

# **КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА ПО ФИЗИКЕ ДЛЯ СТУДЕНТОВ ФЗО (дистанционное обучение)**

Студенты-заочники выполняют одну контрольную работу, состоящую из 5 заданий.

Зачтенная контрольная работа является допуском к сдаче экзамена (зачета). Экзамен (зачет) сдается дистанционно на компьютере, который формирует билеты на основе тестов (ссылки на методички см. ниже) и выставляет оценки (зачеты).

**Номер варианта контрольной работы** выбирается по последней цифре зачётной книжки ( **последняя цифра вашего логина** в Тимс).

Номера заданий для каждого варианта представлены в **табл.1**.

Тексты заданий можно найти в файле «**Тесты\_ч\_2.pdf**», который находится в папке Физика в разделе Файлы. Там же вы найдете лекции по физике.

Образец оформления индивидуальных заданий смотрите в **ПРИЛОЖЕНИИ**.

## **Требования к оформлению контрольных работ**

1. Контрольная работа выполняется в тетради в клетку. На титульном листе нужно указать шифр (номер зачетной книжки), группу, фамилию, имя, отчество студента.

2. Каждая задача выполняется на отдельной странице. Оформление задач в формате WORD или PDF приветствуется, но не является обязательным.

3. Фотографии страниц (или файл формата word или pdf) с решениями высылаются на проверку преподавателю.

4. Если при проверке заданий у преподавателя возникают вопросы или замечания по оформлению или решению заданий, он возвращает работу на исправление, о чём сообщает в отзыве. Ваши вопросы вы можете задавать преподавателю в чате, с обязательным указанием своей группы.

5. **Работа считается выполненной**, если преподаватель сообщает вам в отзыве «**контрольные задания зачтены**».

**Без зачёта по контрольной работе студент ФЗО не допускается к сдаче итогового зачёта (экзамена) по физике.**

## Требования, предъявляемые к оформлению задач

1. Записать условие задания полностью и в краткой форме, выразив размерности исходных данных в единицах СИ;

2. Сделать чертеж или рисунок, если это необходимо. Если в задаче есть векторные величины, обязательно нужен рисунок, на котором указано их направление.

3. Написать уравнения, формулы или законы, отображающие физический процесс, со словесной формулировкой и пояснением буквенных обозначений.

4. Решить задачу в общем виде, подставить числовые данные, произвести вычисления, записать номер правильного ответа.

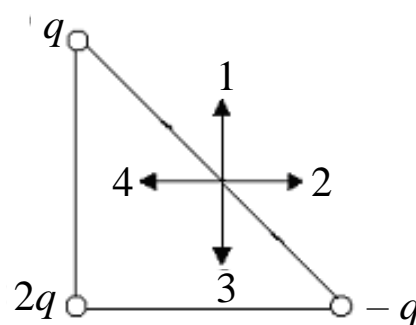
Таблица 1

№ варианта	Номера задач				
0	11.1	11.10	12.22	13.6	19.12
1	11.2	12.11	13.7	13.13	17.2
2	11.3	11.17	12.22	13.8	14.14
3	11.4	11.13	12.4	13.9	13.15
4	11.2	11.6	12.15	13.10	17.5
5	11.6	12.16	13.6	13.11	19.17
6	11.1	11.16	12.14	13.13	17.18
7	11.8	15.9	12.11	13.8	13.26
8	11.6	15.10	12.10	13.15	13.27
9	11.1	11.10	12.15	13.10	13.17

## Образец оформления индивидуальных заданий

### ЭЛЕКТРОСТАТИКА

**Тест № 1.** На рисунке показаны три точечных заряда:  $q$ ,  $-q$  и  $2q$ , расположенных в вершинах равнобедренного прямоугольного треугольника. Укажите номер, под которым показан результирующий вектор напряженности электрического поля в точке, находящейся на середине гипотенузы.



- 1) 1;      2) 4;      3) 2;      4) 3.

#### РЕШЕНИЕ:

Сделаем рисунок. Обозначим на рисунке заряды  $q_1 = q$ ;  $q_2 = -q$ ;  $q_3 = 2q$

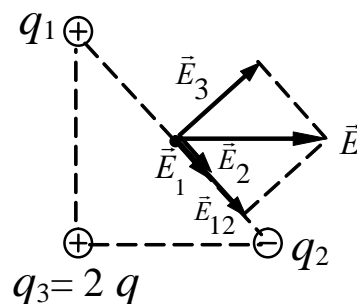
Нарисуем результирующее поле.

$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{E}_3 = \vec{E}_{12} + \vec{E}_3$$

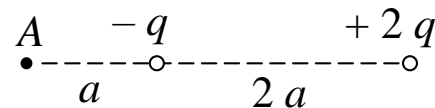
где  $\vec{E}_{12} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$

Из рисунка видно, что результирующий вектор напряженности электрического поля направлен вправо, т. е. совпадает с направлением 2.

Ответ 3.



**Тест № 2.** Электростатическое поле создано двумя точечными зарядами:  $-q$  и  $+2q$ . Отношение потенциала поля, созданного первым зарядом в точке  $A$ , к потенциалу результирующего поля в этой точке равно...



- 1)  $1/3$ ;      2)  $5/3$ ;      3)  $0,6$ ;      4) 3.

#### РЕШЕНИЕ:

Дано:

$$q_1 = -q$$

$$q_2 = +2q$$

Найти:  $\frac{\varphi_{1A}}{\varphi_A} = ?$

Согласно принципу суперпозиции:

$$\varphi_A = \varphi_{1A} + \varphi_{2A}$$

где  $\varphi_{1A}$  и  $\varphi_{2A}$  — потенциалы полей, создаваемых

в точке  $A$  каждым зарядом в отдельности.

Потенциал поля точечного заряда:

$$\varphi = k \frac{q}{r}.$$

Для каждого заряда получим:

$$\varphi_{1A} = -k \frac{q}{a}, \quad \varphi_{2A} = k \frac{2q}{3a}$$

Потенциал результирующего поля:

$$\varphi_A = -k \frac{q}{a} + k \frac{2q}{3a} = k \frac{2q - 3q}{3a} = -k \frac{q}{3a}.$$

Искомое отношение:

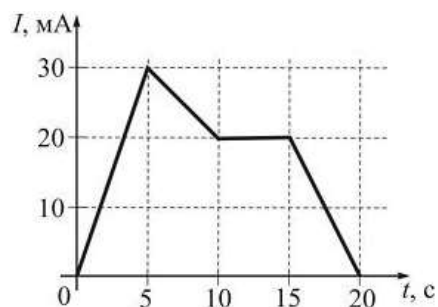
$$\frac{\varphi_{1A}}{\varphi_A} = \frac{-3kqa}{-kqa} = 3$$

Ответ 4

## ПОСТОЯННЫЙ ТОК

**Тест № 3.** На рисунке показана зависимость силы тока в электрической цепи от времени. Наименьший заряд протечет через поперечное сечение проводника в интервале времени...

- 1) 5-10 с;
- 2) 0-5 с;
- 3) 10-15 с;
- 4) 15-20 с.



### РЕШЕНИЕ:

Сила тока, по определению:

$$I = \frac{dq}{dt} \Rightarrow dq = Idt,$$

где  $dq$  – заряд, прошедший через поперечное сечение проводника за промежуток времени  $dt$ .

За время  $t$  через поперечное сечение проводника пройдет заряд:

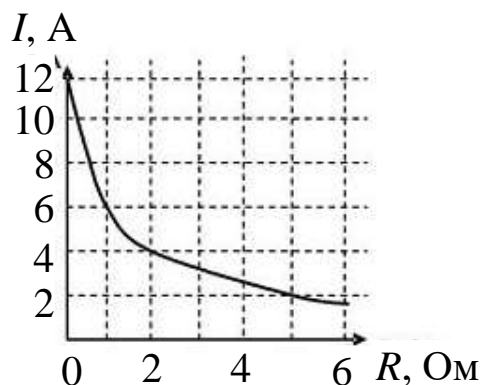
$$q = \int dq = \int Idt$$

Исходя из геометрического смысла определенного интеграла, заряд равен площади фигуры под графиком  $I = f(t)$ . Из графика видно, что наименьшая площадь в интервале времени от 15 до 20 с.

Ответ 4.

**Тест № 4.** На рисунке представлены результаты экспериментального исследования зависимости силы тока в цепи от значения сопротивления, подключенного к источнику постоянного тока. КПД источника при сопротивлении 4 Ом составляет...

- 1) 80 %;                      2) 75 %;  
3) 83 %;                      4) 67 %.



### РЕШЕНИЕ:

Дано:

$$R = 4 \text{ Ом.}$$

Найти:  $\eta$  – ?

КПД электрической цепи

$$\eta = \frac{R}{R + r},$$

где  $r$  - внутреннее сопротивление источника тока.

Закон Ома для замкнутой цепи:

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r} \text{ и } I_{\text{кз}} = \frac{\varepsilon}{r} \Rightarrow \varepsilon = I_{\text{кз}} r,$$

где  $I_{\text{кз}}$  – ток короткого замыкания (при  $R = 0$ ).

Решив систему уравнений, найдем  $r$ . Возьмем из графика следующие значения:

$$I_{\text{кз}} = 12 \text{ А, для } R = 1 \text{ Ом, } I = 6 \text{ А}$$

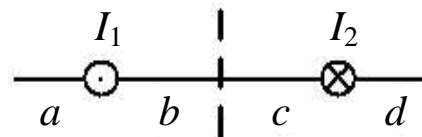
$$I = \frac{I_{\text{кз}} r}{R + r} \Rightarrow I_{\text{кз}} r = Ir + IR \Rightarrow r = \frac{IR}{I_{\text{кз}} - I} = \frac{6}{12 - 6} = 1 \text{ Ом}$$

$$\eta = \frac{4}{4 + 1} 100\% = 80\%$$

Ответ 1.

## МАГНЕТИЗМ

**Тест № 5.** На рисунке изображены сечения двух параллельных прямолинейных длинных проводников с противоположно направленными токами, причем  $I_1 = 1,5 I_2$ . Индукция  $\vec{B}$  результирующего магнитного поля равна нулю в некоторой точке интервала...



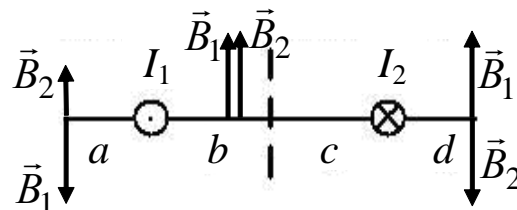
- 1)  $a$ ;                      2)  $c$ ;                      3)  $d$ ;                      4)  $b$ .

### РЕШЕНИЕ:

Поле создается двумя проводниками с токами.

По принципу суперпозиции, результирующее поле равно:

$$\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2.$$



Для того, чтобы оно было равно нулю, нужно, чтобы векторы  $\vec{B}_1$  и  $\vec{B}_2$  были равны по модулю и противоположны по направлению.

Нарисуем эти векторы в трех областях: слева от зарядов, справа от зарядов и между зарядами. Направление вектора  $\vec{B}$  определяем по правилу правого винта (буравчика).

Из рисунка видно, что между зарядами векторы направлены в одну сторону, поэтому эту область пространства отбрасываем.

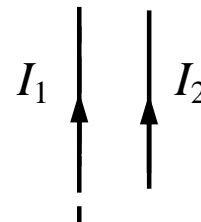
Индукция магнитного поля прямого длинного проводника с током:

$$B = \frac{\mu_0 \mu \cdot I}{2\pi \cdot r}.$$

Из формулы видно, что она зависит от величины тока в проводнике  $I$  и от расстояния до проводника  $r$ . По условию  $I_1 > I_2$ , значит, любая точка в области  $a$  будет ближе к большему току, следовательно в этой области всегда  $B_1 > B_2$ . Остается область  $d$ .

Ответ 3.

**Тест № 6.** Поле создано прямолинейным длинным проводником с током  $I_1$ . Если отрезок проводника с током  $I_2$  расположен в одной плоскости с длинным проводником так, как показано на рисунке, то сила Ампера...

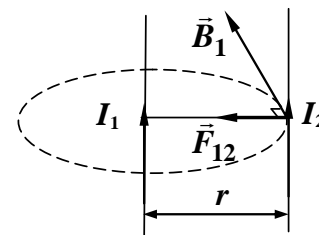


- 1) лежит в плоскости чертежа и направлена вправо;
- 2) лежит в плоскости чертежа и направлена влево;
- 3) перпендикулярна плоскости чертежа и направлена от нас;
- 4) перпендикулярна плоскости чертежа и направлена к нам.

**РЕШЕНИЕ:**

На проводник с током  $I_2$  действует сила Ампера со стороны магнитного поля, которое создается проводником с током  $I_1$ . По закону Ампера:

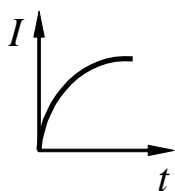
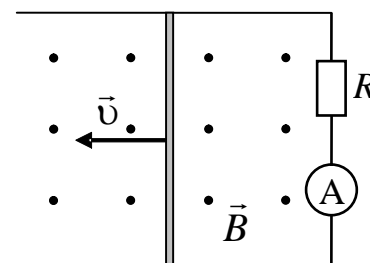
$$\vec{F} = I_2 [\vec{l}_2 \times \vec{B}_1].$$



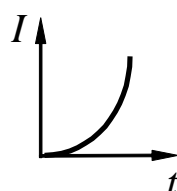
Индукцию  $\vec{B}_1$  определяем по правилу буравчика. Она направлена от нас. По правилу левой руки определяем, что сила Ампера направлена влево и лежит в плоскости чертежа.

Ответ 2.

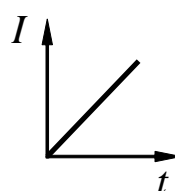
**Тест № 7.** По параллельным металлическим проводникам, расположенным в однородном магнитном поле, с постоянным ускорением перемещается проводящая перемычка длиной  $\ell$  (см. рисунок). Если сопротивлением перемычки и направляющих можно пренебречь, то зависимость индукционного тока от времени



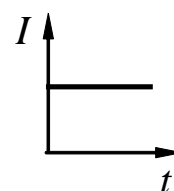
1)



2)



3)

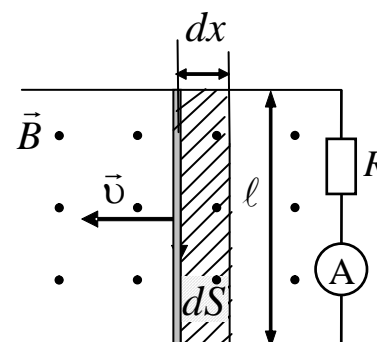


4)

можно представить графиком...

**РЕШЕНИЕ:**

При движении проводящей перемычки в магнитном поле, в ней возникает ЭДС индукции, следовательно, протекает индукционный ток, который определяется по закону Ома:



$$J_i = \frac{\varepsilon_i}{R}.$$

Т. к.  $R = \text{const}$ , то ток будет изменяться по такому же закону, что и ЭДС. Согласно закону Фарадея:

$$\varepsilon_i = -\frac{d\Phi}{dt},$$

где  $d\Phi = B dS \cos \alpha$  – магнитный поток сквозь поверхность, пересекаемую проводником при его движении.

$\alpha$  – угол между векторами индукции  $\vec{B}$  и нормалью (перпендикуляром)  $\vec{n}$  к площади поверхности. По правилу Ленца, индукционный ток создает поле, которое для данной задачи направлено против внешнего поля, поэтому принимаем  $\alpha = 180^\circ$ ,  $\cos 180^\circ = -1$ .

$dS = \ell dx = \ell v dt$  – площадь поверхности;  $dx = v dt$  – путь проводника

$$\varepsilon_i = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{B dS \cos 180^\circ}{dt} = \frac{B \ell dx}{dt} = B \ell v$$

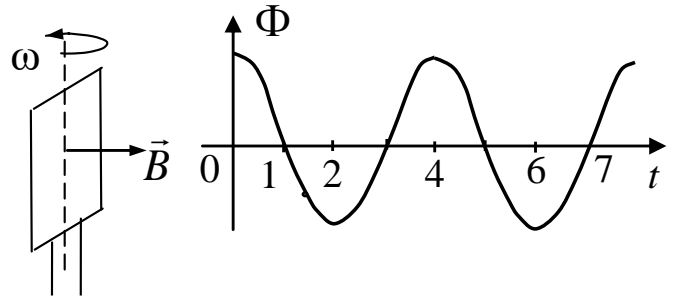
Величина индукционного тока:

$$J_i = \frac{\varepsilon_i}{R} = \frac{B \ell v}{R}$$

Т. к. перемычка движется с ускорением, то  $v = at$ , т. е. скорость возрастает по линейному закону, следовательно, ток тоже возрастает по линейному закону.

Ответ 3

**Тест № 8.** Проводящая рамка вращается с постоянной угловой скоростью в однородном магнитном поле вокруг оси, лежащей в плоскости рамки и перпендикулярной вектору индукции (см. рисунок). На рисунке



также представлен график зависимости от времени потока вектора магнитной индукции, пронизывающего рамку.

Если максимальное значение магнитного потока 4 мВб, сопротивление рамки 314 Ом, то закон изменения со временем силы индукционного тока имеет вид...

- |  |  |
|--|--|
| 1) $J_i = 2 \cdot 10^{-5} \sin 0,5\pi t$ ; | 2) $J_i = 2 \cdot 10^{-5} \cos 0,5\pi t$ ; |
| 3) $J_i = 2 \cdot 10^{-2} \cos \pi t$ ;    | 4) $J_i = 2 \cdot 10^{-2} \sin \pi t$ .    |



**РЕШЕНИЕ:***Дано:*

$$\Phi_0 = 4 \text{ мВб} = 4 \cdot 10^{-3} \text{ Вб}$$

$$R = 314 \text{ Ом}$$

*Найти  $J(t)$  – ?*

Силу индукционного тока можно определить по закону Ома:

$$J_i = \frac{\varepsilon_i}{R}.$$

ЭДС индукции, возникающая при вращении рамки в однородном магнитном поле:

$$\varepsilon_i = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{d}{dt}(BS \cos \omega t) = BS\omega \sin \omega t = \Phi_0 \omega \sin \omega t.$$

Циклическая частота связана с периодом:  $\omega = \frac{2\pi}{T}$ .

$$\varepsilon_i = \Phi_0 \frac{2\pi}{T} \sin \frac{2\pi}{T} t.$$

Из графика находим:  $T = 4 \text{ с}$ ; по условию  $\Phi_0 = 4 \cdot 10^{-3} \text{ Вб}$

$$\varepsilon_i = 4 \cdot 10^{-3} \frac{2\pi}{4} \sin \frac{2\pi}{4} t = 2\pi \cdot 10^{-3} \sin 0,5\pi t = 6,28 \cdot 10^{-3} \sin 0,5\pi t.$$

Подставив это значение в закон Ома, получим:

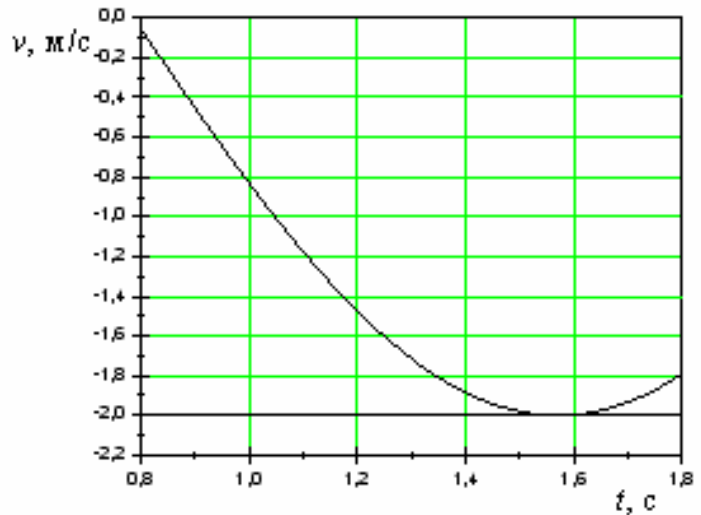
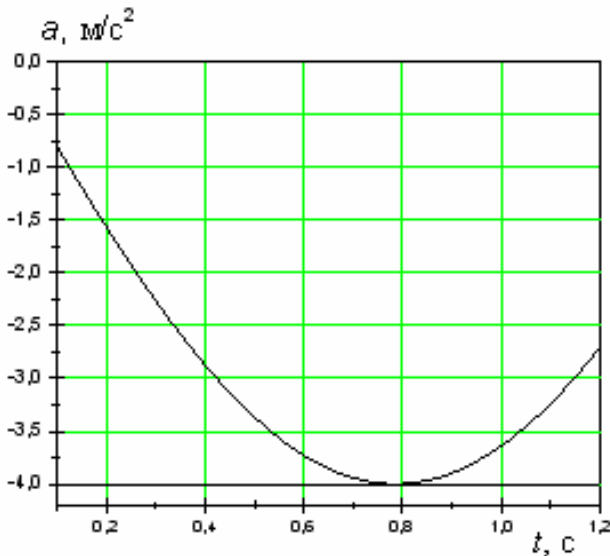
$$J_i = \frac{6,28 \cdot 10^{-3} \sin 0,5\pi}{R} = \frac{6,28 \cdot 10^{-3} \sin 0,5\pi}{314} = 2 \cdot 10^{-5} \sin 0,5\pi$$

*Ответ 1*

## КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ

**Тест № 9.** На рисунках изображены зависимости от времени скорости и ускорения материальной точки, колеблющейся по гармоническому закону.

Циклическая частота колебаний равна...



- 1)  $1 \text{ c}^{-1}$ ;      2)  $2 \text{ c}^{-1}$ ;      3)  $3 \text{ c}^{-1}$ ;      4)  $4 \text{ c}^{-1}$

### РЕШЕНИЕ:

При гармонических колебаниях смещение точки изменяется по гармоническому закону. Пусть:  $x(t) = A \sin(\omega t)$ .

Скорость точки – первая производная смещения по времени:

$$v = \frac{dx}{dt} = A\omega \cdot \cos(\omega t).$$

Отсюда, амплитудное значение скорости  $v_m = A\omega$ . По графику  $v_m = 2 \text{ м/с}$

Ускорение точки – первая производная скорости по времени:

$$a = \frac{dv}{dt} = \frac{d^2x}{dt^2} = -\omega^2 A \sin \omega t.$$

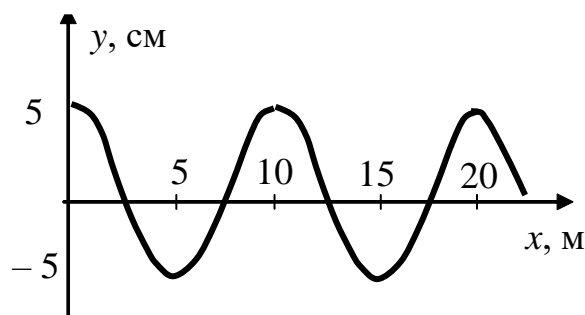
Отсюда, амплитудное значение ускорения  $a_m = A\omega^2$ . По графику  $a_m = 4 \text{ м/с}^2$

Найдем отношение  $\frac{a_m}{v_m} = \frac{A\omega^2}{A\omega} = \omega = \frac{4}{2} = 2 \text{ c}^{-1}$

Ответ 2.

**Тест № 10.** На рисунке представлен профиль поперечной бегущей волны, которая распространяется со скоростью 1000 м/с. Циклическая частота волны равна...

- 1) 628 рад/с;    2) 2512 рад/с;  
3) 1256 рад/с;    4) 314 рад/с.



### РЕШЕНИЕ:

Дано:

$$v = 1000 \text{ м/с}$$

Найти:  $\omega$  – ?

Циклическая частота связана с периодом:

$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$

Период связан со скоростью и длиной волны соотношением:

$$\lambda = vT \Rightarrow T = \frac{\lambda}{v};$$

Из рисунка находим длину волны  $\lambda = 10$  м. Подставив в исходную формулу, получим:

$$\omega = \frac{2\pi v}{\lambda} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 1000}{10} = 628 \text{ рад/с}$$

Ответ 1.