина световой волны и запирающее напряжение при переходе от первой серии опытов ко второй? Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Длина световой волны	Запирающее напряжение

35. Работа выхода электрона из платины равна  $9,1 \cdot 10^{-19}$  Дж. Какова максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов, вырываемых из платины светом с длиной волны  $0,5$  мкм?
36. Электрон вылетает из пластинки цезия с кинетической энергией  $1,3$  эВ. Какова длина волны света, вызывающего фотоэффект, если работа выхода электрона из цезия  $1,8$  эВ?
37. Какой частоты свет следует направить на поверхность вольфрама, чтобы максимальная скорость фотоэлектронов была равна  $1000$  км/с? Работа выхода электронов из вольфрама равна  $4,5$  эВ.
38. Максимальная длина волны света, вызывающего фотоэффект с поверхности металлической пластины, равна  $0,5$  мкм. При какой минимальной частоте света начинается фотоэффект, если на эту пластину подать задерживающий потенциал, равный  $2$  В?
39. Работа выхода электрона из металла равна  $6,6 \cdot 10^{-19}$  Дж. Определите частоту света, вырывающего с поверхности этого металла электроны, полностью задерживающиеся разностью потенциалов  $5$  В.
40. Металлическую пластину освещают монохроматическим светом с длиной волны  $\lambda = 531$  нм. Каков максимальный импульс фотоэлектронов, если работа выхода электронов из данного металла  $A_{\text{вых}} = 1,73 \cdot 10^{-19}$  Дж?
41. В двух опытах по фотоэффекту металлическая пластина облучалась светом с длинами волн  $\lambda_1 = 350$  нм и  $\lambda_2 = 540$  нм. В этих опытах максимальные скорости фотоэлектронов отличались в  $\frac{v_1}{v_2} = 2$  раза. Чему равна работа выхода с поверхности металла? Ответ выразите в эВ.
42. Фотоэлектроны, выбитые монохроматическим светом частотой  $\nu = 6,7 \cdot 10^{14}$  Гц из металла с работой выхода  $A_{\text{вых}} = 1,89$  эВ, попадают в однородное электрическое поле напряженностью  $E = 100$  В/м. Чему равен тормозной путь для тех электронов, скорость которых максимальна и направлена вдоль линий напряженности поля?
43. В вакууме находятся два кальциевых электрода, к которым подключен конденсатор ёмкостью  $4000$  пФ. При длительном освещении катода светом фототок между электродами, возникший вначале, прекращается,

а на конденсаторе появляется заряд  $5,5 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$ . Красная граница фотоэффекта для кальция  $\lambda_0 = 450 \text{ нм}$ . Определите частоту световой волны, освещающей катод. Ёмкостью системы электродов пренебречь.

44. Значения энергии электрона в атоме водорода задаются формулой:

$$E_n = -\frac{13,6 \text{ эВ}}{n^2}, n = 1, 2, 3, \dots$$

При переходах с верхних уровней энергии на нижние атом излучает фотон. Переходы с верхних уровней на уровень с  $n = 1$  образуют серию Лаймана, на уровень с  $n = 2$  – серию Бальмера и т.д. Найдите отношение  $\gamma$  максимальной длины волны фотона в серии Бальмера к максимальной длине волны фотона в серии Лаймана.

### **Учебно-тренировочные тесты по разделу «Специальная теория относительности»**

1. При какой скорости, сравнимой со скоростью света в вакууме  $c$ , энергия частицы больше ее энергии покоя в два раза?
2. На Земле ракета имела длину  $100 \text{ м}$ . Какой размер эта ракета будет иметь для космонавта, находящегося внутри нее, если ракета движется относительно Земли со скоростью  $0,9c$ ?
3. С какой скоростью должен двигаться электрон, чтобы его масса в состоянии движения была втрое больше массы покоя?
4. Электрон движется со скоростью  $0,85c$ . Чему равен импульс этого электрона? ( $m_0$  – масса покоя электрона)
5. Специальная теория относительности рассматривает физические процессы, происходящие:
  - 1) в любых системах отсчёта;
  - 2) в гравитационном поле;
  - 3) только в неинерциальных системах отсчёта;
  - 4) только в инерциальных системах отсчёта;
  - 5) в отсутствии гравитационных полей.

Выберите два верных утверждения, касающихся СТО.

6. Масса тела, движущегося с определенной скоростью, увеличилась на 20%. Во сколько раз при этом уменьшилась его длина?
7. Одним из выводов СТО является относительность расстояний, измеренных в двух системах отсчёта, движущихся друг относительно друга с некоторой постоянной скоростью. Пусть с одной из этих систем (неподвижной) связано тело. В какой из систем (неподвижной или движущейся относительно тела) длина тела будет больше? Ответ запишите словом.
8. Время жизни нестабильного мюона, входящего в состав космических лучей, измеренное земным наблюдателем, относительно которого мюон двигался со скоростью, составляющей 95% скорости света в вакууме, оказалась равным  $6,4$  мкс. Каково время жизни мюона, покоящегося относительно наблюдателя?
9. Какую работу нужно совершить, чтобы увеличить скорость частицы с массой покоя  $m_0$  от  $0,6 c$  до  $0,8 c$ ?
10. Собственное время жизни некоторой нестабильной частицы равно  $10$  нс. Какой путь пролетит эта частица до распада в лабораторной системе отсчета, где время ее жизни равно  $20$  нс?
11. Стержень движется в продольном направлении с постоянной скоростью относительно инерциальной системы отсчета. При каком значении скорости длина стержня в этой системе отсчета будет в  $1,66$  раза меньше его собственной длины?
12. Общая мощность излучения Солнца составляет  $3,8 \cdot 10^{26}$  Вт. На сколько уменьшится масса Солнца за одни сутки, вследствие излучения?
13. Следствием постулатов СТО является «относительность одновременности», означающая, что:
- 1) промежуток времени между двумя событиями, отсчитываемый в разных инерциальных системах отсчёта, не зависит от скорости движения систем координат;
  - 2) длительность события оказывается наименьшей в неподвижной системе отсчёта;
  - 3) длительность события оказывается наибольшей в неподвижной системе отсчёта;

4) чем больше относительная скорость движения двух систем, тем больше разница в длительности событий, измеренных в этих системах. Выберите два верных утверждения из предложенного перечня.

14. Формула Эйнштейна, первая из двух «великих» формул, устанавливает связь между скоростью света, массой тела и его *кинетической энергией*, *полной энергией* или *энергией покоя*? Ответ запишите словами.

15. Постулат СТО о постоянстве скорости света в вакууме – скорость света в вакууме одинакова во всех ИСО – в частности означает, что:

- 1) скорость света во всех веществах одинакова;
- 2) скорость света не зависит от длины световой волны;
- 3) любые сигналы в природе распространяются со скоростями, не превышающими скорость света;
- 4) вместо мгновенного действия на расстоянии или дальнего действия с бесконечной скоростью распространения должно существовать дальнее действие со скоростью света.

Выберите два верных утверждения из предложенного перечня.

### Учебно-тренировочные тесты по разделу «Физика атомного ядра.

#### Ядерные реакции»

1. Какая часть исходных радиоактивных ядер распадается за время, равное двум периодам полураспада?
2. Какое количество полураспадов должно пройти, чтобы от радиоактивного источника осталось  $1/32$  первоначального числа радиоактивных ядер?
3. Сколько процентов ядер некоторого радиоактивного элемента останется через время, равное трём периодам полураспада этого элемента?
4. Период полураспада изотопа кислорода  $^{14}_8\text{O}$  составляет  $71\text{ с}$ . Какая доля от исходного большого числа этих ядер останется *нераспавшейся* через интервал времени, равный  $142\text{ с}$ ?

5. В герметичный контейнер поместили  $10 \text{ мг}$  полония  ${}^{210}_{84}\text{Po}$ , ядра которого испытывают  $\alpha$ -распад с периодом полураспада  $140 \text{ дней}$ . Какая масса полония останется в контейнере через  $420 \text{ дней}$ ?
6. Установите соответствие между описанием приборов (устройств) и их названиями. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в ответ выбранные цифры под соответствующими буквами.

Описание приборов (устройств)	Название приборов
А) Устройство, в котором осуществляется управляемая ядерная реакция	1) фотоэлемент
	2) ядерный реактор
Б) Устройство для измерения доз ионизирующих излучений и их мощностей	3) лазер
	4) дозиметр

7. Определите, какая частица (обозначенная символом X) образуется в результате ядерной реакции  ${}^{14}_6\text{C} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^{17}_8\text{O} + X$ :
- 1) альфа – частица;
  - 2) бета – частица;
  - 3) протон;
  - 4) нейтрон;
  - 5) позитрон.
8. В какое ядро превращается ядро изотопа урана  ${}^{238}_{92}\text{U}$  после захвата нейтрона, если оно не испытывает деления, а претерпевает последовательно два бета-распада с испусканием электронов?
9. Ядро изотопа урана  ${}^{235}_{92}\text{U}$ , поглощая нейтрон, испытывает деление на два более легких ядра (осколка) с испусканием двух нейтронов. Если одним из осколков является ядро цезия  ${}^{140}_{55}\text{Cs}$ , то какое ядро представляет собой другой осколок?
10. Радиоактивный изотоп испытал два  $\alpha$ - и три  $\beta$ -распада. Как при этом изменились его массовое число, число протонов и число нейтронов в ядре?

11. Сколько  $\alpha$ - и  $\beta$ -распадов должно произойти при радиоактивном распаде ядра урана  ${}^{238}_{92}\text{U}$  и конечном превращении его в ядро свинца  ${}^{82}\text{Pb}^{198}$ ?

12. В результате серии радиоактивных распадов  ${}^{238}_{92}\text{U}$  превращается в свинец  ${}^{206}_{82}\text{Pb}$ . Какое количество  $\alpha$ - и  $\beta$ -распадов он испытывает при этом?

13. В результате некоторого числа  $\alpha$ -распадов и некоторого числа электронных  $\beta$ -распадов из ядра  ${}^A_Z\text{X}$  получается ядро  ${}^{A-8}_{Z-1}\text{X}$ . Чему равно число  $\beta$ -распадов в этой ядерной реакции?

14. Установите соответствие между ядерной реакцией и неизвестной частицей  $X$ , которая в ней участвовала. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ядерная реакция	Частица
А) ${}^4_2\text{He} + {}^{14}_7\text{N} \rightarrow X + {}^{17}_8\text{O}$	1) $\alpha$ -частица
	2) протон
Б) ${}^{10}_5\text{B} + {}^1_0\text{n} \rightarrow X + {}^7_3\text{Li}$	3) нейтрон
	4) электрон

15. Радиус первой орбиты в атоме водорода  $5,3 \cdot 10^{-11}$  м. Найти напряженность электрического поля ядра на этом расстоянии и кинетическую энергию электрона на этой орбите.

16. Вычислите энергию связи ядра атома гелия  ${}^4_2\text{He}$ . (Массы атома гелия 4,0027 а.е.м.,  $m_p = 1,0073$  а.е.м.,  $m_n = 1,0087$  а.е.м.,  $m_e = 0,00055$  а.е.м.).

17. Определите, какое количество каменного угля с удельной теплотой сгорания  $27 \text{ МДж/кг}$  надо сжечь, чтобы получить такую же энергию, как при синтезе  $10 \text{ г}$  гелия в результате ядерной реакции.

18. Радиоактивный препарат помещён в медный контейнер массой  $0,5 \text{ кг}$ . За время  $2 \text{ ч}$  температура контейнера повысилась на  $5,2 \text{ К}$ . Известно, что данный препарат испускает  $\alpha$ -частицы энергией  $5,3 \text{ МэВ}$ , причём энергия всех  $\alpha$ -частиц полностью переходит во внутреннюю энергию. Найдите активность препарата  $A$ , т.е. количество  $\alpha$ -частиц, рождающихся в нём за  $1 \text{ с}$ . Теплоёмкостью препарата и теплообменом с окружающей средой пренебречь.

19. Пациенту ввели внутривенно дозу раствора, содержащего изотоп  ${}_{11}^{24}\text{Na}$ . Активность  $1 \text{ см}^3$  этого раствора  $a_0 = 2000$  распадов в секунду. Период полураспада изотопа  ${}_{11}^{24}\text{Na}$  равен  $T = 15,3$  ч. Через  $t = 3$  ч 50 мин активность  $1 \text{ см}^3$  крови пациента стала  $a = 0,28$  распадов в секунду. Каков объём введённого раствора, если общий объём крови пациента  $V = 6$  л? Переходом ядер изотопа  ${}_{11}^{24}\text{Na}$  из крови в другие ткани организма пренебречь.

### Учебно-тренировочные тесты по разделу «Элементы астрофизики»

1. Рассмотрите таблицу, содержащую характеристики планет Солнечной системы.

Название планеты	Диаметр в районе экватора, км	Период обращения вокруг Солнца	Период вращения вокруг оси	Средняя температура на поверхности
Меркурий	4878	87,97 сут.	58,6 сут.	350°C день, - 170°C ночь
Венера	12 104	224,7 сут.	243сут.3ч50мин.	480°C
Марс	6794	687 сут.	24 ч 37мин	- 63°C
Юпитер	142 800	11 лет 314 сут.	9 ч 55,5мин.	- 150°C
Сатурн	119 900	29 лет 168 сут.	10 ч 40мин	- 180°C
Уран	51 108	83 года 273 сут.	17 ч 14мин	- 214°C
Нептун	49 493	164 года 292сут.	17 ч 15мин	- 220°C

Выберите два утверждения, которые соответствуют характеристикам планет:

- 1) Уран почти в 2 раза превосходит по своим размерам Нептун;
- 2) средняя температура на поверхности Юпитера составляет 123 K;
- 3) отличительным признаком планет-гигантов является быстрое, по сравнению с планетами земной группы, вращение вокруг своей оси;
- 4) максимальная температура на поверхности Венеры достигает 753 K;
- 5) масса Нептуна почти в 3 раза меньше массы Юпитера.

2. Выберите два верных утверждения из приведённых ниже и укажите в таблице ответа их номера:

- 1) 1 а.е. – это расстояние от Земли до Солнца;
  - 2) сверхновая звезда является конечной стадией в эволюции жёлтых карликов;
  - 3) на Марсе нет смены времён года;
  - 4) среднее количество звёзд в галактике  $10^{11}$ ;
  - 5) кольцами обладают все планеты Солнечной системы.
3. Выберите *два* верных утверждения из приведённых ниже и укажите в таблице ответа их номера:
- 1) 1 а.е. – это расстояние от Земли до центра Млечного Пути;
  - 2) хвост кометы направлен всё время на Солнце;
  - 3) на Юпитере нет смены времён года;
  - 4) чем дальше от Земли галактика, тем ближе линии её спектра к красному цвету;
  - 5) на Венере возможно наличие воды.
4. Выберите *два* верных утверждения из приведённых ниже и укажите в таблице ответа их номера:
- 1) звёзды Млечного Пути являются небольшой частью нашей звёздной системы;
  - 2) наша Галактика – сильно сплюснутая звёздная система;
  - 3) наша Галактика сферически симметрична в пространстве;
  - 4) Млечным Путём называется видимое на небе светлое кольцо;
  - 5) Млечный Путь – это полная Вселенная.
5. Выберите *два* верных утверждения из приведённых ниже и укажите в таблице ответа их номера:
- 1) все галактики имеют одинаковое строение;
  - 2) любая галактика вращается вокруг своей оси;
  - 3) галактики удаляются друг от друга с ускорением;
  - 4) галактики удаляются друг от друга с постоянной скоростью;
  - 5) галактика Млечный путь – самая большая в местной группе галактик.
6. Выберите *два* верных утверждения из приведённых ниже и укажите в таблице ответа их номера:
- 1) расстояния между звёздами в галактике измеряются в астрономических единицах;
  - 2) парсек (пк) – это расстояние, с которого средний радиус земной орбиты виден под углом  $1''$ ;

- 3) 1 св.год намного больше парсека;
  - 4) 1 пк = 3,36 св.года;
  - 5) измерить параллакс можно у звёзд, находящихся на любых расстояниях от Земли.
7. С чем связано явление солнечного и лунного затмений? Выберите *два* верных утверждения и укажите их номера.
- 1) лунное затмение происходит вследствие того, что Солнце освещает только половину Луны;
  - 2) солнечное затмение – явление, заключающееся в том, что Луна полностью закрывает Солнце;
  - 3) лунное затмение происходит тогда, когда Луна входит в тень, отбрасываемую Землёй;
  - 4) лунное затмение никогда не происходит во время полнолуний;
  - 5) при солнечном затмении Луна полностью или частично закрывает Солнце.

### **Учебно-тренировочные тесты по разделу «Методы научного познания»**

1. Для того чтобы более точно измерить массу одной шайбы, на электронные весы положили 30 шайб. Весы показали 12,0 г. Погрешность весов равна  $\pm 1,5$  г. Чему равна масса одной шайбы по результатам этих измерений? Запишите ответ с учётом погрешности измерений.
2. С помощью ученической линейки измерили толщину пачки из 500 листов бумаги. Толщина пачки оказалась  $50 \pm 1$  мм. Определите толщину одного листа бумаги с учётом погрешности измерений.
3. При определении сопротивления резистора ученик измерил напряжение на нём:  $U = 4,6 \pm 0,2$  В. Сила тока через резистор измерялась настолько точно, что погрешностью можно пренебречь:  $I = 0,500$  А. Запишите в ответ величину сопротивления резистора, с учётом погрешности измерений.

4. С помощью ученической линейки измерили толщину стопки из 20 шайб. Толщина стопки оказалась  $42 \pm 1 \text{ мм}$ . Определите толщину одной шайбы с учётом погрешности измерений.
5. Для проведения опыта по обнаружению зависимости сопротивления проводника от материала, из которого сделан проводник, ученику выдали пять проводников, параметры которых указаны в таблице. Какие два проводника из предложенных ниже необходимо взять ученику, чтобы провести данное исследование?

№ проводника	Длина проводника	Диаметр проводника	Материал
1	5 м	1,0 мм	медь
2	10 м	0,5 мм	медь
3	20 м	1,0 мм	алюминий
4	10 м	0,5 мм	алюминий
5	10 м	1,0 мм	медь

В ответ запишите номера выбранных проводников.

6. Ученику необходимо провести исследование зависимости частоты свободных электромагнитных колебаний в колебательном контуре от ёмкости конденсатора. Параметры колебательных контуров приведены в таблице. Какие два колебательных контура из предложенных ниже необходимо взять ученику, чтобы провести данное исследование?

№ колебательного контура	Ёмкость конденсатора	Индуктивность катушки
1	14 пФ	1,2 мГн
2	0,6 мкФ	1,4 мГн
3	12 пФ	1,2 мГн
4	14 пФ	1,3 мГн
5	0,6 мкФ	1,0 мГн

В ответ запишите номера выбранных колебательных контуров.

7. Необходимо собрать экспериментальную установку, с помощью которой определить сопротивление лампочки. Для этого школьник взял соединительные провода, реостат, ключ, лампочку и вольтметр. Какие две позиции из приведённого ниже перечня оборудования

необходимо дополнительно использовать для проведения этого эксперимента?

- 1) ключ
- 2) амперметр
- 3) резистор
- 4) конденсатор
- 5) аккумулятор

В ответ запишите номера выбранного оборудования.

8. Для проведения опыта по обнаружению зависимости периода колебаний нитяного маятника от длины нити ученику выдали пять маятников, параметры которых указаны в таблице. Грузы – полые металлические шарики одинакового объёма. Какие два маятника из предложенных ниже необходимо взять ученику, чтобы провести данное исследование?

№ маятника	Длина нити	Масса груза	Материал, из которого сделан груз
1	60 см	100 г	медь
2	100 см	200 г	сталь
3	80 см	300 г	алюминий
4	80 см	100 г	алюминий
5	150 см	200 г	сталь

В ответ запишите номера выбранных маятников.

9. При измерении периода колебаний маятника было измерено время, за которое совершается 20 колебаний, которое оказалось равным 18,0 с. Погрешность измерения времени составила 0,2 с. Запишите в ответ измеренный период колебаний с учётом погрешности измерений.

### РАЗДЕЛ 3. ОТВЕТЫ К УЧЕБНО-ТРЕНИРОВОЧНЫМ ЗАДАНИЯМ

#### Ответы к разделу «Магнитное поле»

№	Ответ	№	Ответ
1	<i>к наблюдателю</i>	18	<i>1,7 см</i>
2	<i>A - 2; B - 1</i>	19	<i>RqB</i>
3	<i>A - 3; B - 2</i>	20	<i>0,66 с</i>
4	<i>A - 2; B - 3</i>	21	$\frac{R_1^2}{R_2^2}$
5	<i>0,1 Н</i>	22	<i>l</i>
6	<i>3</i>	23	<i>l</i>
7	<i>0,1 Тл</i>	24	$\frac{m_2}{m_1}$
8	<i>вверх</i>	25	<i>2,8</i>
9	<i>1</i>	26	<i>2</i>
10	<i>1</i>	27	<i>1; 3</i>
11	<i>20 А</i>	28	<i>2; 3</i>
12	<i>250 А</i>	29	<i>3; 2</i>
13	<i>0,7 Дж</i>	30	<i>3; 2</i>
14	<i>1,5 мм<sup>2</sup></i>	31	<i>5 м</i>
15	<i>8 Н</i>	32	<i>16 000 м/с</i>
16	<i>0,24 Тл</i>	33	<i>1,02·10<sup>-23</sup> кг·м / с</i>
17	<i>3 раза</i>		

#### Ответы к разделу «Электромагнитная индукция»

№	Ответ	№	Ответ
1	<i>3; 5</i>	18	<i>A - 3; B - 2</i>
2	<i>1</i>	19	<i>10 м/с<sup>2</sup></i>
3	<i>4</i>	20	<i>4 мВ</i>
4	<i>синусоидальная</i>	21	<i>12,7 В</i>
5	<i>противоположно</i>	22	<i>2</i>

№	Ответ	№	Ответ
6	<i>параллельно</i>	23	<i>6 А</i>
7	<i>1; 5</i>	24	<i>0,8 Вб</i>
8	<i>3; 1</i>	25	<i>10 А</i>
9	<i>0,4</i>	26	<i>1В</i>
10	<i>0,8 Тл</i>	27	<i><math>1,5 \cdot 10^{-4}</math> Кл</i>
11	<i>0,2 А</i>	28	<i>0,18 Тл/с</i>
12	<i>0,04 Тл</i>	29	<i>0,01 Кл</i>
13	<i>1; 3</i>	30	<i>1,14 В</i>
14	<i>0,3 мА</i>	31	<i>20 см<sup>2</sup></i>
15	<i>0,4 Гн</i>	32	<i>0,17 В</i>
16	<i>0,01 Вб</i>	33	<i>3,8 мкДж</i>
17	<i>2 мВ</i>	34	<i>0,9 мкВ</i>

**Ответы к разделу «Электромагнитные колебания и волны»**

№	Ответ	№	Ответ
1	<i>1; 6</i>	26	<i>5 мА</i>
2	<i>5; 2</i>	27	<i>4 мкКл</i>
3	<i>уменьшится</i>	28	<i>0,1 Гн</i>
4	<i>3; 2</i>	29	<i>5 мДж</i>
5	<i>в 2 раза</i>	30	<i>200 Гц</i>
6	<i>15 мкФ</i>	31	<i>0,2 Гн</i>
7	<i>увеличится в 2 раза</i>	32	<i>3; 5</i>
8	<i>уменьшится в 1,7 раза</i>	33	<i>2; 4</i>
9	<i>увеличится в 3 раза</i>	34	<i>41 нДж</i>
10	<i><math>25 \cdot 10^4</math> Гн</i>	35	<i>12 мкДж</i>
11	<i>увеличится в 2 раза</i>	36	<i>3; 4 или 4; 3</i>
12	<i>100В</i>	37	<i>2; 1; 2</i>
13	<i>10 А</i>	38	<i>3; 1; 1</i>
14	<i><math>10^{-4}</math> Дж</i>	39	<i>30 мА</i>
15	<i>4; 5</i>	40	<i>4</i>
16	<i>1,57</i>	41	<i>5В</i>
17	<i>2; 2</i>	42	<i>8</i>
18	<i>1; 2</i>	43	<i>0,12</i>

№	Ответ	№	Ответ
19	3; 2; 2	44	1,6 В
20	5 В	45	$5 \cdot 10^{-9}$ Кл
21	16 мкДж	46	4 кГц
22	$6 \cdot 10^4$ м	47	6 мкКл
23	2520 м	48	25 В
24	1; 3	49	0,4 А
25	4 мкКл	50	80%

### Ответы к разделу «Геометрическая оптика. Линзы»

№	Ответ	№	Ответ
1	4; 5	25	$5^\circ$
2	$20^\circ$	26	22,5 см
3	80 см	27	40 см
4	5,5 м	28	15 см
5	0,5 м	29	0,8 см
6	0,6 м	30	на расстоянии равном фокусу
7	$2,13 \cdot 10^8$ м/с	31	30 см
8	150 000 км/с	32	3
9	1,89	33	50 см
10	увеличится в 4/3 раза	34	2; 4 или 4; 2
11	$\arctg 1,33$	35	1; 3
12	$60^\circ$	36	3; 5
13	3; 2; 2	37	оптическая сила уменьшится, изображение удалится от линзы
14	2; 3; 3	38	4 дптр.
15	1; 3	39	$64 \cdot 10^{-4}$ м <sup>2</sup>
16	A – 1; B – 2	40	12 см
17	3; 5 или 5; 3	41	5 см
18	1; 5 или 5; 1	42	3 м
19	4; 5 или 5; 4	43	3,3 см
20	1; 4 или 4; 1	44	0,8 м
21	1; 3	45	3 м

№	Ответ	№	Ответ
22	2; 1	46	1 см
23	2; 1	47	2,5 см
24	2	48	40 см

### Ответы к разделу «Физическая оптика»

№	Ответ	№	Ответ
1	$3/2 \pi$	23	3; 2
2	3	24	2; 1
3	1,6	25	1; 3
4	0,13 мкм	26	2; 3
5	$2 \cdot 10^{-27} \text{ Н} \cdot \text{с}$	27	1; 4
6	$8,8 \cdot 10^{-33} \text{ кг}$	28	4
7	0,66 мкм	29	3; 1
8	Pt / Nh	30	2; 1
9	7,7%	31	100 м/с
10	447,5 нм	32	1; 3
11	$8,2 \cdot 10^{-11} \text{ с}$	33	1; 3
12	видимый свет	34	2; 1
13	$2,6 \cdot 10^{-10} \text{ м}$	35	фотон вырван не будет
14	1,28 нм	36	400 нм
15	$6,6 \cdot 10^{-27} \text{ см}$	37	$1,8 \cdot 10^{15} \text{ Гц}$
16	6	38	$1,1 \cdot 10^{15} \text{ Гц}$
17	6	39	$2,2 \cdot 10^{15} \text{ Гц}$
18	3	40	$6 \cdot 10^{-25} \text{ кг} \cdot \text{м/с}$
19	$\arcsin 0,18$	41	1,9 эВ
20	585 нм	42	8,7 мм
21	3; 1	43	$10^{15} \text{ Гц}$
22	2; 2	44	5,4

### Ответы к разделу «Специальная теория относительности»

№	Ответ	№	Ответ
1	0,866 с	9	$0,42 \text{ м}_0 \cdot \text{с}^2$

№	Ответ	№	Ответ
2	<i>100 м</i>	10	<i>5 м</i>
3	<i>0,943 с</i>	11	<i>0,8 с</i>
4	<i>~1,7 m<sub>0</sub>·с</i>	12	<i>3,6·10<sup>14</sup>кг</i>
5	<i>4; 5</i>	13	<i>2; 4</i>
6	<i>в 1,2 раза</i>	14	<i>энергией покоя</i>
7	<i>в неподвижной</i>	15	<i>3;4</i>
8	<i>2 мкс</i>		

### Ответы к разделу «Физика атомного ядра. Ядерные реакции»

№	Ответ	№	Ответ
1	<i><math>\frac{3}{4}</math> ядер</i>	11	<i>10 <math>\alpha</math>- и 10 <math>\beta</math>-распадов</i>
2	<i>5</i>	12	<i>8 <math>\alpha</math>- и 6 <math>\beta</math>-распадов</i>
3	<i>12,5%</i>	13	<i>3</i>
4	<i>25%</i>	14	<i>A – 2; B - 1</i>
5	<i>1,25 мг</i>	15	<i>13,6 эВ</i>
6	<i>A – 2; B – 4</i>	16	<i>28,3 МэВ</i>
7	<i>нейтрон</i>	17	<i>77,8 т</i>
8	<i><math>{}_{94}^{239}\text{U}</math></i>	18	<i>1,6·10<sup>11</sup>с<sup>-1</sup></i>
9	<i><math>{}_{37}^{94}\text{X}</math></i>	19	<i>1 см<sup>3</sup></i>
10	<i>уменьшится, уменьшится, уменьшится</i>		

### Ответы к разделу «Элементы астрофизики»

№	Ответ	№	Ответ
1	<i>2; 3</i>	5	<i>2; 3</i>
2	<i>1;4</i>	6	<i>2; 4</i>
3	<i>3; 4</i>	7	<i>3;5</i>
4	<i>2; 4</i>		

### Ответы к разделу «Методы научного познания»

№	Ответ	№	Ответ
1	$0,40 \pm 0,05 \text{ г.}$	6	1; 3
2	$0,100 \pm 0,002 \text{ мм.}$	7	2; 5
3	$9,2 \pm 0,4 \text{ Ом}$	8	2; 5
4	$2,10 \pm 0,05 \text{ мм.}$	9	$1,6 \pm 0,1 \text{ с}$
5	2;4		

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ЕГЭ. Физика: типовые экзаменационные варианты: 10 вариантов / под ред. М.Ю. Демидовой. – М.: Издательство «Национальное образование», 2017. – 128 с.
2. ЕГЭ. Физика: типовые экзаменационные варианты: 30 вариантов / под ред. М.Ю. Демидовой. – М.: Издательство «Национальное образование», 2017. – 352 с.
3. ЕГЭ. Физика. Практическое руководство для подготовки к ЕГЭ / Г.А. Никулова, А.Н. Москалёв. – М.: Издательство «Экзамен», 2017. – 559 с.
4. ЕГЭ 2017. Физика. Типовые тестовые задания / О.Ф. Кабардин, С.И. Кабардина, В.А. Орлов. – М.: Издательство «Экзамен», 2017. – 223 с.
5. ЕГЭ. Физика. 25 лучших вариантов от «Просвещения» / О.А. Литвинов, Н.А. Парфентьева. – М.: Издательство «Просвещение», 2019. – 255 с.
6. ЕГЭ 2018. Тренажёр. Физика / Е.В. Лукашева, Н.И. Чистякова. – М.: Издательство «Экзамен», 2018. – 199 с.
7. ЕГЭ 2018. Экзаменационный тренажёр. Экзаменационный тренажёр. 20 экзаменационных вариантов. Физика / С.Б. Бобошина. – М.: УЧПЕДГИЗ, 2018. – 198 с.
8. Физика. Подготовка к ЕГЭ-2017. 25 тренировочных вариантов по демоверсии на 2017 год: учебное пособие / Под ред. Л.М. Монастырского. – Ростов-на-Дону: Легион, 2016. – 352 с.
9. Яковлева, Е.В. Физика. Тренировочные материалы для подготовки учащихся к ЕГЭ: учебно-методическое пособие / Е.В. Яковлева. – Нижнекамск: ФГБОУ ВПО «КНИТУ». – 2013. – 57 с.

Учебное издание

Елена Владимировна Яковлева

# ФИЗИКА

Тренировочные задания для слушателей факультета непрерывного  
образования: практикум

Часть 3. Электромагнетизм. Оптика. Квантовая физика

Верстка: Анна Васильева

Дизайн: Мелисса Ченинг

Подписано к исп. 15.05.2019 г.

Электрон. текст. дан. (1 файл 1,6 Мб).

1 эл. опт. диск (CD-ROM). Тираж 500 экз.

Заказ ЭИ-19/02

Москва, РусАльянс Сова

e-mail: izdatel@sowa-ru.com