

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
«Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого»

Кафедра «Физика и электротехника»

**ФИЗИКА.
ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ**

**ПРАКТИКУМ
ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ
ДЛЯ СТУДЕНТОВ ТЕХНИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ
заочной формы обучения**

Гомель 2020

УДК 53(075.8)
ББК 22.3я73
Ф50

*Рекомендовано научно-методическим советом
энергетического факультета ГГТУ им. П. О. Сухого
(протокол № 6 от 26.02.2019 г.)*

Составители: П. А. Хило, А. И. Кравченко

Рецензент: зав. каф. «Высшая математика» ГГТУ им. П. О. Сухого канд. физ.-мат. наук,
доц. А. А. Бабич

Ф50

Физика. Электричество и магнетизм : практикум по выполнению тестовых заданий для студентов техн. специальностей заоч. формы обучения / сост.: П. А. Хило, А. И. Кравченко. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2020. – 76 с. – Систем. требования: PC не ниже Intel Celeron 300 МГц; 32 Мб RAM; свободное место на HDD 16 Мб; Windows 98 и выше; Adobe Acrobat Reader. – Режим доступа: <https://elib.gstu.by>. – Загл. с титул. экрана.

Содержит двадцать пять тестовых заданий для самостоятельного решения при подготовке к практическим занятиям и экзамену по разделу «Электричество и магнетизм» курса «Физика», основные формулы и понятия, приложение и список литературы.

Для студентов технических специальностей заочной формы обучения.

УДК 53(075.8)
ББК 22.3я73

© Учреждение образования «Гомельский
государственный технический университет
имени П. О. Сухого», 2020

Предисловие

Практикум по курсу «Физика» по разделу «Электричество и магнетизм» содержит подборку тестовых заданий различной степени сложности для самостоятельного решения студентами технических специальностей заочной формы обучения.

Тестовые задания составлены в соответствии с требованиями общеобразовательных стандартов и типовых учебных программ по курсу «Физика» для студентов технических специальностей.

Практикум содержит тестовые задания раздела курса «Физика» «Электричество и магнетизм».

Тестовые задания содержат задачи с ответами, один или несколько из которых являются правильными. Часть задач предполагает установление правильного соответствия между понятиями и формулами двух множеств физических величин.

Приводятся так же основные формулы и справочный материал.

Практикум предназначен для студентов технических специальностей заочной формы обучения.

Электричество и магнетизм.

1. Электростатика. Основные понятия и формулы.

Закон сохранения заряда:

$$q_1 + q_2 + \dots + q_n = \sum_{i=1}^n q_i = \text{const},$$

где $\sum_{i=1}^n q_i$ – алгебраическая сумма зарядов, входящих в изолированную систему; n – число зарядов.

Закон Кулона:

$$\vec{F} = k \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2} \cdot \frac{\vec{r}}{r},$$

где \vec{F} – сила взаимодействия двух точечных зарядов q_1 и q_2 ; \vec{r} – вектор проведенный от q_1 к q_2 ; r – модуль этого вектора;

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \frac{\text{м}^2}{\text{Кл}^2}, \quad \epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{Ф}}{\text{м}}.$$

$$\text{Модуль вектора } \vec{F} : F = k \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}.$$

Напряженность электрического поля:

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_+},$$

где q_+ – единичный пробный точечный положительный заряд.

Модуль напряженности поля, создаваемого точечным зарядом q :

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q}{r^2}.$$

Принцип суперпозиции. Результирующая сила \vec{F} , действующая на точечный заряд в электрическом поле, созданном системой точечных зарядов равна геометрической сумме сил действующих со стороны каждого заряда в отдельности:

$$\vec{F} = \sum_{i=1}^n \vec{F}_i.$$

Напряжённость поля, создаваемого системой точечных зарядов:

$$\vec{E} = \sum_{i=1}^n \vec{E}_i,$$

а в случае протяженных зарядов:

$$\vec{E} = \int d\vec{E},$$

где $d\vec{E}$ – поле, создаваемое зарядом dq .

Диполь – система двух разных по абсолютной величине, но противоположных по знаку зарядов.

Электрический момент диполя:

$$\vec{p} = |q|\vec{l},$$

где \vec{l} – плечо диполя (рис.1).

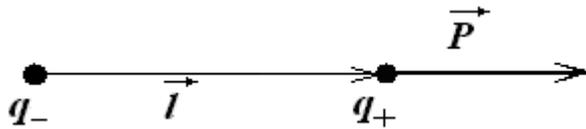


Рис.1

Поток вектора \vec{E} через произвольную поверхность S :

$$\Phi_E = \oint_S E \cos \alpha dS \text{ или } \Phi_E = \oint_S E_n dS, \quad \Phi_E = \oint_S \vec{E} d\vec{S},$$

где α – угол между вектором \vec{E} и нормалью \vec{n} к элементу поверхности; dS – площадь элемента поверхности; E_n – проекция вектора напряженности на нормаль.

Теорема Гаусса:

$$\Phi_E = \frac{1}{\epsilon_0} \cdot \sum_{i=1}^n q_i,$$

где $\sum_{i=1}^n q_i$ – алгебраическая сумма зарядов, заключенных внутри замкнутой поверхности.

Модуль напряженности поля, создаваемого бесконечно длинной равномерно заряженной нитью:

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{2\tau}{r},$$

где $\tau = \frac{dq}{dl}$ – линейная плотность заряда.

Модуль напряженности поля, создаваемого бесконечной равномерно заряженной плоскостью:

$$E = \frac{1}{2} \cdot \frac{\sigma}{\epsilon_0},$$

где $\sigma = \frac{dq}{dl}$ – поверхностная плотность заряда.

Модуль напряжённости поля, создаваемого заряженной металлической сферой:

а) внутри сферы – $E=0$;

б) на поверхности сферы – $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q}{R^2}$, где R – радиус сферы;

в) вне сферы – $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q}{r^2}$, где r – расстояние от центра сферы до

точки.

Поляризованность диэлектрика

$$\vec{P} = \frac{\vec{P}_V}{V} = \frac{\sum_i \vec{P}_i}{V},$$

где V – объём диэлектрика; $\vec{P}_V = \sum_i \vec{P}_i$ – дипольный момент диэлектрика,

\vec{P}_i – дипольный момент i –той молекулы.

Связь между поляризованностью диэлектрика и напряжённостью электростатического поля можно выразить формулой

$$\vec{P} = \chi\epsilon_0\vec{E},$$

где χ – диэлектрическая восприимчивость вещества; ϵ_0 – электрическая постоянная.

Связь диэлектрической проницаемости ϵ с диэлектрической восприимчивостью χ можно выразить формулой $\epsilon = 1 + \chi$.

Связь между величиной напряжённости \vec{E} поля в диэлектрике и величиной напряжённости \vec{E}_0 внешнего поля можно записать следующим образом:

$$E = E_0 - \frac{P}{\epsilon_0}; \quad E = \frac{E_0}{\epsilon},$$

где P – величина поляризованности; ϵ – диэлектрическая проницаемость.

Связь между векторами электрического смещения \vec{D} , напряжённости электростатического поля \vec{E} и поляризованности \vec{P} :

$$\vec{D} = \epsilon_0\epsilon\vec{E}, \quad \vec{D} = \epsilon_0\vec{E} + \vec{P}, \quad \text{где } \epsilon \text{ – относительная диэлектрическая}$$

проницаемость.

Теорема Гаусса для поля в диэлектрике:

$$\Phi_D = \oint_S D_n dS = \sum_{i=1}^n q_i^{cb},$$

где $\sum_{i=1}^n q_i^{cb}$ – алгебраическая сумма свободных зарядов, находящихся внутри замкнутой поверхности S .

Потенциал электрического поля в точке (B):

$$\varphi(B) = \frac{W(B)}{q_+} = \frac{A_{B,\infty}}{q_+} = \int_B^{\infty} E_e dl,$$

где $W(B)$ – потенциальная энергия заряда находящегося в точке (B); $A_{B,\infty}$ – работа сил электростатического поля по перемещению заряда из данной точки (B) в бесконечность; E_e – проекция вектора \vec{E} на направление перемещения; q_+ – пробный заряд.

Потенциал поля, создаваемый точечным зарядом на расстоянии r от заряда q : $\varphi = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r}$.

Потенциал поля, созданного системой точечных зарядов:

$$\varphi = \sum_{i=1}^n \varphi_i,$$

где $\sum_{i=1}^n \varphi_i$ – алгебраическая сумма потенциалов, создаваемых отдельными зарядами в данной точке.

Потенциал поля связан с напряженностью электростатического поля соотношением:

$$\vec{E} = -grad\varphi;$$

где $grad\varphi = \frac{\partial\varphi}{\partial x}\vec{i} + \frac{\partial\varphi}{\partial y}\vec{j} + \frac{\partial\varphi}{\partial z}\vec{k}$.

Для сферически симметричного поля, эта связь выражается формулой: $\vec{E} = -\frac{\partial\varphi}{\partial r} \cdot \frac{\vec{r}}{r}$, или в скалярной форме $E = -\frac{\partial\varphi}{\partial r}$.

В случае однородного поля:

$$E = \frac{(\varphi_1 - \varphi_2)}{d},$$

где d – расстояние между двумя эквипотенциальными поверхностями с потенциалами φ_1 и φ_2 .

Работа сил поля по перемещению точечного заряда q из одной точки поля в другую:

$$A = \int_{\vec{r}_1}^{\vec{r}_2} \vec{F}(\vec{r}) d\vec{r} = q \int_{\vec{r}_1}^{\vec{r}_2} \vec{E}(\vec{r}) d\vec{r} = q \int_{\vec{r}_1}^{\vec{r}_2} E_r dr, \text{ или } A = q(\varphi_1 - \varphi_2),$$

где E_r – проекция вектора напряжённости \vec{E} на направление перемещения.

Разность потенциалов между точками 1 и 2 в электростатическом поле $\varphi_1 - \varphi_2 = \frac{A_{12}}{q_+} = \int_1^2 \vec{E} d\vec{l} = \int_1^2 E_l dl$,

где A_{12} – работа, совершаемая силами электростатического поля при перемещении заряда q_+ из точки 1 в точку 2; E_l – проекция вектора \vec{E} на направление элементарного перемещения $d\vec{l}$ (интегрирование производится вдоль любой линии, соединяющей начальную и конечную точки, так как работа сил электростатического поля не зависит от траектории перемещения).

Разность потенциалов между точками, находящимися на расстоянии x_1 и x_2 от равномерно заряженной бесконечной плоскости,

$$\varphi_1 - \varphi_2 = \int_{x_1}^{x_2} E dx = \int_{x_1}^{x_2} \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} dx = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} (x_2 - x_1),$$

где σ – поверхностная плотность заряда.

Разность потенциалов между бесконечными разноименными заряженными плоскостями, расстояние между которыми равно d

$$\varphi_1 - \varphi_2 = \int_0^d E dx = \int_0^d \frac{\sigma}{\varepsilon_0} dx = \int_0^d \frac{\sigma}{\varepsilon_0} d.$$

Разность потенциалов между двумя точками, лежащими на расстояниях r_1 и r_2 от центра равномерно заряженной сферической поверхности (объемно заряженного шара) радиусом R с общим зарядом q , причем $r_1 > R, r_2 > R, r_2 > r_1$,

$$\varphi_1 - \varphi_2 = \int_{r_1}^{r_2} E dr = \int_{r_1}^{r_2} \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{q}{r^2} dr = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0} \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right).$$

Разность потенциалов между двумя точками, лежащими на расстояниях r_1 и r_2 от центра заряженного шара радиусом R с общим зарядом q , причём $r_1 < R, r_2 < R, r_2 > r_1$,

$$\varphi_1 - \varphi_2 = \int_{r_1}^{r_2} E dr = \int_{r_1}^{r_2} \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{q}{R^3} dr = \frac{q}{8\pi\varepsilon_0 R^3} (r_2^2 - r_1^2).$$

Разность потенциалов между двумя точками, находящимися на расстояниях r_1 и r_2 от оси равномерно заряженного с линейной плотностью τ бесконечного цилиндра радиусом R , причём $r_1 > R, r_2 > R, r_2 > r_1$,

$$\varphi_1 - \varphi_2 = \int_{r_1}^{r_2} E dr = \int_{r_1}^{r_2} \frac{\tau}{2\pi\epsilon_0 r} dr = \frac{\tau}{2\pi\epsilon_0} \ln \frac{r_2}{r_1}.$$

Електроёмкость уединённого проводника:

$$C = \frac{|q|}{|\varphi|},$$

где q – заряд проводника; φ – потенциал проводника.

Електроёмкость конденсатора:

$$C = \frac{|q|}{|\Delta\varphi|},$$

где $\Delta\varphi$ – разность потенциалов пластин конденсатора; q – заряд пластины конденсатора.

Електроёмкость сферы радиусом R – $C = 4\pi\epsilon_0\epsilon R$.

Електроёмкость плоского конденсатора:

$$C = \frac{\epsilon\epsilon_0 S}{d},$$

где d – расстояние между пластинами конденсатора; S – площадь пластины (одной) конденсатора; ϵ – диэлектрическая проницаемость диэлектрика, заполняющего пространство между пластинами.

Електроёмкость сферического конденсатора (две концентрические сферы радиусом R_1 и R_2 , пространство между которыми заполнено диэлектриком с диэлектрической проницаемостью ϵ): $C = \frac{4\pi\epsilon_0\epsilon R_1 R_2}{R_2 - R_1}$.

Електроёмкость цилиндрического конденсатора (два коаксиальных цилиндра длиной l и радиусами R_1 и R_2 , пространство между которыми заполнено диэлектриком с диэлектрической проницаемостью ϵ):

$$C = \frac{2\pi\epsilon_0\epsilon l}{\ln\left(\frac{R_2}{R_1}\right)}.$$

Общая електроёмкость последовательно соединённых конденсаторов:

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{C_i},$$

где n – число конденсаторов.

Общая електроёмкость параллельно соединённых конденсаторов:

$$C = C_1 + C_2 + \dots + C_n = \sum_{i=1}^n C_i.$$

Энергия заряженного конденсатора:

$$W = \frac{q\Delta\varphi}{2} = \frac{C\Delta\varphi^2}{2} = \frac{q^2}{2C}.$$

Энергия взаимодействия системы точечных зарядов

$$W = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n q_i \varphi_i,$$

где φ_i – потенциал, создаваемый в точке, где находится заряд q_i , всеми зарядами, кроме i – того.

Энергия электрического поля в объеме V

$$W = \int_V \omega dV,$$

где $\omega = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 E^2}{2} = \frac{ED}{2}$ – объемная плотность энергии; dV – бесконечно малый объем.

Сила притяжения между пластинами плоского конденсатора

$$F = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 E^2 S}{2} = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 U^2 S}{2d^2} = \frac{\sigma^2 S}{2\varepsilon\varepsilon_0}.$$

2. Законы постоянного тока. Основные понятия и формулы.

Количественной характеристикой интенсивности движения зарядов является сила тока i :

$$|i| = \frac{|dq|}{dt},$$

где dq – заряд, прошедший через поверхность S внутри проводника за время dt .

Если ток создается и положительными и отрицательными носителями заряда, то

$$|i| = \frac{|dq_+|}{dt} + \frac{|dq_-|}{dt},$$

где dq_+ и dq_- – положительный и отрицательный заряды, прошедшие через рассматриваемую поверхность за время dt .

В случае постоянного тока:

$$|I| = \frac{|q|}{t},$$

где q – заряд, прошедший через данную поверхность S за конечный промежуток времени t .

Величина вектора плотности тока. Если dS – элементарная площадка, α – угол между нормалью к этой площадке и направлением поля в том месте, где расположена площадка, dI – ток, протекающий через dS (рис. 2.1), то числовое значение вектора равно:

$$j = \frac{|dI|}{dS \cos \alpha} = \frac{|dI|}{dS_{\perp}},$$

где dS – элементарная площадка, $dS_{\perp} = dS \cos \alpha$ – проекция dS на плоскость, перпендикулярную к линиям поля, α – угол между нормалью к этой площадке и направлением поля в том месте, где расположена площадка, dI – ток, протекающий через dS (рис. 2).

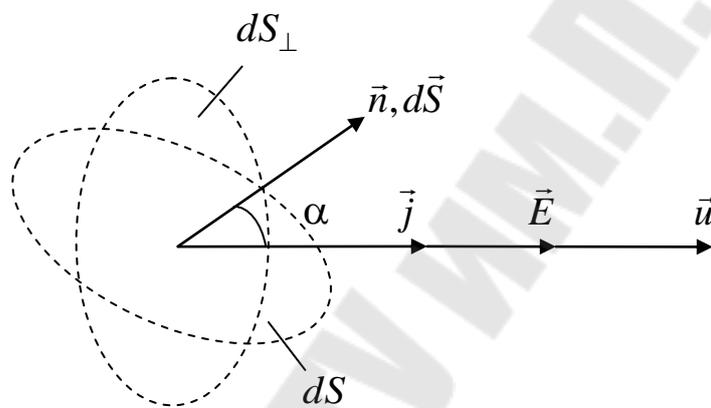


Рис.2

Ток, протекающий через элементарную площадку dS , ориентированную в проводнике произвольно равен:

$$dI = j dS \cos \alpha = \vec{j} d\vec{S},$$

где $d\vec{S}$ – вектор, численно равный dS и направленный по нормали к площадке dS .

Ток, протекающий через всю поверхность S : $I = \int_S \vec{j} d\vec{S}$.

Связь плотности тока со средней скоростью $\langle \vec{u} \rangle$ направленного движения заряженных частиц:

$$\vec{j} = q \cdot n \cdot \langle \vec{u} \rangle,$$

где q – заряд частицы; n – концентрация частиц.

Закон Ома – сила электрического тока, текущего от точки 1 к точке 2 однородного участка цепи (однородным называется участок цепи, в котором на заряды действуют только электрические силы), пропорциональна разности потенциалов на концах этого участка:

$$I_{12} = \gamma_{12} (\varphi_1 - \varphi_2),$$

где γ_{12} – электрическая проводимость участка; величина, обратная проводимости, называется электрическим сопротивлением $\frac{1}{\gamma_{12}} = R_{12}$.

$$\text{Тогда: } I_{12} = \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{R_{12}}.$$

Сопротивление проводника при данной температуре рассчитывается по формуле:

$$R_t = \rho_t \frac{l}{S},$$

где l – длина проводника; S – площадь поперечного сечения; ρ_t – удельное сопротивление.

Для большинства проводников удельное сопротивление изменяется с температурой по линейному закону:

$$\rho_t = \rho_0(1 + \alpha t^\circ), \quad (4.10)$$

где ρ_t – удельное сопротивление при $t^\circ\text{C}$; ρ_0 – удельное сопротивление при 0°C ; $t^\circ\text{C}$ – температура по Цельсию; α – температурный коэффициент сопротивления.

Тогда:

$$R_t = \rho_0(1 + \alpha t^\circ) \frac{l}{S} = R_0(1 + \alpha t^\circ),$$

где через R_0 обозначено сопротивление проводника при 0°C :

$$R_0 = \rho_0 \frac{l}{S}.$$

Вектор плотности тока в каждой точке изотропного проводника направлен так же, как и вектор напряжённости:

$$\vec{j} = \frac{1}{\rho} \vec{E}.$$

Величина обратная удельному сопротивлению, называется удельной проводимостью или удельной электропроводностью $\sigma = \frac{1}{\rho}$, тогда:

$$\vec{j} = \sigma \vec{E} \text{ – закон Ома в дифференциальной форме.}$$

Сопротивление последовательно соединённых проводников:

$$R = R_1 + R_2 + \dots + R_n = \sum_{i=1}^n R_i,$$

где R_i – сопротивление i – го проводника; n – число проводников.

Сопротивление параллельно соединённых проводников:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{R_i}.$$

Закон Ома для неоднородного участка цепи:

$$\pm I = \frac{(\varphi_1 - \varphi_2) \pm \varepsilon_{12}}{R},$$

где $(\varphi_1 - \varphi_2)$ – разность потенциалов на концах участка цепи; ε_{12} – э. д. с. источников тока, входящих в участок; R – сопротивление цепи (участка цепи).

Закон Ома для однородного участка цепи ($\varepsilon_{12} = 0$):

$$I = \frac{U}{R},$$

где U – напряжение на участке цепи.

Закон Ома для полной цепи ($\varphi_1 = \varphi_2$):

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r},$$

где r – внутреннее сопротивление источника тока; ε – э. д. с. источника.

Правила Кирхгофа для разветвленных цепей:

1. Алгебраическая сумма сил токов, сходящихся в узловых точках цепи, равна нулю:

$$\sum_{i=1}^n I_i = 0,$$

где n – число токов сходящихся в узле;

2. Для любого замкнутого контура, произвольно выбранного в сложной цепи, алгебраическая сумма произведений сил токов I_k на сопротивление R_k соответствующих участков цепи равна алгебраической

сумме всех ЭДС, действующих в этом контуре: $\sum_{i=1}^n I_k R_k = \sum_{i=1}^m \varepsilon_i$.

$$\text{Работа тока за время } t: A = qU = IUt = I^2 R t = \frac{U^2}{R} t.$$

$$\text{Мощность тока: } P = IU = I^2 R = \frac{U^2}{R}.$$

Закон Джоуля – Ленца:

$$Q = I^2 R t,$$

где Q – количество теплоты, выделяющееся в цепи за время t .

Закон Джоуля – Ленца в дифференциальной форме:

$$\omega = \sigma E^2,$$

где ω – тепловая мощность тока.

Зависимость анодного тока вакуумного диода от анодного напряжения выражается законом трёх вторых и определяется формулой:

$$i_a = CU_a^{3/2},$$

где C – константа, зависящая от формы и размеров катода, но не зависящая от его температуры.

Модуль плотности тока насыщения:

$$j_{нас} = BT^2 e^{-\frac{A}{kT}},$$

где A – работа выхода; T – температура катода, B – универсальная константа, равна $1,2 \cdot 10^6 \text{ A}/(\text{m}^2\text{K}^2)$.

Зависимость электропроводности полупроводников от температуры, определяется формулой:

$$\sigma = \sigma_0 e^{-\frac{\Delta W}{2kT}},$$

где ΔW – ширина запрещенной зоны; k – постоянная Больцмана; T – термодинамическая температура; σ_0 – электропроводность полупроводника при 0°C .

3. Магнитное поле. Основные понятия и формулы.

Закон Био – Савара – Лапласа:

$$d\vec{B} = \frac{\mu\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{[d\vec{l}, \vec{r}]}{r^3} \quad \text{или} \quad dB = \frac{\mu\mu_0}{4\pi} \frac{I \sin \alpha}{r^2} dl,$$

где $d\vec{B}$ – магнитная индукция поля, создаваемого элементом проводника с током I ; \vec{r} – радиус – вектор, проведенный от элемента проводника к точке, в которой определяется магнитная индукция; α – угол между радиус – вектором и направлением тока в элементе проводника; $d\vec{l}$ – вектор, равный по модулю длине dl проводника и совпадающий по направлению с током (элемент проводника).

Магнитная индукция в центре кругового витка с током определяется по формуле:

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

где R – радиус витка.

Магнитная индукция на оси кругового тока

$$B = \frac{\mu\mu_0}{4\pi} \frac{2\pi R^2 I}{\sqrt{(R^2 + h^2)^3}} = \frac{\mu_0 \mu}{4\pi} \frac{2\pi R^2 I}{(R^2 + h^2)^{3/2}};$$

где h – расстояние от центра витка до точки, в которой определяется магнитная индукция.

Магнитная индукция поля, созданная прямым бесконечно длинным проводником с током:

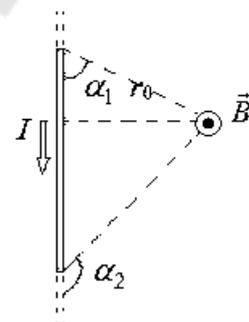
$$B = \frac{\mu\mu_0 I}{2\pi r_0},$$

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

Магнитная индукция поля, создаваемого отрезком проводника с током (рис. 3.1), может быть найдена по формуле:

$$B = \frac{\mu\mu_0 I}{4\pi r} (\cos \alpha_1 - \cos \alpha_2).$$

На рис. направление вектора магнитной индукции \vec{B} обозначено точкой – это значит, что вектор \vec{B} направлен перпендикулярно плоскости чертежа к нам.



Сила, действующая на проводник с током в магнитном поле (закон Ампера),

$$d\vec{F} = I [d\vec{l}, \vec{B}] \quad \text{или} \quad dF = IBdl \sin \alpha,$$

где α – угол между направлением тока в проводнике и вектором магнитной индукции \vec{B} ; $d\vec{l}$ – вектор элемента тока проводника, проведенный в направлении тока.

Магнитный момент плоского контура с током:

$$\vec{p}_m = \vec{n}IS,$$

где \vec{n} – единичный вектор нормали к плоскости контура; I – сила тока, протекающего по контуру; S – площадь контура.

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

$$\vec{M} = [\vec{p}_m, \vec{B}], \quad \text{или} \quad M = p_m B \sin \alpha,$$

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

Потенциальная энергия (механическая) контура с током в магнитном поле

$$\Pi_{\text{мех}} = -\vec{p}_m \vec{B}, \quad \text{или} \quad \Pi_{\text{мех}} = -p_m B \cos \alpha.$$

Отношение величины магнитного момента p_m к величине механического L (момента импульса) заряженной частицы, движущейся по круговой орбите,

$$\frac{p_m}{L} = \frac{q}{2m},$$

где q – заряд частицы; m – масса частицы.

Сила Лоренца

$$\vec{F} = q[\vec{v}, \vec{B}], \text{ или } F = qvB \sin \alpha,$$

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

Если частица движется одновременно в электрическом и магнитном полях, то сила действующая на частицу определяется по формуле Лоренца:

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

Магнитная индукции \vec{B} и напряженность \vec{H} магнитного поля связаны соотношением $\vec{B} = \mu\mu_0\vec{H}$,

где μ – магнитная проницаемость среды; в вакууме $\mu = 1$,

$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{Гн}}{\text{м}}$ – магнитная постоянная.

Магнитная индукция внутри соленоида и тороида:

$$B = \mu\mu_0 nI.$$

где n – отношение числа витков соленоида к его длине.

4. Электромагнитная индукция. Основные понятия и формулы.

Магнитный поток Φ сквозь поверхность:

а) в случае однородного магнитного поля и плоской поверхности

$$\Phi = BS \cos \alpha \text{ или } \Phi = B_n S, \quad B_n = B \cos \alpha$$

где S – площадь контура; α – угол между нормалью к плоскости контура и вектором магнитной индукции;

б) в случае неоднородного магнитного поля и произвольной поверхности $\Phi = \int_S B_n dS$ (интегрирование ведется по всей поверхности).

Потокосцепление (полный поток) для соленоида и тороида с равномерной намоткой плотно прилегающих друг к другу N витков, определяется по формуле:

$$\psi = N\Phi.$$

Работа по перемещению замкнутого контура в магнитном поле:

$$A = I\Delta\Phi = I(\Phi_2 - \Phi_1).$$

ЭДС индукции $\varepsilon_1 = -\frac{d\psi}{dt}$.

ЭДС индукции ε_1 , возникающая в рамке площадью S , содержащей N витков при вращении рамки с угловой скоростью ω в однородном магнитном поле с индукцией B – $\varepsilon_i = NBS\omega \sin \omega t$.

Разность потенциалов на концах проводника, движущегося со скоростью \vec{v} в магнитном поле,

$$U = Blv \sin \alpha,$$

где l – длина проводника; α – угол между векторами \vec{v} и \vec{B} .

Магнитный поток сквозь контур и сила тока в нем связаны соотношением

$$\Phi = LI,$$

где L – индуктивность контура.

$$\text{ЭДС самоиндукции: } \varepsilon_S = -L \frac{dI}{dt}$$

Индуктивность соленоида

$$L = \mu\mu_0 n^2 V,$$

где n – отношение числа витков соленоида к его длине; V – объём соленоида.

Энергия магнитного поля W , создаваемого током в замкнутом контуре индуктивностью L

$$W = \frac{LI^2}{2}.$$

Объёмная плотность энергии магнитного поля (отношение энергии магнитного поля соленоида и тороида к его объёму):

$$W = \frac{BH}{2}, \text{ или } W = \frac{\mu\mu_0 H^2}{2} = \frac{B^2}{2\mu\mu_0}.$$

5. Электромагнитные колебания и волны. Основные понятия и формулы

Величина заряда на обкладках конденсатора в процессе свободных незатухающих колебаний определяется по формуле:

$$q = q_m \cos(\omega_0 t + \varphi_0),$$

где q_m – амплитудное значение заряда; φ_0 – начальная фаза; ω_0 – угловая частота колебаний.

Формула Томсона:

$$T_0 = 2\pi\sqrt{LC},$$

где L – индуктивность контура, C – ёмкость конденсатора.

Частота собственных колебаний контура:

$$\nu_0 = \frac{1}{T_0} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}.$$

Закон изменения разности потенциалов между обкладками конденсатора:

$$U_C = U_m \cos(\omega_0 t + \varphi_0),$$

где $U_m = q_m / C$ – амплитуда разности потенциалов.

Закон изменения тока:

$$i = \dot{q} = -\omega_0 q_m \sin(\omega_0 t + \varphi_0) = I_m \cos(\omega_0 t + \varphi_0 + \pi/2),$$

где $I = \omega_0 q_m$ – амплитуда тока.

Закон изменения ЭДС самоиндукции:

$$\varepsilon_s = -L \dot{i} = -L \omega_0^2 q_m \cos(\omega_0 t + \varphi_0) = \varepsilon_{sm} \cos(\omega_0 t + \varphi_0 - \pi),$$

где $\varepsilon_{sm} = L \omega_0^2 q_m$ – амплитуда ЭДС – самоиндукции.

Закон изменения энергии электрического поля:

$$W_E = \frac{q^2}{2C} = \left(\frac{q_m^2}{2C} \right) \cos^2(\omega_0 t + \varphi_0) = W_{Em} \cos^2(\omega_0 t + \varphi_0),$$

где $W_{Em} = q_m^2 / 2C$ – амплитуда энергии электрического поля.

Закон изменения энергии магнитного поля:

$$W_B = \frac{L i^2}{2} = \left(\frac{L \omega_0^2 q_m^2}{2} \right) \sin^2(\omega_0 t + \varphi_0) = W_{Bm} \sin^2(\omega_0 t + \varphi_0),$$

где $W_{Bm} = L \omega_0^2 q_m^2 / 2$ – амплитуда энергии магнитного поля и $1/LC = \omega_0^2$,

Величина заряда на обкладках конденсатора в процессе свободных затухающих колебаний определяется по формуле ($\beta < \omega_0$):

$$q = q_{m_0} e^{-\beta t} \cos(\omega t + \varphi_0),$$

где q_{m_0} – начальная амплитуда заряда; ω – угловая частота колебаний;

β – коэффициент затухания, $\beta = \frac{L}{2R}$ (R – активное сопротивление контура).

Угловая частота затухающих колебаний связана с собственной частотой контура соотношением:

$$\omega = \sqrt{\omega_0^2 - \beta^2}.$$

Условный период затухающих колебаний равен:

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{\sqrt{\omega_0^2 - \beta^2}} = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{R^2}{4L^2}}}.$$

Логарифмический декремент затухания: $\lambda = \ln \frac{q_{m_0} e^{-\beta t}}{q_{m_0} e^{-\beta(t+T)}} = \beta T.$

Время релаксации : $\tau = \frac{1}{\beta}$.

Добротность контура Q : $Q = \frac{\pi}{\lambda} = \pi N = \frac{\pi T}{\tau}$.

Резонансная частота для заряда (для разности потенциалов она будет точно такой же):

$$\Omega_{рез,q} = \sqrt{\omega_0^2 - 2\beta^2} = \sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{R^2}{2L^2}}.$$

Фазовая скорость электромагнитных волн:

$$v = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0\mu_0}} \frac{1}{\sqrt{\epsilon\mu}} = \frac{c}{\sqrt{\epsilon\mu}},$$

где $\frac{1}{\sqrt{\epsilon_0\mu_0}} = c$ – скорость электромагнитных волн в вакууме.

Плотность энергии ω электромагнитной волны распространяющейся в вакууме со скоростью c складывается из плотности энергии электрического поля и плотности энергии магнитного поля:

$$\omega = \omega_E + \omega_H = \frac{\epsilon_0 E^2}{2} + \frac{\mu_0 H^2}{2}.$$

Модуль плотности потока энергии: $S = \omega c = EH$.

Вектор плотности потока электромагнитной энергии можно представить как векторное произведение \vec{E} и \vec{H} :

$$\vec{S} = [\vec{E}\vec{H}]$$

где вектор \vec{S} называется вектором Пойнтинга.

Электромагнитная волна, несущая энергию W , обладает импульсом $K = \frac{1}{c}W$.

Связь длины электромагнитной волны с периодом T и частотой ν колебаний:

$$\lambda = cT \text{ или } \lambda = \frac{c}{\nu};$$

где c – скорость электромагнитных волн в вакууме.

Тестовое задание №1

1. Какое из приведённых ниже выражений является определением напряжённости электрического поля?

а) $Q = 1,7 \cdot 10^{-5} \text{ Дж}$; б) $\nabla \vec{E} = \frac{\rho}{\varepsilon_0}$; в) $\vec{E} = \frac{\vec{D}}{\varepsilon_0 \varepsilon}$; г) $E = \frac{q}{4\pi \varepsilon_0 \varepsilon r^2}$.

2. Поставьте в соответствие потенциалу заряжённого тела его математическое выражение.

Потенциал

Математическое выражение

а) потенциал точечного заряда

1) $\varphi = \frac{1}{4\pi \varepsilon_0} \int_V \frac{\rho dV}{r}$

б) потенциал внутри заряженной сферы радиуса r

2) $\varphi = \frac{1}{4\pi \varepsilon_0} \frac{\rho \cos \theta}{r^2}$

в) потенциал системы точечных зарядов

3) $\varphi = const$

г) потенциал поля диполя

4) $\varphi = \frac{1}{4\pi \varepsilon_0} \sum_{k=1, (k \neq 1)}^n \frac{q_k}{r_{ik}}$

д) потенциал тела с равномерно распределённым по объёму зарядом

5) $\varphi = \frac{q}{4\pi \varepsilon_0 r}$

3. На пластинах плоского воздушного конденсатора находится заряд $4,95 \text{ нКл}$. Конденсатор подключён к источнику с ЭДС, равной 280 В . Площадь пластины конденсатора $S = 0,01 \text{ м}^2$. Найти величину силы притяжения пластин \vec{F} .

а) $F = 0,23 \cdot 10^{-3} \text{ Н}$; б) $F = 0,11 \cdot 10^{-3} \text{ Н}$; в) $F = 0,31 \cdot 10^{-3} \text{ Н}$;

г) $F = 0,14 \cdot 10^{-3} \text{ Н}$; д) $F = 0,41 \cdot 10^{-3} \text{ Н}$.

4. По проводнику сопротивлением $R = 30 \text{ Ом}$ течёт равномерно возрастающий ток. Количество теплоты, выделившееся в проводнике за время $\tau = 8 \text{ с}$, равно $Q = 200 \text{ Дж}$. Определить количество электричества q , протёкшее за это время по проводнику. В начальный момент сила тока в проводнике была равна нулю.

а) $q = 10 \text{ Кл}$; б) $q = 5 \text{ Кл}$; в) $q = 15 \text{ Кл}$; г) $q = 18 \text{ Кл}$; д) $q = 20 \text{ Кл}$.

5. Определите разность потенциалов на обкладках конденсатора в схеме, приведённой на рисунке. ЭДС источника $\varepsilon = 20 \text{ В}$, сопротивления всех резисторов равны. Внутренним сопротивлением источника пренебречь.

а) $U = 5 \text{ В}$; б) $U = 7 \text{ В}$; в) $U = 14 \text{ В}$; г) $U = 18 \text{ В}$; д) $U = 24 \text{ В}$.

Тестовое задание №2

1. Закон электромагнитной индукции в дифференциальной форме имеет вид:

$$\text{а) } \operatorname{rot} \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}; \text{ б) } \operatorname{rot} \vec{H} = \frac{\partial \vec{D}}{\partial t}; \text{ в) } \operatorname{div} \vec{E} = \frac{\rho}{\varepsilon_0}; \text{ г) } \operatorname{rot} \vec{H} = \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}.$$

(где \vec{E} и \vec{D} – напряженность и индукция электрического поля; \vec{H} и \vec{B} – напряженность и индукция магнитного поля; ρ – объемная плотность электрического заряда).

2. Индуктивность L , характеризующая некоторый замкнутый контур, вводится в рассмотрение как коэффициент пропорциональности между следующими величинами:

$$\text{а) } \Phi = LI; \text{ б) } \Phi = LB; \text{ в) } B = LI; \text{ г) } \Phi = EB.$$

(где I – сила тока в контуре; B – индукция магнитного поля, создаваемого током; Φ – магнитный поток, пронизывающий контур).

3. На пластинах плоского воздушного конденсатора находится заряд $4,95 \text{ нКл}$. Конденсатор подключён к источнику с ЭДС, равной 280 В . Площадь пластины конденсатора $S = 0,01 \text{ м}^2$. Найти величину скорости \vec{v} , которую получит электрон, пройдя в конденсаторе путь от одной пластины до другой

$$\begin{aligned} \text{а) } v &= 10^6 \frac{\text{м}}{\text{с}}; \text{ б) } v = 10^7 \frac{\text{м}}{\text{с}}; \text{ в) } v = 2,5 \cdot 10^6 \frac{\text{м}}{\text{с}}; \text{ г) } v = 5 \cdot 10^6 \frac{\text{м}}{\text{с}}; \\ \text{д) } v &= 3 \cdot 10^7 \frac{\text{м}}{\text{с}}. \end{aligned}$$

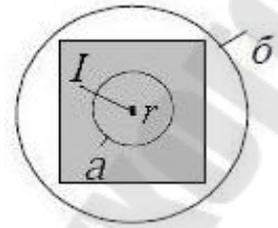
4. Определите количество теплоты Q , выделившееся в проводнике сопротивлением $R = 50 \text{ Ом}$, при пропускании по нему электрического тока. Сила тока в проводнике равномерно нарастает с $I_0 = 0$ до $I = 10 \text{ А}$ в течение времени $\tau = 30 \text{ с}$.

$$\text{а) } Q = 15 \text{ кДж}; \text{ б) } Q = 35 \text{ кДж}; \text{ в) } Q = 55 \text{ кДж}; \text{ г) } Q = 50 \text{ кДж}.$$

5. По медному проводнику сечением $0,8 \text{ мм}^2$ течёт ток 80 мА . Найдите величину средней скорости упорядоченного движения электронов вдоль проводника, предполагая, что на каждый атом меди приходится один свободный электрон. Плотность меди $\rho = 8,9 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$.

$$\begin{aligned} \text{а) } \langle v \rangle &= 7,4 \cdot 10^{-6} \frac{\text{м}}{\text{с}}; \text{ б) } \langle v \rangle = 9,3 \cdot 10^{-6} \frac{\text{м}}{\text{с}}; \text{ в) } \langle v \rangle = 10,5 \cdot 10^{-6} \frac{\text{м}}{\text{с}}; \\ \text{г) } \langle v \rangle &= 12,6 \cdot 10^{-6} \frac{\text{м}}{\text{с}}; \text{ д) } \langle v \rangle = 14,8 \cdot 10^{-6} \frac{\text{м}}{\text{с}}. \end{aligned}$$

6. По оси бесконечно длинного однородного ферромагнитного стержня с квадратным сечением проходит проводник с током I . Справедливо ли выражение циркуляции вектора напряженности магнитного поля по круговому контуру радиуса r с центром на оси стержня: $2\pi rH = I$ если: а) контур проходит внутри стержня; б) снаружи? Контур расположен в плоскости нормального сечения стержня.



- а) да, да; б) да, нет; в) нет, да; г) нет, нет.

7. Длина соленоида $l = 160 \text{ см}$, площадь поперечного сечения $S = 19,6 \text{ см}^2$. Обмотка соленоида имеет $N = 2000$ витков, и по ней течёт ток $I = 2 \text{ А}$. Какая средняя ЭДС индуцируется в витке, надетом на соленоид с железным сердечником, если ток в соленоиде спадает до нуля в течение времени $t = 2 \text{ мс}$?

- а) $\langle \varepsilon_S \rangle = 0,42 \text{ В}$; б) $\langle \varepsilon_S \rangle = 0,96 \text{ В}$; в) $\langle \varepsilon_S \rangle = 1,2 \text{ В}$; г) $\langle \varepsilon_S \rangle = 1,42 \text{ В}$;
д) $\langle \varepsilon_S \rangle = 2,9 \text{ В}$.

8. В однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,8 \text{ Тл}$ равномерно вращается рамка площадью $S = 50 \text{ см}^2$. Ось вращения лежит в плоскости рамки и перпендикулярна линиям индукции. Среднее значение ЭДС индукции за время, в течение которого магнитный поток, пронизывающий рамку, изменился от нуля до максимального значения, равно $\langle \varepsilon_i \rangle = 0,16 \text{ В}$. С какой частотой n вращалась рамка?

- а) $n = 12 \text{ с}^{-1}$; б) $n = 10 \text{ с}^{-1}$; в) $n = 8 \text{ с}^{-1}$; г) $n = 6 \text{ с}^{-1}$; д) $n = 5 \text{ с}^{-1}$.

9. Колебательный контур настроен на длину волны $\lambda = 1500 \text{ м}$ и состоит из катушки индуктивностью $L = 60 \text{ мкГн}$ и плоского конденсатора с площадью пластин $S = 400 \text{ см}^2$. Расстояние между пластинами $d = 0,02 \text{ см}$. Найдите диэлектрическую проницаемость ε среды, заполняющей пространство между пластинами конденсатора.

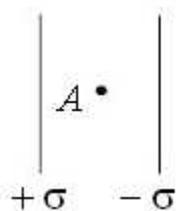
- а) $\varepsilon = 0$; б) $\varepsilon = 1,5$; в) $\varepsilon = 6$; г) $\varepsilon = 8$; д) $\varepsilon = 12$.

10. Катушка сопротивлением $8,2 \text{ Ом}$ включена в цепь переменного тока частотой $\nu = 50 \text{ Гц}$. Длина катушки $l = 100 \text{ см}$ и площадь поперечного сечения $S = 40 \text{ см}^2$. Число витков на катушке $N = 3000$. Найдите сдвиг фаз φ между напряжением и током.

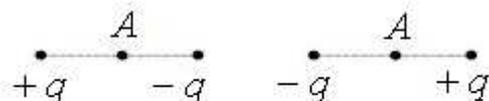
- а) $\varphi = 10^\circ$; б) $\varphi = 20^\circ$; в) $\varphi = 40^\circ$; г) $\varphi = 50^\circ$; д) $\varphi = 60^\circ$.

Тестовое задание №3

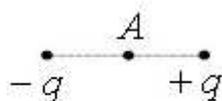
1. В каких из четырех случаев различного распределения зарядов, приведенных ниже, напряжённость электрического поля в точке A равна нулю?



1)



2)



3)

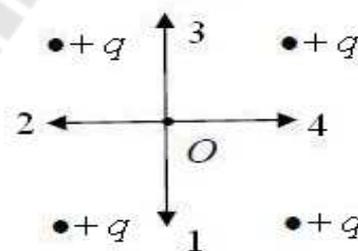


4)

а) 1,2; б) 2,3; в) 3; г) 4; д) 3,4.

2. Каково направление вектора напряжённости электрического поля в точке O созданного равными по модулю зарядами $+q$?

а) 1; б) 2; в) 3; г) 4; д) поле равно нулю.



3. На пластинах плоского воздушного конденсатора находится заряд $4,95 \text{ нКл}$. Конденсатор подключён к источнику с ЭДС, равной 280 В . Площадь пластины конденсатора $S = 0,01 \text{ м}^2$. Найти величину напряжённости поля \vec{E} внутри конденсатора.

а) $E = 41 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}$; б) $E = 32 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}$; в) $E = 45 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}$; г) $E = 23 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}$; д) $E = 56 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}$.

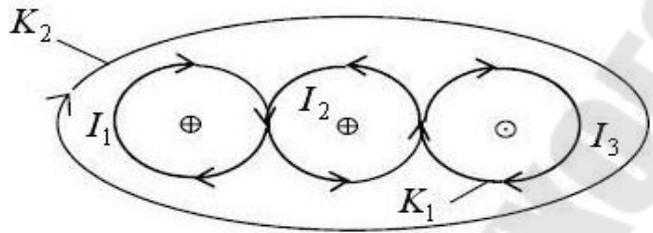
4. По проводнику сопротивлением $R = 30 \text{ Ом}$ течёт равномерно возрастающий ток. Количество теплоты, выделившееся в проводнике за время $\tau = 8 \text{ с}$, равно $Q = 200 \text{ Дж}$. Определить количество электричества q , протёкшее за это время по проводнику. В начальный момент сила тока в проводнике была равна нулю.

а) $q = 10 \text{ Кл}$; б) $q = 5 \text{ Кл}$; в) $q = 15 \text{ Кл}$; г) $q = 18 \text{ Кл}$; д) $q = 20 \text{ Кл}$.

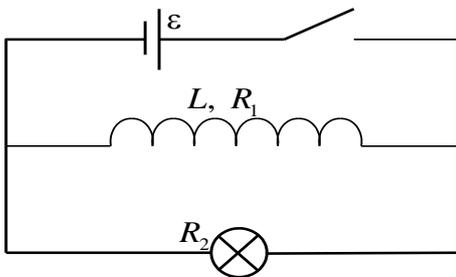
5. На катушку намотана медная проволока диаметром $d = 1 \text{ мм}$. Какое сопротивление имеет проволока, если масса её $m = 3,41 \text{ кг}$?

а) $R = 8,2 \text{ Ом}$; б) $R = 10,8 \text{ Ом}$; в) $R = 12,6 \text{ Ом}$; г) $R = 14,8 \text{ Ом}$;
д) $R = 20,4 \text{ Ом}$.

6. Дано $I_1 = I_2 = I_3 = 1\text{A}$ (см. рисунок). Определить циркуляции вектора H по контурам K_1 и K_2 .



- а) $1\text{A}, 1\text{A}$; б) $1\text{A}, -1\text{A}$; в) $-1\text{A}, 1\text{A}$; г) $1\text{A}, -3\text{A}$; д) $-1\text{A}, 3\text{A}$.



7. Дроссель с индуктивностью $L = 8\text{Гн}$ и сопротивлением $R_1 = 40\text{Ом}$ и лампа сопротивлением $R_2 = 200\text{Ом}$ соединены параллельно и подключены к источнику с электродвижущей силой $\varepsilon = 120\text{В}$ через ключ (см. рисунок). Определите напряжение U на зажимах дросселя в момент: 1) $t_1 = 0,01\text{с}$ и 2) $t_2 = 0,5\text{с}$ после размыкания цепи.

Определите напряжение U на зажимах дросселя в момент: 1) $t_1 = 0,01\text{с}$ и 2) $t_2 = 0,5\text{с}$ после размыкания цепи.

- а) $U_1 = 440\text{В}, U_2 = 1,8 \cdot 10^{-4}\text{В}$; б) $U_1 = 320\text{В}, U_2 = 1,4 \cdot 10^{-4}\text{В}$;
 в) $U_1 = 260\text{В}, U_2 = 1,2 \cdot 10^{-4}\text{В}$; г) $U_1 = 180\text{В}, U_2 = 1 \cdot 10^{-4}\text{В}$;
 д) $U_1 = 90\text{В}, U_2 = 0,6 \cdot 10^{-4}\text{В}$.

8. Тонкий металлический стержень длиной $l = 1,2\text{м}$ вращается в однородном магнитном поле вокруг перпендикулярной к стержню оси, отстоящей от одного из его концов на расстояние $l_1 = 0,25\text{м}$, делая $n = 2\text{об/с}$ (см. рисунок). Вектор \vec{B} параллелен оси вращения и имеет величину $B = 1\text{Тл}$. Найти разность потенциалов U , возникающую между концами стержня.

- а) $U = 2,1\text{мВ}$; б) $U = 3,4\text{мВ}$; в) $U = 4,9\text{мВ}$; г) $U = 5,3\text{мВ}$; д) $U = 7,5\text{мВ}$.

9. Колебательный контур состоит из конденсатора ёмкостью $C = 100\text{нФ}$, катушки индуктивностью $L = 0,01\text{Гн}$ и резистора сопротивлением $R = 20\text{Ом}$. Определите: 1) период затухающих колебаний; 2) через сколько полных колебаний амплитуда тока в контуре уменьшится в e раз?

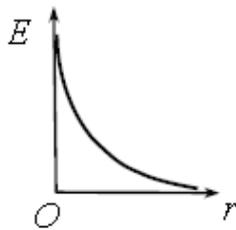
- а) 1) $T = 1\text{мс}$, 2) $N_e = 3$; б) 1) $T = 2\text{мс}$, 2) $N_e = 5$; в) 1) $T = 4\text{мс}$, 2) $N_e = 7$;
 г) 1) $T = 6\text{мс}$, 2) $N_e = 9$; д) 1) $T = 8\text{мс}$, 2) $N_e = 12$.

10. Колебательный контур настроен на длину волны $\lambda = 1500\text{м}$ и состоит из катушки индуктивностью $L = 60\text{мкГн}$ и плоского конденсатора с площадью пластин $S = 400\text{см}^2$. Расстояние между пластинами $d = 0,02\text{см}$. Найдите диэлектрическую проницаемость ε среды, заполняющей пространство между пластинами конденсатора.

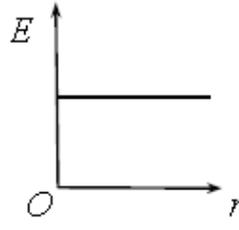
- а) $\varepsilon = 0$; б) $\varepsilon = 1,5$; в) $\varepsilon = 6$; г) $\varepsilon = 8$; д) $\varepsilon = 12$.

Тестовое задание №4

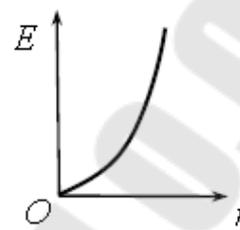
1. Укажите, на каком графике правильно показана зависимость напряжённости электростатического поля \vec{E} от расстояния r для тонкой равномерно заряженной бесконечной нити r ?



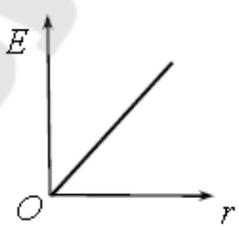
а)



б)



в)



г)

2. Какое из ниже приведённых выражений даёт связь между напряжённостью электростатического поля и потенциалом в неоднородном электрическом поле?

а) $\vec{E} = -\left(\frac{d\varphi}{dx} + \frac{d\varphi}{dy} + \frac{d\varphi}{dz}\right)\vec{r}$; б) $\vec{E} = \left(\frac{d\varphi}{dx} + \frac{d\varphi}{dy} + \frac{d\varphi}{dz}\right)\vec{r}$; в) $E = \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{d}$;

г) $\vec{E} = \left(\frac{d\varphi}{dx}\vec{e}_x + \frac{d\varphi}{dy}\vec{e}_y + \frac{d\varphi}{dz}\vec{e}_z\right)$; д) $\vec{E} = -\left(\frac{d\varphi}{dx}\vec{e}_x + \frac{d\varphi}{dy}\vec{e}_y + \frac{d\varphi}{dz}\vec{e}_z\right)$.

3. Пространство между пластинами плоского конденсатора заполняется диэлектриком ($\varepsilon = 7$). При присоединении пластин к источнику напряжения величина напряжённости электрического поля в конденсаторе $E = 0,4 \cdot 10^6 \text{ В/м}$. Найти объёмную плотность энергии электрического поля в диэлектрике.

а) $\omega = 1 \frac{\text{Дж}}{\text{м}^3}$; б) $\omega = 2 \frac{\text{Дж}}{\text{м}^3}$; в) $\omega = 3 \frac{\text{Дж}}{\text{м}^3}$; г) $\omega = 4 \frac{\text{Дж}}{\text{м}^3}$;

д) $\omega = 5 \frac{\text{Дж}}{\text{м}^3}$.

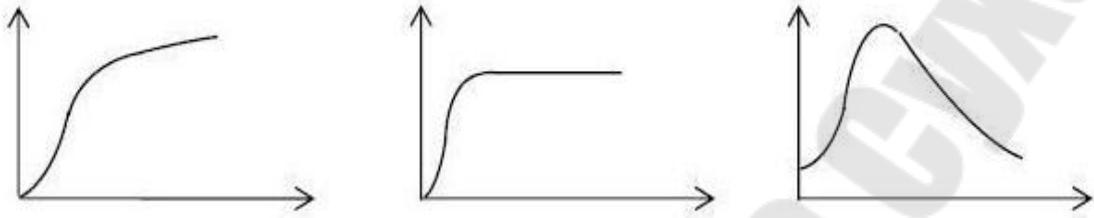
4. В проводнике в течение времени $\tau = 10 \text{ с}$ равномерно убывает сила тока от $I_0 = 5 \text{ А}$ до $I = 0$. При этом в проводнике выделяется количество теплоты $Q = 1 \text{ кДж}$. Каково сопротивление R проводника?

а) $R = 8 \text{ Ом}$; б) $R = 10 \text{ Ом}$; в) $R = 12 \text{ Ом}$; г) $R = 14 \text{ Ом}$; д) $R = 16 \text{ Ом}$.

5. Чтобы изготовить печь сопротивлением $R = 40 \text{ Ом}$, при комнатной температуре $t = 20^\circ \text{ С}$ на фарфоровый цилиндр диаметром $d = 5 \text{ см}$ наматывают никелиновую проволоку радиусом $r = 0,5 \text{ мм}$. Сколько витков проволоки потребуется для изготовления такой печи? Удельное сопротивление никелина $\rho = 4 \cdot 10^{-7} \text{ Ом} \cdot \text{м}$ при температуре $t = 20^\circ \text{ С}$.

а) $N = 300$; б) $N = 500$; в) $N = 600$; г) $N = 800$; д) $N = 1000$.

6. На приведённых ниже рисунках даны типичные кривые намагничивания для ферромагнетиков. Указать, в каких координатах даны соответствующие кривые.



а) $J = f(H), B = f(H), \mu = f(H)$;

б) $\mu = f(H), J = f(H), B = f(H)$;

в) $J = f(H), \mu = f(H), B = f(H)$;

г) $\mu = f(H), B = f(H), J = f(H)$;

д) $B = f(H), J = f(H), \mu = f(H)$;

е) $B = f(H), \mu = f(H), J = f(H)$.

7. Определите сопротивление R электрического контакта из-за неидеального осуществления короткого замыкания концов обмотки длинного сверхпроводящего соленоида с индуктивностью $L = 3,6 \text{ Гн}$, если в течение каждого часа магнитное поле в соленоиде убывает на $0,01\%$.

а) $R = 40 \text{ нОм}$; б) $R = 60 \text{ нОм}$; в) $R = 80 \text{ нОм}$; г) $R = 100 \text{ нОм}$;

д) $R = 140 \text{ нОм}$.

8. Какое из приведённых ниже выражений является индуктивностью соленоида длиной l , площадью сечения S , с числом витков N ?

а) $\mu_0 \mu n^2 V$; б) $\frac{\mu_0 \mu N^2 S}{l}$; в) $\mu_0 \mu l n^2 l S$; г) $\frac{\mu_0 \mu N S}{l}$; д) $\frac{\mu_0 \mu N^2}{l}$.

9. Определите добротность Q колебательного контура, если собственная частота ω_0 колебательного контура отличается на 5% от частоты ω свободных затухающих колебаний.

а) $Q = 0,34$; б) $Q = 0,93$; в) $Q = 1,56$; г) $Q = 2,78$; д) $Q = 4,21$.

10. Колебательный контур состоит из конденсатора ёмкостью $C = 100 \text{ нФ}$, катушки индуктивностью $L = 0,01 \text{ Гн}$ и резистора сопротивлением $R = 20 \text{ Ом}$. Определите: 1) период затухающих колебаний; 2) через сколько полных колебаний амплитуда тока в контуре уменьшится в e раз?

а) 1) $T = 1 \text{ мс}$, 2) $N_e = 3$; б) 1) $T = 2 \text{ мс}$, 2) $N_e = 5$;

в) 1) $T = 4 \text{ мс}$, 2) $N_e = 7$; г) 1) $T = 6 \text{ мс}$, 2) $N_e = 9$;

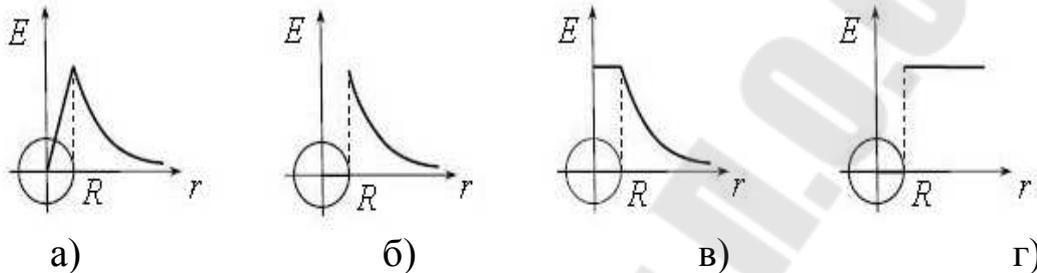
д) 1) $T = 8 \text{ мс}$, 2) $N_e = 12$.

Тестовое задание №5

1. Как изменится по модулю напряжённость электрического поля точечного заряда при увеличении расстояния до заряда в 4 раза?

- а) уменьшится в 2 раза; б) уменьшится в 4 раза;
в) уменьшится в 16 раз; г) увеличится в 2 раза; д) не изменится.

2. Какой из приведённых ниже графиков отражает зависимость напряжённости электростатического поля E от расстояния r для равномерно заряжённого по объёму шара радиусом R ?



3. Пространство между пластинами плоского конденсатора заполняется диэлектриком ($\epsilon = 7$). При присоединении пластин к источнику напряжения величина напряжённости электрического поля в конденсаторе $E = 0,4 \cdot 10^6 \text{ В/м}$. Найти объёмную плотность энергии электрического поля в диэлектрике.

- а) $\omega = 1 \frac{\text{Дж}}{\text{м}^3}$; б) $\omega = 2 \frac{\text{Дж}}{\text{м}^3}$; в) $\omega = 3 \frac{\text{Дж}}{\text{м}^3}$; г) $\omega = 4 \frac{\text{Дж}}{\text{м}^3}$;
д) $\omega = 5 \frac{\text{Дж}}{\text{м}^3}$.

4. Определите количество теплоты Q , выделившееся в проводнике сопротивлением $R = 50 \text{ Ом}$, при пропускании по нему электрического тока. Сила тока в проводнике равномерно нарастает с $I_0 = 0$ до $I = 10 \text{ А}$ в течение времени $\tau = 30 \text{ с}$.

- а) $Q = 15 \text{ кДж}$; б) $Q = 35 \text{ кДж}$; в) $Q = 55 \text{ кДж}$; г) $Q = 50 \text{ кДж}$.

5. К источнику с ЭДС, равной ϵ , и внутренним сопротивлением r_1 присоединили сопротивление $R = 0,01 \text{ Ом}$. При этом амперметр показал силу тока $I_1 = 0,5 \text{ А}$. Если же к источнику присоединить последовательно ещё один источник с такой же ЭДС, но с внутренним сопротивлением $r_2 = 4,5 \text{ Ом}$, то сила тока I_2 в том же сопротивлении окажется равной $0,4 \text{ А}$. Определите внутреннее сопротивление r_1 и ЭДС источника ϵ .

- а) $r_1 = 2,9 \text{ Ом}$, $\epsilon = 1,5 \text{ В}$; б) $r_1 = 5,3 \text{ Ом}$, $\epsilon = 2 \text{ В}$; в) $r_1 = 4 \text{ Ом}$, $\epsilon = 2,5 \text{ В}$;
г) $r_1 = 7,2 \text{ Ом}$, $\epsilon = 9 \text{ В}$; д) $r_1 = 21 \text{ Ом}$, $\epsilon = 8 \text{ В}$.

6. В однородное магнитное поле с индукцией $B = 0,1 \text{ Тл}$ влетает протон под углом 30° к направлению поля. Кинетическая энергия про-

тона $W = 433 \text{ эВ}$. Определите радиус R винтовой линии, по которой будет двигаться протон.

а) $R = 0,3 \text{ см}$; б) $R = 0,8 \text{ см}$; в) $R = 1,5 \text{ см}$; г) $R = 2,0 \text{ см}$; д) $R = 2,8 \text{ см}$.

7. По соленоиду течёт ток силой 5 А . Длина соленоида 1 м , число витков 500 . В соленоид вставлен железный сердечник. Найдите: 1) намагниченность; 2) объёмную плотность энергии магнитного поля соленоида.

а) 1) $J = 6,4 \text{ МА/м}$, 2) $\omega = 1,41 \text{ кДж/м}^3$;

б) 1) $J = 15,9 \text{ МА/м}$, 2) $\omega = 3,63 \text{ кДж/м}^3$;

в) 1) $J = 23,7 \text{ МА/м}$, 2) $\omega = 5,36 \text{ кДж/м}^3$;

г) 1) $J = 31,8 \text{ МА/м}$, 2) $\omega = 8,29 \text{ кДж/м}^3$;

д) 1) $J = 45,2 \text{ МА/м}$, 2) $\omega = 12,56 \text{ кДж/м}^3$.

8. Какое из приведенных ниже выражений дает энергию магнитного поля, создаваемого током I в соленоиде длиной l , площадью сечения S , с числом витков N ?

а) $\frac{\mu_0 \mu N^2 I S}{l}$; б) $\frac{\mu_0 \mu N^2 I^2 S}{l}$; в) $\frac{\mu_0 \mu N^2 I^2 S}{2l}$; г) $\frac{\mu_0 \mu N I}{l}$; д) $\frac{N I}{l}$.

9. Колебательный контур состоит из конденсатора ёмкостью $C = 10 \text{ нФ}$ и катушки индуктивностью $L = 4 \text{ мкГн}$. Определите критическое сопротивление $R_{кр}$ контура, при котором наступает аperiodический процесс.

а) $R_{кр} = 15 \text{ Ом}$; б) $R_{кр} = 25 \text{ Ом}$; в) $R_{кр} = 35 \text{ Ом}$; г) $R_{кр} = 40 \text{ Ом}$;

д) $R_{кр} = 45 \text{ Ом}$.

10. Определите добротность Q колебательного контура, если собственная частота ω_0 колебательного контура отличается на 5% от частоты ω свободных затухающих колебаний.

а) $Q = 0,34$; б) $Q = 0,93$; в) $Q = 1,56$; г) $Q = 2,78$; д) $Q = 4,21$.

Тестовое задание №6

1. Какое из приведённых ниже выражений есть определение потенциала электрического поля?

а) $\varphi = \frac{q}{4\pi\epsilon\epsilon_0 r}$; б) $\varphi = \frac{W_p}{q_0}$; в) $\varphi = \sum_{i=1}^n \varphi_i$; г) $\varphi = -E dr$; д) $A = q(\varphi_1 - \varphi_2)$.

2. Какое из приведённых ниже выражений есть определение вектора поляризованности?

а) $\vec{P} = \chi \epsilon_0 \vec{E}$; б) $\vec{P} = \vec{D} - \epsilon_0 \vec{E}$; в) $\nabla \vec{P} = -\rho'_{изб}$; г) $\vec{P} = \frac{1}{\Delta V} \sum_{i=1}^n \vec{p}_i$.

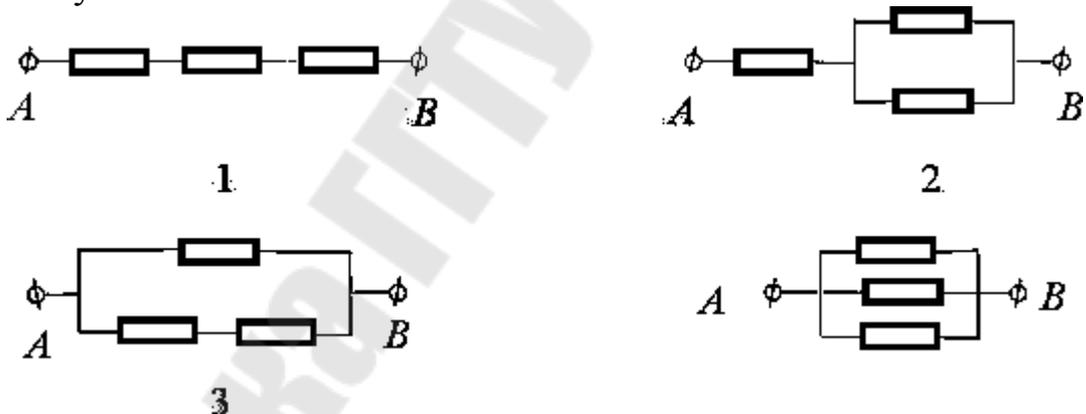
3. Пространство между пластинами плоского конденсатора заполняется диэлектриком ($\epsilon = 7$). При присоединении пластин к источнику напряжения величина напряжённости электрического поля в конденсаторе $E = 0,4 \cdot 10^6 \text{ В/м}$. Найти электрическую индукцию в диэлектрике

а) $D = 2,5 \cdot 10^{-5} \frac{\text{Кл}}{\text{м}^2}$; б) $D = 1,5 \cdot 10^{-5} \frac{\text{Кл}}{\text{м}^2}$; в) $D = 1 \cdot 10^{-5} \frac{\text{Кл}}{\text{м}^2}$;
 г) $D = 3 \cdot 10^{-5} \frac{\text{Кл}}{\text{м}^2}$; д) $D = 4,5 \cdot 10^{-5} \frac{\text{Кл}}{\text{м}^2}$.

4. Пространство между пластинами плоского конденсатора заполняется диэлектриком ($\epsilon = 7$). При присоединении пластин к источнику напряжения величина напряжённости электрического поля в конденсаторе $E = 0,4 \cdot 10^6 \text{ В/м}$. Найти давление пластин на диэлектрик.

а) $P = 5 \text{ Па}$; б) $P = 10 \text{ Па}$; в) $P = 7 \text{ Па}$; г) $P = 14 \text{ Па}$; д) $P = 8 \text{ Па}$.

5. На рис. показаны четыре типа соединений трех одинаковых сопротивлений. Установите правильное соотношение общих сопротивлений этих участков.



а) $R_1 > R_2 < R_3 < R_4$; б) $R_1 > R_2 < R_3 > R_4$; в) $R_1 > R_2 > R_3 > R_4$
 г) $R_1 < R_2 < R_3 < R_4$; д) $R_1 < R_2 < R_3 > R_4$; е) $R_1 < R_2 > R_3 > R_4$

6. Определить заряд, прошедший по проводу с сопротивлением $R = 30 \text{ Ом}$ при равномерном нарастании напряжения на концах провода от $U_1 = 2 \text{ В}$ до $U_2 = 4 \text{ В}$ в течение времени $t = 20 \text{ с}$.

а) $q = 5 \text{ Кл}$; б) $q = 10 \text{ Кл}$; в) $q = 15 \text{ Кл}$; г) $q = 20 \text{ Кл}$; д) $q = 20 \text{ Кл}$.

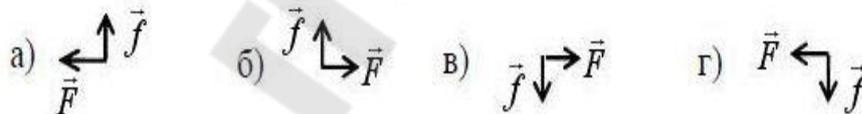
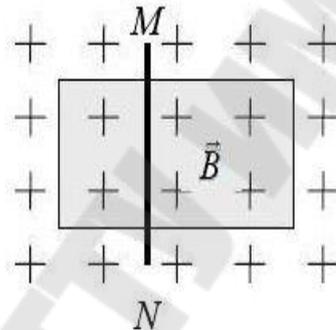
7. Два параллельных бесконечно длинных провода расположены на расстоянии $d = 4 \text{ см}$; друг от друга. Определите величину магнитной индукции \vec{B} в точке, отстоящей от одного проводника на расстоянии $r_1 = 5 \text{ см}$ и от другого – на расстоянии $r_2 = 8 \text{ см}$. Токи в проводах $I_1 = 50 \text{ А}$ и $I_2 = 100 \text{ А}$ текут в одном направлении.

- а) $B = 443 \text{ мкТл}$; б) $B = 324 \text{ мкТл}$; в) $B = 280 \text{ мкТл}$; г) $B = 187 \text{ мкТл}$;
 д) $B = 98 \text{ мкТл}$.

8. Рамка площадью $S = 150 \text{ см}^2$ равномерно вращается в однородном магнитном поле с частотой $n = 2,4 \text{ об/с}$. Ось вращения находится в плоскости рамки и составляет угол $\alpha = 30^\circ$ с направлением магнитного поля. Максимальная ЭДС индукции ε_{max} во вращающейся рамке равна $0,09 \text{ В}$. Какова величина индукции магнитного поля \vec{B} ?

- а) $B = 0,2 \text{ Тл}$; б) $B = 0,4 \text{ Тл}$; в) $B = 0,6 \text{ Тл}$; г) $B = 0,8 \text{ Тл}$; д) $B = 1 \text{ Тл}$.

9. Прямоугольная рамка с подвижной перемычкой MN находится в однородном постоянном магнитном поле. Пусть перемычка перемещается вправо. Указать направление сил: а) сил Ампера (\vec{F}), действующей на индукционный ток в перемычке; б) силы (\vec{f}), действующей на электрон вдоль перемычки (эта сила обуславливает ЭДС).



10. Колебательный контур содержит катушку индуктивностью $L = 5 \text{ мГн}$ и конденсатор ёмкостью $C = 2 \text{ мкФ}$. Добротность колебательного контура $Q = 100$. Какую среднюю мощность следует подводить для поддержания в колебательном контуре незатухающих гармонических колебаний с амплитудным значением напряжения на конденсаторе $U_{\text{cm}} = 2 \text{ В}$?

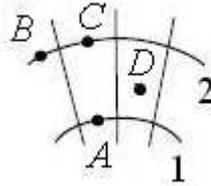
- а) $\langle P \rangle = 0,2 \cdot 10^{-3} \text{ Вт}$; б) $\langle P \rangle = 0,3 \cdot 10^{-3} \text{ Вт}$; в) $\langle P \rangle = 0,4 \cdot 10^{-3} \text{ Вт}$;
 г) $\langle P \rangle = 0,5 \cdot 10^{-3} \text{ Вт}$; д) $\langle P \rangle = 0,6 \cdot 10^{-3} \text{ Вт}$.

11. Колебательный контур состоит из конденсатора ёмкостью $C = 10 \text{ нФ}$ и катушки индуктивностью $L = 4 \text{ мкГн}$. Определите критическое сопротивление $R_{\text{кр}}$ контура, при котором наступает апериодический процесс.

- а) $R_{\text{кр}} = 15 \text{ Ом}$; б) $R_{\text{кр}} = 25 \text{ Ом}$; в) $R_{\text{кр}} = 35 \text{ Ом}$; г) $R_{\text{кр}} = 40 \text{ Ом}$;
 д) $R_{\text{кр}} = 45 \text{ Ом}$.

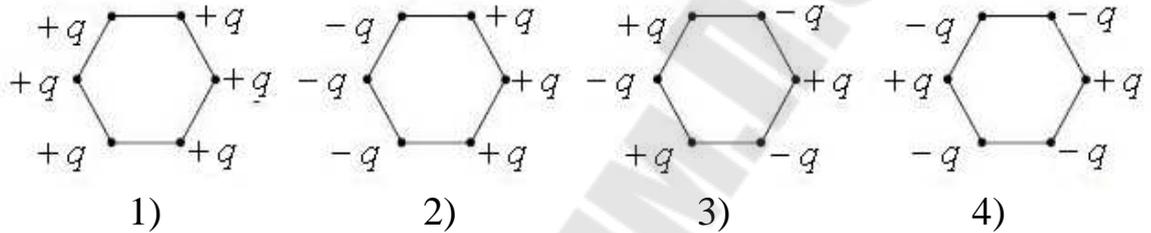
Тестовое задание №7

1. На рисунке показаны силовые линии и две эквипотенциальные поверхности 1 и 2 в электростатическом поле. Какие точки имеют одинаковые потенциалы?



а) A, B, C ; б) B, C ; в) A, D ; г) B, D ; д) C, D .

2. Укажите номера всех схем, на которых потенциал поля в центре правильного шестиугольника равен нулю.



а) 1,2,3; б) 1,4; в) 1,3,4; г) 2,3,4; д) 2,3.

3. Ёмкость конденсатора $C_1 = 0,4 \text{ мкФ}$, когда он заполнен воздухом. Конденсатор заряжается до разности потенциалов $U = 500 \text{ В}$. Определить изменение энергии конденсатора ΔW и работу сил электрического поля при заполнении конденсатора трансформаторным маслом ($\epsilon = 2,5$) для случая, когда конденсатор соединён с источником.

а) $\Delta W = 7,5 \cdot 10^{-2} \text{ Дж}$, $A = 7,5 \cdot 10^{-2} \text{ Дж}$;

б) $\Delta W = 2,6 \cdot 10^{-2} \text{ Дж}$, $A = 2,6 \cdot 10^{-1} \text{ Дж}$;

в) $\Delta W = -2,6 \cdot 10^{-2} \text{ Дж}$, $A = 2,6 \cdot 10^{-2} \text{ Дж}$;

г) $\Delta W = 3,4 \cdot 10^{-2} \text{ Дж}$, $A = 3,4 \cdot 10^{-2} \text{ Дж}$;

д) $\Delta W = -6,6 \cdot 10^{-2} \text{ Дж}$, $A = -6,6 \cdot 10^{-2} \text{ Дж}$.

4. Определите величину плотности тока в медной проволоке длиной $l = 100 \text{ м}$, если разность потенциалов на её конца $\varphi_1 - \varphi_2 = 10 \text{ В}$. Удельное сопротивление меди $\rho = 17 \text{ нОм} \cdot \text{ м}$.

а) $j = 5,88 \frac{\text{МА}}{\text{м}^2}$; б) $j = 4,54 \frac{\text{МА}}{\text{м}^2}$; в) $j = 3,26 \frac{\text{МА}}{\text{м}^2}$; г) $j = 8,56 \frac{\text{МА}}{\text{м}^2}$;

д) $j = 12,96 \frac{\text{МА}}{\text{м}^2}$.

5. В проводнике в течение времени $\tau = 10 \text{ с}$ равномерно убывает сила тока от $I_0 = 5 \text{ А}$ до $I = 0$. При этом в проводнике выделяется количество теплоты $Q = 1 \text{ кДж}$. Каково сопротивление R проводника?

а) $R = 8 \text{ Ом}$; б) $R = 10 \text{ Ом}$; в) $R = 12 \text{ Ом}$; г) $R = 14 \text{ Ом}$; д) $R = 16 \text{ Ом}$.

6. Стороны прямоугольника, изготовленного из тонкого провода, равны $a = 30\text{ см}$ и $b = 40\text{ см}$. Величина магнитной индукции \vec{B}_0 в точке пересечения диагоналей равна 400 мкТл , если по проводнику пропустить ток I . Определите величину тока I .

а) $I = 96\text{ А}$; б) $I = 120\text{ А}$; в) $I = 140\text{ А}$; г) $I = 136\text{ А}$; д) $I = 68\text{ А}$.

7. По обмотке соленоида с параметрами: число витков 1000, длина 0,5 м, диаметр 4 см течёт ток 0,5 А. Определить потокосцепление, энергию, объёмную плотность энергии соленоида.

а) $\psi = 1,6 \cdot 10^{-3}\text{ Вб}$, $W = 4 \cdot 10^{-4}\text{ Дж}$, $\omega = 0,63 \frac{\text{Дж}}{\text{м}^3}$;

б) $\psi = 3,2 \cdot 10^{-3}\text{ Вб}$, $W = 8 \cdot 10^{-4}\text{ Дж}$, $\omega = 1,26 \frac{\text{Дж}}{\text{м}^3}$;

в) $\psi = 1,1 \cdot 10^{-3}\text{ Вб}$, $W = 5 \cdot 10^{-4}\text{ Дж}$, $\omega = 0,98 \frac{\text{Дж}}{\text{м}^3}$;

г) $\psi = 2,1 \cdot 10^{-3}\text{ Вб}$, $W = 2 \cdot 10^{-4}\text{ Дж}$, $\omega = 1,43 \frac{\text{Дж}}{\text{м}^3}$;

д) $\psi = 5,3 \cdot 10^{-3}\text{ Вб}$, $W = 4 \cdot 10^{-4}\text{ Дж}$, $\omega = 0,73 \frac{\text{Дж}}{\text{м}^3}$.

8. В каких из приведенных ниже формулах допущены ошибки?

а) $L = \frac{\mu_0 \mu m^2 S}{l}$; б) $\rho_B = \frac{BH}{2}$; в) $F = BIl \sin \alpha$; г) $F = \frac{\mu_0 \mu I_1 I_2 l}{2\pi}$.

9. Уравнение плоской электромагнитной волны, распространяющейся в среде с магнитной проницаемостью, равной 1, имеет вид $E = 10 \sin(6,28 \cdot 10^8 t - 4,19\pi)$. Определить длину электромагнитной волны и относительную диэлектрическую проницаемость среды.

а) $\lambda = 1\text{ м}$, $\epsilon = 2$; б) $\lambda = 1,5\text{ м}$, $\epsilon = 4$; в) $\lambda = 2\text{ м}$, $\epsilon = 6$; г) $\lambda = 4\text{ м}$, $\epsilon = 12$;

д) $\lambda = 8\text{ м}$, $\epsilon = 14$.

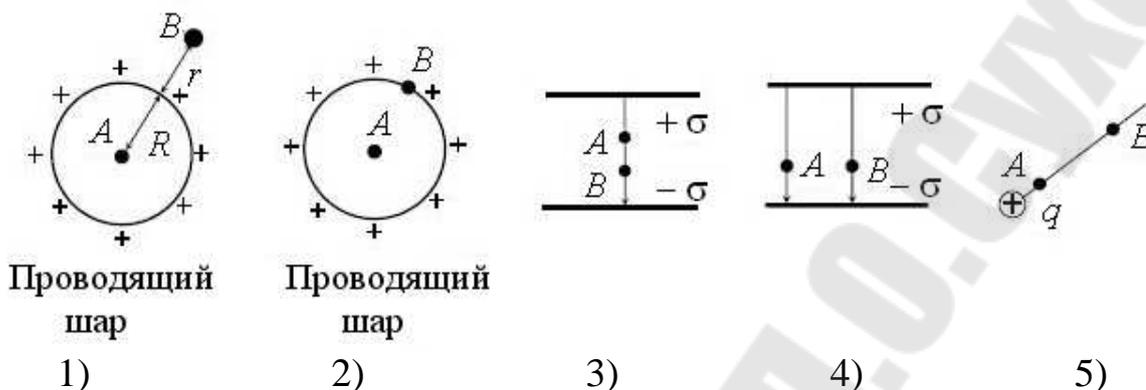
10. Колебательный контур содержит катушку индуктивностью $L = 5\text{ мГн}$ и конденсатор ёмкостью $C = 2\text{ мкФ}$. Добротность колебательного контура $Q = 100$. Какую среднюю мощность следует подводить для поддержания в колебательном контуре незатухающих гармонических колебаний с амплитудным значением напряжения на конденсаторе $U_{cm} = 2\text{ В}$?

а) $\langle P \rangle = 0,2 \cdot 10^{-3}\text{ Вт}$; б) $\langle P \rangle = 0,3 \cdot 10^{-3}\text{ Вт}$; в) $\langle P \rangle = 0,4 \cdot 10^{-3}\text{ Вт}$;

г) $\langle P \rangle = 0,5 \cdot 10^{-3}\text{ Вт}$; д) $\langle P \rangle = 0,6 \cdot 10^{-3}\text{ Вт}$.

Тестовое задание №8

1. В каких из нижеприведенных случаев разность потенциалов между точками A и B равна нулю?



Проводящий шар

Проводящий шар

- 1) 2) 3) 4) 5)

а) 1,5; б) 2,3; в) 2,4; г) 2; д) 4.

2. Какое из приведённых ниже выражений определяет энергию диполя в электрическом поле?

а) $W = \frac{qq'}{4\pi\epsilon_0 r}$; б) $W = q\varphi$; в) $W = -pE \cos \alpha$; г) $W = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n q_i \varphi_i$.

3. Пластины плоского конденсатора площадью $S = 200 \text{ см}^2$ притягиваются с силой $F_1 = 9,84 \text{ мН}$. Между пластинами конденсатора находится точечный заряд $q = 30 \text{ мКл}$. Определить, с какой величиной силы F_2 поле конденсатора действует на заряд.

- а) $F_2 = 24 \text{ мН}$; б) $F_2 = 45 \text{ мН}$; в) $F_2 = 96 \text{ мН}$; г) $F_2 = 10 \text{ мН}$;
д) $F_2 = 98 \text{ мН}$.

4. По железному проводнику ($\rho = 7,87 \text{ г/см}^3$, $M = 56 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$) сечением $S = 0,5 \text{ мм}^2$ течёт ток $I = 0,1 \text{ А}$. Определите величину средней скорости упорядоченного (направленного) движения электронов, считая, что число n свободных электронов в единице объёма проводника равно числу атомов n' в единице объёма проводника.

- а) $\langle v \rangle = 6,8 \text{ мкм/с}$; б) $\langle v \rangle = 8,6 \text{ мкм/с}$; в) $\langle v \rangle = 12,2 \text{ мкм/с}$;
г) $\langle v \rangle = 14,8 \text{ мкм/с}$; д) $\langle v \rangle = 16 \text{ мкм/с}$.

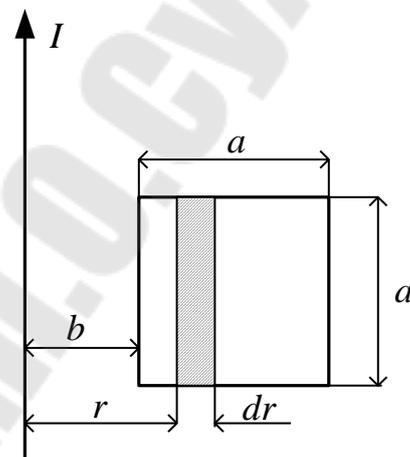
5. Сила тока в проводнике сопротивлением $R = 20 \text{ Ом}$ нарастает по линейному закону от $I_0 = 0$ до $I_{\text{max}} = 6 \text{ А}$ за $t = 2 \text{ с}$. Определите количество выделившейся теплоты Q_1 за первую секунду и Q_2 за вторую секунду.

- а) $Q_1 = 20 \text{ Дж}$, $Q_2 = 300 \text{ Дж}$; б) $Q_1 = 40 \text{ Дж}$, $Q_2 = 360 \text{ Дж}$;
в) $Q_1 = 60 \text{ Дж}$, $Q_2 = 420 \text{ Дж}$; г) $Q_1 = 80 \text{ Дж}$, $Q_2 = 490 \text{ Дж}$;
д) $Q_1 = 100 \text{ Дж}$, $Q_2 = 510 \text{ Дж}$.

6. По тонкому проволочному контуру в виде треугольника течёт ток. Не изменяя силы тока, контуру придали форму квадрата. Во сколько раз изменилась величина магнитной индукции в центре контура?

а) увеличилась в 1,19 раз; б) не изменилась; в) уменьшилась в 1,19 раз; г) уменьшилась в 2,34 раз; д) увеличилась в 2,34 раз.

7. В одной плоскости с бесконечным прямолинейным проводом с током $I = 20\text{ А}$ расположена квадратная рамка со стороной $a = 20\text{ см}$, причём две стороны рамки параллельны проводу, а расстояние от провода до ближайшей стороны рамки равно $b = 5\text{ см}$ (см. рисунок). Определите магнитный поток Φ , пронизывающий рамку.



а) $\Phi = 0,24\text{ мкВб}$; б) $\Phi = 0,36\text{ мкВб}$;
в) $\Phi = 0,44\text{ мкВб}$; г) $\Phi = 0,68\text{ мкВб}$;
д) $\Phi = 0,71\text{ мкВб}$.

8. Какие из приведённых ниже выражений дают объёмную плотность энергии магнитного поля?

а) $\frac{BH}{2}$; б) $\frac{B^2}{2\mu_0\mu}$; в) $\frac{\mu_0\mu H^2}{2}$; г) $\frac{W}{V}$; д) $\frac{LI^2}{2}$.

9. Длина электромагнитной волны в вакууме, на котором построен колебательный контур, равна 31,4 м. Пренебрегая активным сопротивлением контура, определите максимальную силу тока I_m в контуре, если максимальный заряд q_m на обкладках конденсатора равен 50 нКл.

а) $I_m = 1\text{ А}$; б) $I_m = 1,4\text{ А}$; в) $I_m = 2\text{ А}$; г) $I_m = 3\text{ А}$; д) $I_m = 4\text{ А}$.

10. Уравнение плоской электромагнитной волны, распространяющейся в среде с магнитной проницаемостью, равной 1, имеет вид $E = 10 \sin(6,28 \cdot 10^8 t - 4,19\pi)$. Определить длину электромагнитной волны и относительную диэлектрическую проницаемость среды.

а) $\lambda = 1\text{ м}$, $\varepsilon = 2$; б) $\lambda = 1,5\text{ м}$, $\varepsilon = 4$; в) $\lambda = 2\text{ м}$, $\varepsilon = 6$; г) $\lambda = 4\text{ м}$, $\varepsilon = 12$;
д) $\lambda = 8\text{ м}$, $\varepsilon = 14$.

Тестовое задание №9

1. Какое из приведённых ниже выражений есть определение ёмкости конденсатора?

а) $C = 4\pi\varepsilon_0\varepsilon R$; б) $C = \frac{\varepsilon_0\varepsilon S}{d}$; в) $C = \frac{q}{U}$; г) $C = \frac{4\pi\varepsilon_0\varepsilon R_1 R_2}{R_2 - R_1}$;

$$д) C = \frac{2\pi\epsilon_0\epsilon l}{\ln(R_2/R_1)}.$$

2. Какое из приведённых ниже выражений есть определение потенциала электрического поля?

$$а) \varphi = \frac{q}{4\pi\epsilon_0\epsilon r}; б) \varphi = \frac{W_p}{q'}; в) \varphi = \sum_{i=1}^n \varphi_i; г) d\varphi = -E dr; д) A = q(\varphi_1 - \varphi_2).$$

3. Ёмкость шара, погружённого в масло ($\epsilon = 5$), равна $0,39 нФ$, заряд на шаре $1,76 нКл$. Какова поверхностная плотность заряда σ ?

$$а) \sigma = 231 \frac{мкКл}{м^2}; б) \sigma = 228 \frac{мкКл}{м^2}; в) \sigma = 245 \frac{мкКл}{м^2};$$

$$г) \sigma = 286 \frac{мкКл}{м^2}; д) \sigma = 416 \frac{мкКл}{м^2}.$$

4. Электрический ток силой $I = 8 А$ протекает по стальной проволоке круглого сечения. Радиус сечения $r = 0,5 мм$. Рассчитайте скорость направленного движения (дрейфа) электронов в проволоке. Концентрацию электронов проводимости принять равной $10^{29} м^{-3}$.

$$а) \langle v \rangle = 3,2 \cdot 10^{-4} \frac{м}{с}; б) \langle v \rangle = 4,6 \cdot 10^{-4} \frac{м}{с}; в) \langle v \rangle = 5,8 \cdot 10^{-4} \frac{м}{с};$$

$$г) \langle v \rangle = 6 \cdot 10^{-4} \frac{м}{с}; д) \langle v \rangle = 6,4 \cdot 10^{-4} \frac{м}{с}.$$

5. Определите количество теплоты Q , выделившееся в проводнике сопротивлением $R = 50 Ом$, при пропускании по нему электрического тока. Сила тока в проводнике равномерно нарастает с $I_0 = 0$ до $I = 10 А$ в течение времени $\tau = 30 с$.

$$а) Q = 15 кДж; б) Q = 35 кДж; в) Q = 55 кДж; г) Q = 50 кДж.$$

6. Длинный прямой провод с током $I = 50 А$ изогнут под углом $\alpha = 150^\circ$. Определите величину магнитной индукции \vec{B} в точках, лежащих на биссектрисе угла и удалённых от его вершины на расстояние $a = 5 см$.

$$а) B_A = 214 мкТл; B_C = 121 мкТл;$$

$$б) B_A = 261 мкТл; B_C = 153 мкТл;$$

$$в) B_A = 241 мкТл; B_C = 133 мкТл;$$

$$г) B_A = 284 мкТл; B_C = 133 мкТл;$$

$$д) B_A = 295 мкТл; B_C = 193 мкТл.$$

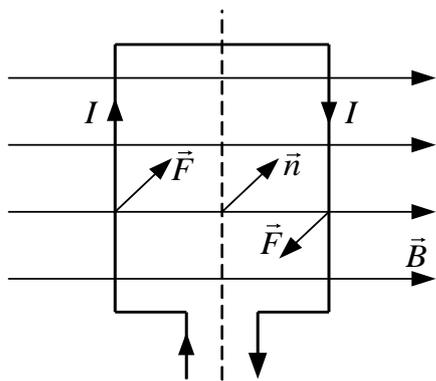


Рис. 1

7. Плоский квадратный контур со стороной 10 см , по которому течёт ток силы $I = 100\text{ А}$, свободно установился в однородном магнитном поле индукцией 1 Тл (см. рисунок 1). Определите работу A , совершаемую внешними силами при повороте контура относительно оси, проходящей через середину его противоположных сторон, на угол 90° . Считать, что при повороте сила тока не меняется.

- а) $A = 5\text{ А}$; б) $A = 3,5\text{ А}$; в) $A = 2\text{ А}$; г) $A = 1\text{ А}$; д) $A = 0$.

8. Стержень длиной 1 м вращается в однородном магнитном поле с постоянной угловой скоростью $\omega = 30\text{ рад/с}$. Ось вращения стержня параллельна магнитным силовым линиям поля и проходит через его конец. Определите ЭДС индукции, возникшую на концах стержня, если индукция магнитного поля $B = 2 \cdot 10^{-2}\text{ Тл}$.

- а) $\varepsilon = -0,15\text{ В}$; б) $\varepsilon = -0,2\text{ В}$; в) $\varepsilon = -0,25\text{ В}$; г) $\varepsilon = -0,3\text{ В}$; д) $\varepsilon = -0,45\text{ В}$.

9. Квадрат из медной проволоки помещён в однородное магнитное поле с индукцией $B = 0,2\text{ Тл}$ так, что плоскость его перпендикулярна линиям магнитной индукции поля. Если квадрат, потянув за противоположные вершины, вытянуть в линию, то по проволоке потечёт количество электричества $q = 84\text{ мКл}$. Какова масса m проволоки?

- а) $m = 0,67\text{ г}$; б) $m = 0,82\text{ г}$; в) $m = 0,96\text{ г}$; г) $m = 1,24\text{ г}$; д) $m = 2,21\text{ г}$.

10. Длина электромагнитной волны в вакууме, на котором построен колебательный контур, равна $31,4\text{ м}$. Пренебрегая активным сопротивлением контура, определите максимальную силу тока I_m в контуре, если максимальный заряд q_m на обкладках конденсатора равен 50 нКл .

- а) $I_m = 1\text{ А}$; б) $I_m = 1,4\text{ А}$; в) $I_m = 2\text{ А}$; г) $I_m = 3\text{ А}$; д) $I_m = 4\text{ А}$.

Тестовое задание №10

1. Ёмкости конденсатора поставьте в соответствие математическое выражение.

Ёмкость	Математическое выражение
а) ёмкость плоского конденсатора	1) $\frac{4\pi\varepsilon_0\varepsilon R_1 R_2}{R_2 - R_1}$
б) ёмкость сферического конденсатора	2) $\frac{2\pi\varepsilon_0\varepsilon l}{\ln(R_2 / R_1)}$

в) ёмкость цилиндрического конденсатора 3) $\frac{\varepsilon_0 \varepsilon S}{d}$.

2. Выберите из приведённых ниже выражений все те, которые определяют поток электростатического смещения \vec{D} через поверхность S .

1) $\int_S D dS$; 2) $\int_S D \cos(\vec{n}, \vec{D}) dS$; 3) $\frac{D}{\varepsilon_0 \varepsilon} \cos(\vec{n}, \vec{D}) dS$; 4) $\int_S \varepsilon D dS$; 5) $\frac{D}{\varepsilon_0 \varepsilon}$.

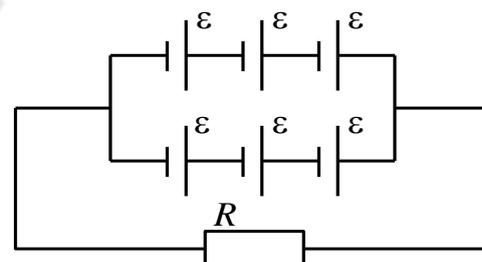
3. Ёмкость шара, погружённого в масло ($\varepsilon = 5$), равна $0,39 n \Phi$, заряд на шаре $1,76 n \text{ Кл}$. Каков радиус шара?

а) $R = 0,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}$; б) $R = 1 \cdot 10^{-3} \text{ м}$; в) $R = 0,4 \cdot 10^{-3} \text{ м}$;
г) $R = 0,8 \cdot 10^{-3} \text{ м}$; д) $R = 0,7 \cdot 10^{-3} \text{ м}$.

4. Определите количество теплоты Q , выделившееся в проводнике сопротивлением $R = 50 \text{ Ом}$, при пропускании по нему электрического тока. Сила тока в проводнике равномерно нарастает с $I_0 = 0$ до $I = 10 \text{ А}$ в течение времени $\tau = 30 \text{ с}$.

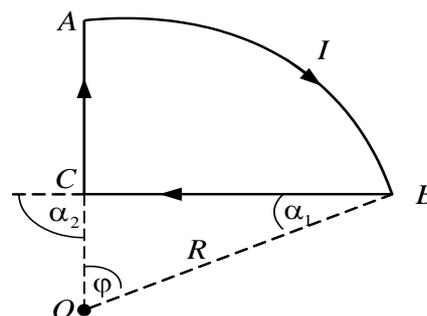
а) $Q = 15 \text{ кДж}$; б) $Q = 35 \text{ кДж}$; в) $Q = 55 \text{ кДж}$; г) $Q = 50 \text{ кДж}$.

5. В схеме (см. рис.) ЭДС каждого элемента $\varepsilon = 1,2 \text{ В}$, внутреннее сопротивление $r = 0,2 \text{ Ом}$. Полученная батарея замкнута на внешнее сопротивление R и даёт во внешнюю цепь ток $I = 2 \text{ А}$. Найдите сопротивление R .



а) $\varepsilon = 50 \text{ В}$; б) $\varepsilon = 130 \text{ В}$; в) $\varepsilon = 200 \text{ В}$; г) $\varepsilon = 70 \text{ В}$; д) $\varepsilon = 100 \text{ В}$.

6. По контуру $ABCA$ идёт ток $I = 10 \text{ А}$. Определите величину вектора индукции \vec{B} магнитного поля в точке O , если радиус дуги AB $R = 10 \text{ см}$, $\varphi = 60^\circ$ (см. рисунок).



а) $B = 4,9 \text{ мкТл}$; б) $B = 5,2 \text{ мкТл}$; в) $B = 7,1 \text{ мкТл}$; г) $B = 3,4 \text{ мкТл}$;
д) $B = 6,9 \text{ мкТл}$.

7. Соленоид длиной $l = 20 \text{ см}$ содержит $N = 1000$ витков. Радиус катушки соленоида $R = 10 \text{ см}$. Определите величину магнитной индукции \vec{B} в точке, лежащей на оси соленоида на расстоянии $a = 5 \text{ см}$ от его конца. По обмотке соленоида идёт ток $I = 5 \text{ А}$.

а) $B = 24,6 \text{ мТл}$; б) $B = 32,8 \text{ мТл}$; в) $B = 40,2 \text{ мТл}$; г) $B = 63,9 \text{ мТл}$;

д) $B = 78,1 \text{ мТл}$.

8. В однородном горизонтальном магнитном поле с магнитной индукцией $B = 0,5 \text{ Тл}$ по вертикально расположенным рельсам, замкнутым через последовательно соединённые резистор сопротивлением $R = 50 \text{ Ом}$ и источник ЭДС $\varepsilon = 12 \text{ В}$ (см. рисунок), свободно скользит без нарушения контакта проводник длиной $l = 1 \text{ м}$ и массой $m = 100 \text{ г}$. Найдите величину скорости. Сопротивлением рельсов, проводника и внутренним сопротивлением источника пренебречь.

а) $v = 4,4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$; б) $v = 6,2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$; в) $v = 8,9 \frac{\text{м}}{\text{с}}$; г) $v = 12,8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$; д) $v = 14,5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

9. Магнитный поток, пронизывающий соленоид, $\Phi = 80 \text{ мкВб}$. Когда сила тока I , протекающего по обмотке, равна 6 А . Индуктивность соленоида $L = 70 \text{ мГн}$. Сколько витков N содержит соленоид?

а) $N = 20$; б) $N = 200$; в) $N = 400$; г) $N = 600$; д) $N = 800$.

10. Длина электромагнитной волны в вакууме, на котором построен колебательный контур, равна $31,4 \text{ м}$. Пренебрегая активным сопротивлением контура, определите максимальную силу тока I_m в контуре, если максимальный заряд q_m на обкладках конденсатора равен 50 нКл .

а) $I_m = 1 \text{ А}$; б) $I_m = 1,4 \text{ А}$; в) $I_m = 2 \text{ А}$; г) $I_m = 3 \text{ А}$; д) $I_m = 4 \text{ А}$.

Тестовое задание №11

1. В центре квадрата, в вершинах которого находится по заряду q , помещен отрицательный заряд q_1 . Равнодействующая сил, действующих на каждый из зарядов равна нулю. Величина заряда q_1 равна:

а) $q(\sqrt{2} + 0.5)$; б) $q(\frac{\sqrt{2}}{2} + 0.5)$; в) $q(\frac{\sqrt{2}}{2} + 0.25)$; г) $q \frac{\sqrt{2}}{2}$;

д) $q(\frac{\sqrt{2} + 2}{2})$.

2. Какое из ниже приведённых выражений даёт связь между напряжённостью электростатического поля и потенциалом в неоднородном электрическом поле?

а) $\vec{E} = -\left(\frac{d\varphi}{dx} + \frac{d\varphi}{dy} + \frac{d\varphi}{dz}\right)\vec{r}$; б) $\vec{E} = \left(\frac{d\varphi}{dx} + \frac{d\varphi}{dy} + \frac{d\varphi}{dz}\right)\vec{r}$; в) $E = \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{d}$;

г) $\vec{E} = \left(\frac{d\varphi}{dx}\vec{e}_x + \frac{d\varphi}{dy}\vec{e}_y + \frac{d\varphi}{dz}\vec{e}_z\right)$; д) $\vec{E} = -\left(\frac{d\varphi}{dx}\vec{e}_x + \frac{d\varphi}{dy}\vec{e}_y + \frac{d\varphi}{dz}\vec{e}_z\right)$.

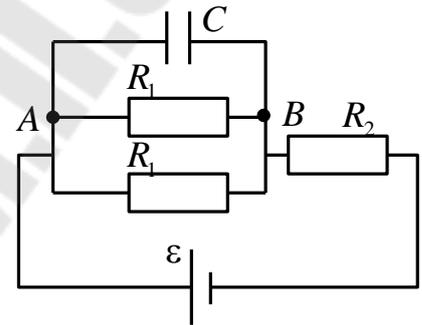
3. Сплошной эбонитовый шар ($\varepsilon = 3$) радиусом $R = 5 \text{ см}$ заряжен равномерно с объёмной плотностью $\rho = 5 \text{ нКл/м}^3$. Определить величину энергии электростатического поля, заключённой внутри шара.

- а) $W = 6,54 \cdot 10^{-14}$ Дж; б) $W = 7,4 \cdot 10^{-14}$ Дж; в) $W = 14,8 \cdot 10^{-14}$ Дж;
 г) $W = 4,11 \cdot 10^{-14}$ Дж; д) $W = 13,95 \cdot 10^{-14}$ Дж.

4. Сила тока в проводнике сопротивлением $R = 20 \text{ Ом}$ нарастает по линейному закону от $I_0 = 0$ до $I_{\text{max}} = 6 \text{ А}$ за $t = 2 \text{ с}$. Определите количество выделившейся теплоты Q_1 за первую секунду и Q_2 за вторую секунду.

- а) $Q_1 = 20 \text{ Дж}$, $Q_2 = 300 \text{ Дж}$; б) $Q_1 = 40 \text{ Дж}$, $Q_2 = 360 \text{ Дж}$;
 в) $Q_1 = 60 \text{ Дж}$, $Q_2 = 420 \text{ Дж}$; г) $Q_1 = 80 \text{ Дж}$, $Q_2 = 490 \text{ Дж}$;
 д) $Q_1 = 100 \text{ Дж}$, $Q_2 = 510 \text{ Дж}$.

5. Два одинаковых резистора сопротивлением $R_1 = 10 \text{ Ом}$ и резистор сопротивлением $R_2 = 20 \text{ Ом}$ подключены к источнику ЭДС (см. рис.). К участку AB подключён плоский конденсатор ёмкостью $C = 0,1 \text{ мкФ}$. Заряд q на обкладках конденсатора равен 2 мкКл . Определите ЭДС источника, пренебрегая его внутренним сопротивлением.



- а) $\varepsilon = 70 \text{ В}$; б) $\varepsilon = 100 \text{ В}$; в) $\varepsilon = 50 \text{ В}$; г) $\varepsilon = 200 \text{ В}$; д) $\varepsilon = 130 \text{ В}$.

6. По прямому горизонтально расположенному проводу пропускают ток силы $I_1 = 27 \text{ А}$. Под ним на расстоянии $a = 1,5 \text{ см}$ находится параллельный ему алюминиевый провод, по которому пропускают ток $I_2 = 1,5 \text{ А}$. Определите, какой должна быть площадь поперечного сечения алюминиевого провода, чтобы он удерживался незакреплённым. Плотность алюминия $2,7 \text{ г/см}^3$. Равновесие будет устойчивым или неустойчивым?

- а) $S = 1 \cdot 10^{-8} \text{ м}^2$; б) $S = 2 \cdot 10^{-8} \text{ м}^2$; в) $S = 2,7 \cdot 10^{-8} \text{ м}^2$;
 г) $S = 3,4 \cdot 10^{-8} \text{ м}^2$; д) $S = 6 \cdot 10^{-8} \text{ м}^2$.

7. Найдите величину напряжённости \vec{H} магнитного поля внутри прямого длинного соленоида при силе тока $I = 4 \text{ А}$. Витки намотаны из проволоки радиусом $r = 0,25 \text{ мм}$. Толщиной изоляции пренебречь.

- а) $H = 4 \cdot 10^3 \frac{\text{А}}{\text{м}}$; б) $H = 8 \cdot 10^3 \frac{\text{А}}{\text{м}}$; в) $H = 12 \cdot 10^3 \frac{\text{А}}{\text{м}}$;
 г) $H = 10 \cdot 10^3 \frac{\text{А}}{\text{м}}$; д) $H = 16 \cdot 10^3 \frac{\text{А}}{\text{м}}$.

8. В магнитном поле Земли находится виток проволоки радиусом $r = 20 \text{ см}$ и сопротивлением 20 Ом . Если виток повернуть с одной сторо-

ны на другую, то по проволоке протечёт заряд q . Какое количество электричества Q протечёт по витку, если виток первоначально расположен горизонтально, а величина вертикальной составляющей индукции \vec{B} магнитного поля Земли равна 50 мкТл ?

- а) $q = 4,21 \text{ мкКл}$; б) $q = 6,28 \text{ мкКл}$; в) $q = 8,68 \text{ мкКл}$; г) $q = 14,54 \text{ мкКл}$;
 д) $q = 24,98 \text{ мкКл}$.

9. В магнитном поле, величина индукции которого изменяется по закону $B = \alpha + \beta t^2$, где $\alpha = 1 \cdot 10^{-1} \text{ Тл}$, $\beta = 1 \cdot 10^{-2} \text{ Тл} / \text{с}^2$, расположена квадратная рамка со стороной $a = 0,2 \text{ м}$, причём плоскость рамки перпендикулярна \vec{B} . Определить: 1) величину ЭДС индукции $\varepsilon_{\text{инд}}$ в рамке в момент времени $t = 5 \text{ с}$.

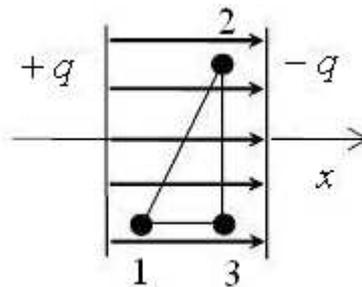
- а) $\varepsilon_{\text{инд}} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ В}$; б) $\varepsilon_{\text{инд}} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ В}$; в) $\varepsilon_{\text{инд}} = 3 \cdot 10^{-3} \text{ В}$;
 г) $\varepsilon_{\text{инд}} = 4 \cdot 10^{-3} \text{ В}$; д) $\varepsilon_{\text{инд}} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ В}$.

10. В вакууме вдоль оси X распространяется плоская электромагнитная волна. Определите амплитуду напряжённости электрического поля волны, если амплитуда H_0 напряжённости магнитного поля волны равна $5 \text{ МА} / \text{м}$.

- а) $E_0 = 1,88 \frac{\text{В}}{\text{м}}$; б) $E_0 = 2,64 \frac{\text{В}}{\text{м}}$; в) $E_0 = 6,94 \frac{\text{В}}{\text{м}}$; г) $E_0 = 8,92 \frac{\text{В}}{\text{м}}$;
 д) $E_0 = 12,31 \frac{\text{В}}{\text{м}}$.

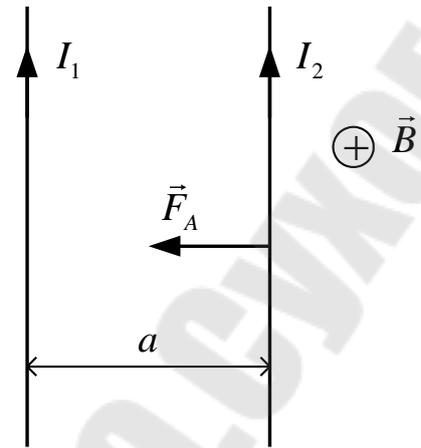
Тестовое задание №12

1. Указать ошибочную запись в выражениях, дающих работу A сил электростатического поля при перемещении заряда q из точки 1 в точку 2.

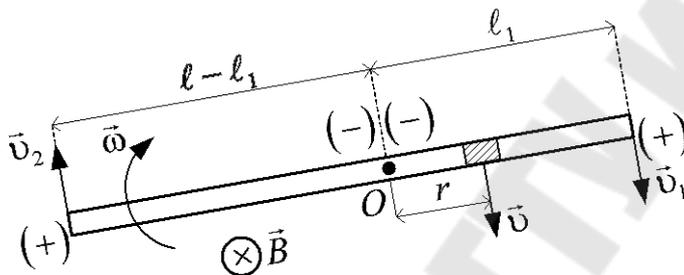


- 1) $q(\varphi_1 - \varphi_2)$; 2) $q \int_1^3 E_x dx + q \int_3^2 E_x dx$; 3) $q \int_1^2 \vec{E} d\vec{x}$; 4) $q \int_1^2 E dx$;
 5) $q \int_1^2 E \cos(\vec{E} d\vec{x}) dx$.

б. Два прямолинейных длинных параллельных проводника находятся на расстоянии $a_1 = 10\text{см}$ друг от друга. По проводникам в одном направлении текут токи силой 20А и 30А какую работу A_l на каждый метр длины проводника нужно совершить, чтобы раздвинуть эти проводники до расстояния $a_2 = 20\text{см}$? (см. рисунок).



а)	$\frac{A}{l} = 3,28 \cdot 10^{-5} \frac{\text{Дж}}{\text{м}}$;	б)	$\frac{A}{l} = 5,68 \cdot 10^{-5} \frac{\text{Дж}}{\text{м}}$;	в)	$\frac{A}{l} = 7,89 \cdot 10^{-5} \frac{\text{Дж}}{\text{м}}$;
г)	$\frac{A}{l} = 8,28 \cdot 10^{-5} \frac{\text{Дж}}{\text{м}}$;	д)	$\frac{A}{l} = 9,48 \cdot 10^{-5} \frac{\text{Дж}}{\text{м}}$.			



7. Тонкий металлический стержень длиной $l = 1,2\text{м}$ вращается в однородном магнитном поле вокруг перпендикулярной к стержню оси, отстоящей от одного из его концов на расстоянии $l_1 = 0,25\text{м}$, делая

$n = 20\text{об/с}$ (см. рисунок). Вектор \vec{B} параллелен оси вращения и имеет величину $B = 1\text{Тл}$. Найти разность потенциалов U , возникающую между концами стержня.

а) $U = 2,1\text{мВ}$; б) $U = 3,4\text{мВ}$; в) $U = 4,9\text{мВ}$; г) $U = 5,3\text{мВ}$; д) $U = 7,5\text{мВ}$.

8. Проволочное кольцо радиусом $r = 8\text{см}$ и сопротивлением $R = 0,1\text{Ом}$ находится в однородном магнитном поле. Плоскость кольца составляет угол $\alpha = 30^\circ$ с линиями индукции поля. Если магнитное поле выключить, то по кольцу протечёт количество электричества $q = 10\text{мКл}$. Какова была величина индукции \vec{B} магнитного поля?

а) $B = 0,5\text{Тл}$; б) $B = 0,4\text{Тл}$; в) $B = 0,3\text{Тл}$; г) $B = 0,2\text{Тл}$; д) $B = 0,1\text{Тл}$.

9. Индуктивность соленоида $L = 220\text{мкГн}$. Обмотка соленоида состоит из N витков медной проволоки, поперечное сечение которой $S_0 = 1\text{мм}^2$. Сопротивление обмотки $R = 0,4\text{Ом}$. Чему равна длина l соленоида?

а) $l = 0,16\text{м}$; б) $l = 0,2\text{м}$; в) $l = 0,25\text{м}$; г) $l = 0,48\text{м}$; д) $l = 1,68\text{м}$.

10. В вакууме распространяется плоская электромагнитная волна, амплитуда напряжённости электромагнитного поля которой 100 В/м . Какую энергию переносит эта волна через площадку 50 см^2 , расположенную перпендикулярно направлению распространения волны, за 1 минуту? Период волны $T = t$.

- а) $W = 2 \text{ Дж}$; б) $W = 3 \text{ Дж}$; в) $W = 4 \text{ Дж}$; г) $W = 5 \text{ Дж}$; д) $W = 8 \text{ Дж}$.

Тестовое задание №13

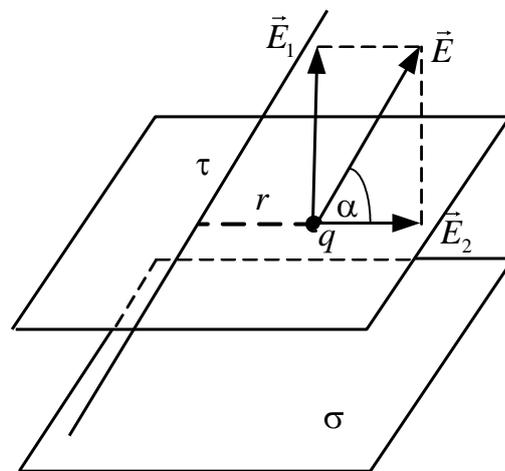
1. Как изменится по модулю напряжённость электрического поля точечного заряда при уменьшении расстояния до заряда в 4 раза?

- а) уменьшится в 2 раза; б) уменьшится в 4 раза; в) уменьшится в 16 раз;
г) увеличится в 2 раза; д) увеличится в 4 раза; е) увеличится в 16 раз.

2. Какое из приведённых ниже выражений есть определение напряжённости электрического поля?

- а) $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$; б) $\nabla \vec{E} = \frac{\rho}{\epsilon_0}$; в) $\vec{E} = \frac{\vec{D}}{\epsilon_0 \epsilon}$; г) $\oint_S \vec{E} dS = \frac{1}{\epsilon_0} \sum_{i=1}^n q_i$; д) $E = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 \epsilon r^2}$.

3. Электрическое поле создано бесконечной плоскостью, заряженной с поверхностной плотностью $\sigma = 400 \text{ нКл/м}^2$, и бесконечной прямой нитью, заряженной с линейной плотностью $\tau = 100 \text{ нКл/м}$. На расстоянии $r = 10 \text{ см}$ от нити находится точечный заряд $q = 10 \text{ нКл}$. Определить величину силы, действующую на заряд, и её направление, если заряд и нить лежат в плоскости, параллельной заряженной плоскости.



- а) $F = 289 \text{ мкН}$, $\alpha = 31,5^\circ$; б) $F = 356 \text{ мкН}$, $\alpha = 45,5^\circ$;
в) $F = 469 \text{ мкН}$, $\alpha = 67,5^\circ$; г) $F = 780 \text{ мкН}$, $\alpha = 81,5^\circ$;
д) $F = 970 \text{ мкН}$, $\alpha = 21,5^\circ$.

4. По медному проводнику сечением $0,8 \text{ мм}^2$ течёт ток 80 А . Найдите величину средней скорости упорядоченного движения элек-

тронов вдоль проводника, предполагая, что на каждый атом меди приходится один свободный электрон. Плотность меди $\rho = 8,9 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$.

а) $\langle v \rangle = 7,4 \cdot 10^{-6} \frac{\text{м}}{\text{с}}$; б) $\langle v \rangle = 9,3 \cdot 10^{-6} \frac{\text{м}}{\text{с}}$; в) $\langle v \rangle = 10,5 \cdot 10^{-6} \frac{\text{м}}{\text{с}}$;

г) $\langle v \rangle = 12,6 \cdot 10^{-6} \frac{\text{м}}{\text{с}}$; д) $\langle v \rangle = 14,8 \cdot 10^{-6} \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

5. Определите количество теплоты Q , выделившееся в проводнике сопротивлением $R = 50 \text{ Ом}$, при пропускании по нему электрического тока. Сила тока в проводнике равномерно нарастает с $I_0 = 0$ до $I = 10 \text{ А}$ в течение времени $\tau = 30 \text{ с}$.

а) $Q = 15 \text{ кДж}$; б) $Q = 35 \text{ кДж}$; в) $Q = 55 \text{ кДж}$; г) $Q = 50 \text{ кДж}$.

6. В однородное магнитное поле с индукцией $B = 0,1 \text{ Тл}$ влетает протон под углом 30° к направлению поля. Кинетическая энергия протона $W = 433 \text{ эВ}$. Определите радиус R винтовой линии, по которой будет двигаться протон.

а) $R = 0,3 \text{ см}$; б) $R = 0,8 \text{ см}$; в) $R = 1,5 \text{ см}$; г) $R = 2,0 \text{ см}$; д) $R = 2,8 \text{ см}$.

7. В однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,8 \text{ Тл}$ равномерно вращается рамка площадью $S = 50 \text{ см}^2$. Ось вращения лежит в плоскости рамки и перпендикулярна линиям индукции. Среднее значение ЭДС индукции за время, в течение которого магнитный поток, пронизывающий рамку, изменился от нуля до максимального значения, равно $\langle \varepsilon_i \rangle = 0,16 \text{ В}$. С какой частотой n вращалась рамка?

а) $n = 12 \text{ с}^{-1}$; б) $n = 10 \text{ с}^{-1}$; в) $n = 8 \text{ с}^{-1}$; г) $n = 6 \text{ с}^{-1}$; д) $n = 5 \text{ с}^{-1}$.

8. В однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,1 \text{ Тл}$ с частотой $n = 100 \text{ об/с}$ вращается рамка, содержащая $N = 1000$ витков провода. Ось рамки перпендикулярна к направлению магнитного поля. Максимальная ЭДС индукции, возникающая в рамке, равна $\varepsilon_{\text{max}} = 94,2 \text{ В}$. Найдите площадь рамки S .

а) $S = 9 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$; б) $S = 12 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$; в) $S = 15 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$;

г) $S = 18 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$; д) $S = 21 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$.

9. На картонный цилиндр диаметром $D = 4 \text{ см}$ намотано $N = 1000$ витков проволоки в один слой. Витки плотно прижаты друг к другу. Индуктивность полученного соленоида $L = 4 \text{ мГн}$. Каков диаметр d проволоки, из которой сделан соленоид?

а) $d = 4 \cdot 10^{-4} \text{ м}$; б) $d = 6 \cdot 10^{-4} \text{ м}$; в) $d = 8 \cdot 10^{-4} \text{ м}$; г) $d = 10 \cdot 10^{-4} \text{ м}$;

д) $d = 12 \cdot 10^{-4} \text{ м}$.

10. Плоская электромагнитная волна распространяется в однородной и изотропной среде с $\epsilon = 2$ и $\mu = 1$. Амплитуда напряжённости электрического поля волны $E_0 = 12 \text{ В/м}$. Определите: 1) величину фазовой скорости волны; 2) амплитуду напряжённости магнитного поля волны.

а) 1) $v = 0,34 \cdot 10^8 \text{ м/с}$, 2) $H_0 = 15 \cdot 10^{-3} \frac{\text{А}}{\text{м}}$;

б) 1) $v = 1,13 \cdot 10^8 \text{ м/с}$, 2) $H_0 = 25 \cdot 10^{-3} \frac{\text{А}}{\text{м}}$;

в) 1) $v = 2,12 \cdot 10^8 \text{ м/с}$, 2) $H_0 = 45 \cdot 10^{-3} \frac{\text{А}}{\text{м}}$;

г) 1) $v = 3,84 \cdot 10^8 \text{ м/с}$, 2) $H_0 = 55 \cdot 10^{-3} \frac{\text{А}}{\text{м}}$;

д) 1) $v = 4,93 \cdot 10^8 \text{ м/с}$, 2) $H_0 = 60 \cdot 10^{-3} \frac{\text{А}}{\text{м}}$.

Тестовое задание №14

1. Установите соответствие между определением и его математическим выражением.

Определение

Математическое выражение

а) теорема Гаусса

1) $\oint_L E dl = 0$

б) закон Кулона

2) $\oint_S E dS = \frac{1}{\epsilon_0} \sum_{i=1}^n q_i$

в) теорема о циркуляции

3) $\epsilon_2 E_{2n} = \epsilon_{1n}$

г) поле диполя

4) $F = \frac{q_1 q_2}{4\pi\epsilon_0 \epsilon r^2}$

д) условие на границе двух однородных изотропных

диэлектриков

5) $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{\rho}{r^3} \sqrt{1 + 3\cos^2 \theta}$

2. Какое из приведенных ниже выражений есть определение емкости конденсатора?

а) $C = 4\pi\epsilon_0 \epsilon R$; б) $C = \frac{\epsilon_0 \epsilon S}{d}$; в) $C = \frac{q}{U}$; г) $C = \frac{4\pi\epsilon_0 \epsilon R_1 R_2}{R_2 - R_1}$;

д) $C = \frac{2\pi\epsilon_0 \epsilon l}{\ln(R_2/R_1)}$.

3. Два прямолинейных проводника с током противоположного направления по 20 А находятся на расстоянии 10 см друг от друга. Индукция магнитного поля в точке, лежащей посередине между проводниками, равна:

- 1) $5,0 \cdot 10^{-4}$ Тл; 2) $1,6 \cdot 10^{-4}$ Тл; 3) $1,0 \cdot 10^{-4}$ Тл; 4) $8,0 \cdot 10^{-5}$ Тл;
5) $4,0 \cdot 10^{-5}$ Тл.

4. Тонкий стержень длиной $l = 15$ см несёт равномерно распределённый заряд с линейной плотностью $\tau = 6 \frac{\text{мкКл}}{\text{м}}$. Найти величину напряжённости \vec{E} , создаваемую этим зарядом, в точке, расположенной на оси стержня и удалённой от ближайшего конца стержня на расстояние $r = 10$ см.

- а) $E = 324 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}$; б) $E = 156 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}$; в) $E = 224 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}$; г) $E = 674 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}$;
д) $E = 136 \frac{\text{нВ}}{\text{м}}$.

5. Определить заряд, прошедший по проводу с сопротивлением $R = 30$ Ом при равномерном нарастании напряжения на концах провода от $U_1 = 2$ В до $U_2 = 4$ В в течение времени $t = 20$ с.

- а) $q = 5$ Кл; б) $q = 10$ Кл; в) $q = 15$ Кл; г) $q = 20$ Кл; д) $q = 20$ Кл.

6. Какую наибольшую мощность P_{max} можно получить во внешней цепи от батареи аккумуляторов? ЭДС батареи $\varepsilon = 12$ В. Ток короткого замыкания 6 А.

- а) $P_{\text{max}} = 24$ Вт; б) $I = 5$ А; в) $P_{\text{max}} = 18$ Вт; г) $P_{\text{max}} = 72$ Вт; д) $P_{\text{max}} = 86$ Вт.

7. В однородное магнитное поле с индукцией $B = 0,1$ Тл влетает протон под углом 30° к направлению поля. Кинетическая энергия протона $W = 433$ эВ. Определите радиус R винтовой линии, по которой будет двигаться протон.

- а) $R = 0,3$ см; б) $R = 0,8$ см; в) $R = 1,5$ см; г) $R = 2,0$ см; д) $R = 2,8$ см.

8. Катушка сопротивлением $R_1 = 50$ Ом имеет $N = 30$ витков площадью $S = 2$ см² и помещена между полюсами электромагнита в поле с индукцией $B = 0,75$ Тл. Ось катушки параллельна линиям индукции и соединена с баллистическим гальванометром $R_2 = 450$ Ом. Если ток в обмотке электромагнита выключить, то какое количество электричества q протечёт по цепи?

- а) $q = 90$ мкКл; б) $q = 110$ мкКл; в) $q = 120$ мкКл; г) $q = 140$ мкКл;
д) $q = 180$ мкКл.

9. Обмотка соленоида состоит из одного слоя плотно прилегающих друг к другу витков медного провода. Диаметр провода $0,2\text{ мм}$, диаметр соленоида 5 см . По соленоиду течёт ток 1 А . Определите, какое количество электричества протечёт через обмотку соленоида, если концы ее замкнуть накоротко. Толщиной изоляции пренебречь.

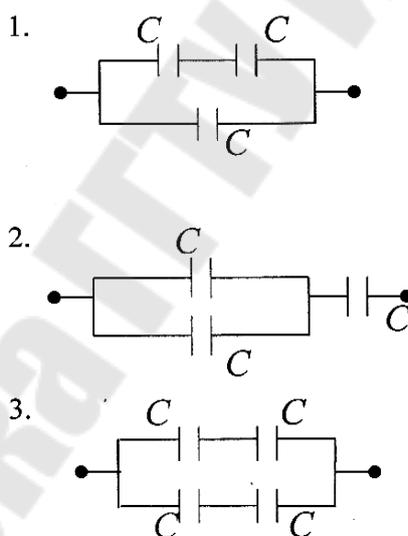
- а) $q = 95\text{ мкКл}$; б) $q = 115\text{ мкКл}$; в) $q = 145\text{ мкКл}$; г) $q = 210\text{ мкКл}$;
 д) $q = 245\text{ мкКл}$.

10. Определить энергию, которую переносит за 1 минуту плоская синусоидальная волна, распространяющаяся в вакууме через площадку площадью 10 см^2 , расположенную перпендикулярно направлению распространения волны. Амплитуда напряжённости электрического поля волны 1 мВ/м . Период волны $T = 1\text{ мин}$.

- а) $W = 4 \cdot 10^{-11}\text{ Дж}$; б) $W = 6 \cdot 10^{-11}\text{ Дж}$; в) $W = 8 \cdot 10^{-11}\text{ Дж}$;
 г) $W = 10 \cdot 10^{-11}\text{ Дж}$; д) $W = 12 \cdot 10^{-11}\text{ Дж}$.

Тестовое задание №15

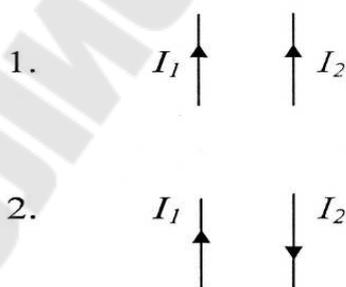
1. Приведите в соответствие:



Эквивалентная ёмкость равна:

а. $2C/3$
 б. $3C/2$
 в. C
 г. $2C$

2. По параллельным проводникам текут токи. Приведите в соответствие:



Проводники: а) притягиваются
 б) отталкиваются

3. Электрическое поле создаётся положительно заряженной бесконечной нитью с постоянной линейной плотностью заряда $\tau = 1 \text{ нКл/см}$. Какую величину скорости приобретёт электрон, приблизившись под действием поля к нити вдоль линии напряжённости с расстояния $r_1 = 1,5 \text{ см}$ до $r_2 = 1 \text{ см}$?

а) $v_2 = 16 \cdot 10^6 \frac{\text{м}}{\text{с}}$; б) $v_2 = 24 \cdot 10^6 \frac{\text{м}}{\text{с}}$; в) $v_2 = 35 \cdot 10^9 \frac{\text{м}}{\text{с}}$;

г) $v_2 = 87 \cdot 10^6 \frac{\text{м}}{\text{с}}$; д) $v_2 = 56 \cdot 10^6 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

4. По проводнику сопротивлением $R = 30 \text{ Ом}$ течёт равномерно возрастающий ток. Количество теплоты, выделившееся в проводнике за время $\tau = 8 \text{ с}$, равно $Q = 200 \text{ Дж}$. Определить количество электричества q , протёкшее за это время по проводнику. В начальный момент сила тока в проводнике была равна нулю.

а) $q = 10 \text{ Кл}$; б) $q = 5 \text{ Кл}$; в) $q = 15 \text{ Кл}$; г) $q = 18 \text{ Кл}$; д) $q = 20 \text{ Кл}$.

5. Определите ЭДС ε и внутреннее сопротивление r источника тока, если во внешней цепи при силе тока 4 А развивается мощность 10 Вт , а при силе тока 2 А – мощность 8 Вт .

а) $\varepsilon = 4 \text{ В}, r = 2,30 \text{ Ом}$; б) $\varepsilon = 6 \text{ В}, r = 4 \text{ Ом}$; в) $\varepsilon = 7 \text{ В}, r = 4,30 \text{ Ом}$; г) $\varepsilon = 5,5 \text{ В}, r = 0,75 \text{ Ом}$; д) $\varepsilon = 7,5 \text{ В}, r = 1,75 \text{ Ом}$.

6. Перпендикулярно магнитному полю с индукцией $B = 0,1 \text{ Тл}$ возбуждено электрическое поле напряжённостью $E = 100 \text{ кВ/м}$. Перпендикулярно обоим полям движется, не отклоняясь от прямолинейной траектории, заряженная частица. Вычислите величину скорости частицы.

а) $v = 10^6 \frac{\text{м}}{\text{с}}$; б) $v = 2 \cdot 10^6 \frac{\text{м}}{\text{с}}$; в) $v = 3 \cdot 10^6 \frac{\text{м}}{\text{с}}$;

г) $v = 4 \cdot 10^6 \frac{\text{м}}{\text{с}}$; д) $v = 6 \cdot 10^6 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

7. Квадрат из медной проволоки помещён в однородное магнитное поле с индукцией $B = 0,2 \text{ Тл}$ так, что плоскость его перпендикулярна линиям магнитной индукции поля. Если квадрат, потянув за противоположные вершины, вытянуть в линию, то по проволоке потечёт количество электричества $q = 84 \text{ мКл}$. Какова масса m проволоки?

а) $m = 0,67 \text{ г}$; б) $m = 0,82 \text{ г}$; в) $m = 0,96 \text{ г}$; г) $m = 1,24 \text{ г}$; д) $m = 2,21 \text{ г}$.

8. В однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,8 \text{ Тл}$ в плоскости, перпендикулярной линиям индукции поля, вращается стержень длиной $l = 20 \text{ см}$. Ось вращения проходит через один из концов стержня. При какой частоте вращения n разность потенциалов на концах его равна $U = 1,6 \text{ В}$?

а) $n = 12c^{-1}$; б) $n = 14c^{-1}$; в) $n = 16c^{-1}$; г) $n = 20c^{-1}$; д) $n = 22c^{-1}$.

9. В магнитном поле, величина индукции которого изменяется по закону $B = \alpha + \beta t^2$, где $\alpha = 1 \cdot 10^{-1} \text{ Тл}$, $\beta = 1 \cdot 10^{-2} \text{ Тл} / \text{с}^2$, расположена квадратная рамка со стороной $a = 0,2 \text{ м}$, причём плоскость рамки перпендикулярна \vec{B} . Определить: количество теплоты Q , которое выделится в рамке за первые 5 секунд, если сопротивление рамки $R = 0,5 \text{ Ом}$.

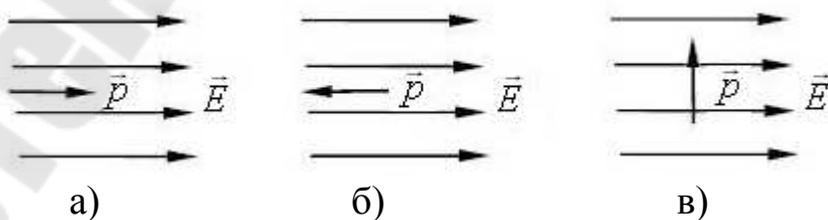
а) $Q = 1,7 \cdot 10^{-5} \text{ Дж}$; б) $Q = 3,4 \cdot 10^{-5} \text{ Дж}$; в) $Q = 5,3 \cdot 10^{-5} \text{ Дж}$;
г) $Q = 2,1 \cdot 10^{-5} \text{ Дж}$; д) $Q = 6,3 \cdot 10^{-5} \text{ Дж}$.

10. На зажимы цепи, изображённой на рис.5.1, подаётся переменное напряжение с действующим значением $U = 220 \text{ В}$ и частотой $\nu = 50 \text{ Гц}$. Активное сопротивление цепи $R = 22 \text{ Ом}$, индуктивность $L = 318 \text{ Гн}$. Переменная ёмкость в цепи подбирается так, чтобы показание вольтметра, включённого параллельно индуктивности, стало максимальным. Найдите показания U_1 вольтметра и I амперметра в этих условиях. Полным сопротивлением амперметра и ответвлением тока в цепь вольтметра можно пренебречь.

а) $U_1 = 1,3 \cdot 10^3 \text{ В}$, $I = 15 \text{ А}$; б) $U_1 = 10^3 \text{ В}$, $I = 10 \text{ А}$;
в) $U_1 = 4 \cdot 10^3 \text{ В}$, $I = 20 \text{ А}$; г) $U_1 = 6,7 \cdot 10^3 \text{ В}$, $I = 30 \text{ А}$;
д) $U_1 = 8,9 \cdot 10^3 \text{ В}$, $I = 45 \text{ А}$.

Тестовое задание №16

1. При какой ориентации электрический диполь в однородном электрическом поле находится в положении устойчивого равновесия относительно поворотов?



2. Через катушку, индуктивность которой равна L , течет ток, изменяющийся во времени по закону $I = I_0 \sin \omega t$. Определить максимальное значение ЭДС индукции.

а) $L I_0 \omega$; б) $\frac{L I_0^2}{2}$; в) $\frac{L \omega I_0^2}{2}$; г) $L I_0 \omega \cos \omega t$.

3. Тонкая, бесконечно длинная нить с равномерно распределённым по длине зарядом плотностью $\tau = 0,2 \text{ мкКл} / \text{м}$ параллельна безгранич-

ной проводящей плоскости с поверхностной плотностью заряда $\sigma = 2 \text{ нКл/см}^2$. С какой величиной силы электрическое поле заряженной бесконечной плоскости действует на каждый метр заряженной бесконечно длинной нити, помещенной в это поле?

а) $\frac{F}{l} = 634 \frac{\text{мН}}{\text{м}}$; б) $\frac{F}{l} = 350 \frac{\text{мН}}{\text{м}}$; в) $\frac{F}{l} = 226 \frac{\text{мН}}{\text{м}}$; г) $\frac{F}{l} = 542 \frac{\text{мН}}{\text{м}}$;
 д) $\frac{F}{l} = 700 \frac{\text{мН}}{\text{м}}$.

4. В цепь источника постоянного тока с ЭДС $\varepsilon = 6 \text{ В}$ включен резистор сопротивления $R = 80 \text{ Ом}$. площадь поперечного сечения проводов $S = 2 \text{ мм}^2$. Определите число N электронов, проходящих через сечение проводов за время $t = 1 \text{ с}$. Сопротивлением источника тока и соединительных проводов пренебречь.

а) $N = 4,69 \cdot 10^{17}$ электронов; б) $N = 1,79 \cdot 10^{17}$ электронов;
 в) $N = 2,15 \cdot 10^{17}$ электронов; г) $N = 3,64 \cdot 10^{17}$ электронов;
 д) $N = 4,3 \cdot 10^{17}$ электронов.

5. Батарея состоит из двух последовательно соединенных элементов с одинаковыми ЭДС $\varepsilon_1 = \varepsilon_2 = 2 \text{ В}$ и внутренними сопротивлениями $r_1 = 1 \text{ Ом}$ и $r_2 = 1,5 \text{ Ом}$. Разность потенциалов на зажимах второго элемента $U_2 = 0$. При каком внешнем сопротивлении R это возможно?

а) $R = 1,5 \text{ Ом}$; б) $R = 0,5 \text{ Ом}$; в) $R = 2 \text{ Ом}$; г) $R = 3 \text{ Ом}$; д) $R = 5 \text{ Ом}$.

6. В однородное магнитное поле напряженностью $H = 200 \text{ кА/м}$ влетает заряженная частица со скоростью $v = 10^6 \text{ м/с}$ перпендикулярно магнитному полю. В результате частица движется по окружности радиусом $R = 8,3 \text{ см}$. Найдите удельный заряд частицы.

а) $\left(\frac{q}{m}\right)_\alpha = 2,6 \cdot 10^7 \frac{\text{Кл}}{\text{кг}}$; б) $\left(\frac{q}{m}\right)_\alpha = 3,4 \cdot 10^7 \frac{\text{Кл}}{\text{кг}}$; в) $\left(\frac{q}{m}\right)_\alpha = 3,7 \cdot 10^7 \frac{\text{Кл}}{\text{кг}}$;
 г) $\left(\frac{q}{m}\right)_\alpha = 4,8 \cdot 10^7 \frac{\text{Кл}}{\text{кг}}$; д) $\left(\frac{q}{m}\right)_\alpha = 5,2 \cdot 10^7 \frac{\text{Кл}}{\text{кг}}$.

7. Магнитный поток, пронизывающий соленоид, $\Phi = 80 \text{ мкВб}$. Когда сила тока I , протекающего по обмотке, равна 6 А. Индуктивность соленоида $L = 70 \text{ мГн}$. Сколько витков N содержит соленоид?

а) $N = 20$; б) $N = 200$; в) $N = 400$; г) $N = 600$; д) $N = 800$.

8. Круговой контур радиусом r , имеющий сопротивление R , помещен в однородное магнитное поле с индукцией \vec{B} . Плоскость контура

перпендикулярна направлению магнитного поля. Какое количество электричества протечет через контур при повороте его на 90° ?

- а) $\frac{B\pi r^2}{R}$; б) $\frac{2B\pi r^2}{R}$; в) $\frac{B\pi r^2}{R}$; г) $\frac{\pi R^2}{2B}$; д) 0.

9. В вакууме вдоль оси X распространяется плоская электромагнитная волна. Определите амплитуду напряжённости электрического поля волны, если амплитуда H_0 напряжённости магнитного поля волны равна 5 мА/м .

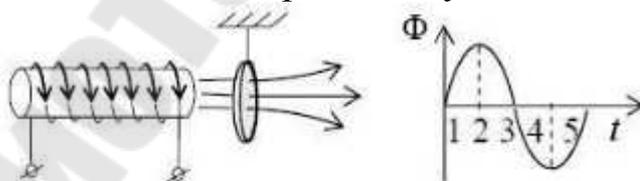
- а) $E_0 = 1,88 \frac{\text{В}}{\text{м}}$; б) $E_0 = 2,64 \frac{\text{В}}{\text{м}}$; в) $E_0 = 6,94 \frac{\text{В}}{\text{м}}$; г) $E_0 = 8,92 \frac{\text{В}}{\text{м}}$;
д) $E_0 = 12,31 \frac{\text{В}}{\text{м}}$.

10. Разность потенциалов на обкладках конденсатора в колебательном контуре изменяется по закону $U = 25 \cos 10^4 \pi t, \text{ В}$. Индуктивность катушки $L = 10,13 \text{ мГн}$. Найдите период T колебаний, ёмкость C конденсатора, закон изменения со временем тока I в цепи и длину волны λ , соответствующую этому контуру.

- а) $T = 0,1 \text{ мс}, C = 0,1 \text{ мкФ}, I(t) = -48,5 \cdot 10^{-3} \sin 10^4 \pi t, \text{ А}, \lambda = 60 \text{ км}$;
б) $T = 0,2 \text{ мс}, C = 0,2 \text{ мкФ}, I(t) = -28,5 \cdot 10^{-3} \sin 10^4 \pi t, \text{ А}, \lambda = 40 \text{ км}$;
в) $T = 0,2 \text{ мс}, C = 0,1 \text{ мкФ}, I(t) = -78,5 \cdot 10^{-3} \sin 10^4 \pi t, \text{ А}, \lambda = 60 \text{ км}$;
г) $T = 0,5 \text{ мс}, C = 0,1 \text{ мкФ}, I(t) = -78,5 \cdot 10^{-3} \sin 10^4 \pi t, \text{ А}, \lambda = 50 \text{ км}$;
д) $T = 0,4 \text{ мс}, C = 0,4 \text{ мкФ}, I(t) = -48,2 \cdot 10^{-3} \sin 10^4 \pi t, \text{ А}, \lambda = 50 \text{ км}$.

Тестовое задание №17

1. Вблизи полюса электромагнита висит проводящее кольцо. Магнитный поток, пронизывающий кольцо, изменяется согласно графику, приведённому на рисунке справа. В какие интервалы времени кольцо притягивается к электромагниту.



- а) 1, 2; б) 2, 3; в) 2, 4; г) 4, 5.

2. Определению поставьте в соответствие математические выражения.

Определение

Математическое выражение

а) закон электромагнитной индукции

1) $\varepsilon = -L_{21} \frac{dI_1}{dt}$

б) ЭДС самоиндукции

$$2) \varepsilon = -N \frac{d\Phi}{dt}$$

в) ЭДС взаимной индукции

$$3) \varepsilon = -L \frac{dI}{dt}$$

3. Батарея аккумуляторов с ЭДС $\varepsilon = 12\text{В}$ и внутренним сопротивлением $r = 2,4\text{Ом}$ замкнута на внешнее сопротивление $R = 9\text{Ом}$. Найдите падение напряжения U во внешней цепи и падение напряжения U_r внутри батареи. С каким КПД η работает батарея?

а) $U = 9,5\text{В}; U_r = 2,24\text{В}; \eta = 0,6$; б) $U = 6,5\text{В}; U_r = 1,53\text{В}; \eta = 0,79$;

в) $U = 9,5\text{В}; U_r = 2,53\text{В}; \eta = 0,79$; г) $U = 3,9\text{В}; U_r = 2,53\text{В}; \eta = 0,4$;

д) $U = 3,9\text{В}; U_r = 2,24\text{В}; \eta = 0,6$.

4. В цепь источника постоянного тока с ЭДС $\varepsilon = 6\text{В}$ включён резистор сопротивления $R = 80\text{Ом}$. Определите: 1) плотность тока в соединительных проводах площадью поперечного сечения S . Сопротивлением источника тока и соединительных проводов пренебречь.

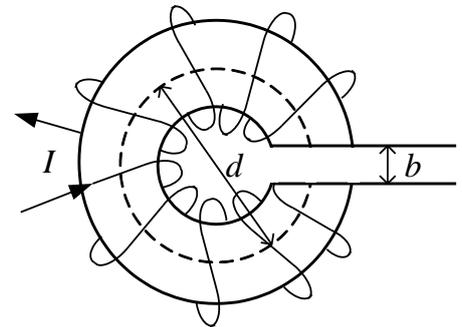
а) $j = 3,32 \cdot 10^4 \frac{\text{А}}{\text{м}^2}$; б) $j = 2,75 \cdot 10^4 \frac{\text{А}}{\text{м}^2}$; в) $j = 2,16 \cdot 10^4 \frac{\text{А}}{\text{м}^2}$;

г) $j = 3,75 \cdot 10^4 \frac{\text{А}}{\text{м}^2}$; д) $j = 4,13 \cdot 10^4 \frac{\text{А}}{\text{м}^2}$.

5. Протон и α -частица влетают в однородное магнитное поле, направление которого перпендикулярно к направлению их движения. Найдите отношение периода обращения T_1 протона в магнитном поле к периоду обращения T_2 α -частицы.

а) $\frac{T_1}{T_2} = 0,5$; б) $\frac{T_1}{T_2} = 1$; в) $\frac{T_1}{T_2} = 1,5$; г) $\frac{T_1}{T_2} = 2$; д) $\frac{T_1}{T_2} = 2,5$.

6. На железном сердечнике в виде тора со средним диаметром $d = 70\text{мм}$ намотана обмотка с общим числом витков $N = 600$. В сердечнике сделана узкая поперечная прорезь шириной $b = 1,5\text{мм}$ (см. рисунок). При силе тока через обмотку $I = 4\text{А}$ магнитная индукция в прорези $B_0 = 1,5\text{Тл}$. Пренебрегая рассеянием поля на краях прорези, определите магнитную проницаемость железа для данных условий.



а) $\mu = 246$; б) $\mu = 428$; в) $\mu = 643$; г) $\mu = 774$; д) $\mu = 956$.

7. В магнитном поле, величина индукции которого изменяется по закону $B = \alpha + \beta t^2$, где $\alpha = 1 \cdot 10^{-1}\text{Тл}$, $\beta = 1 \cdot 10^{-2}\text{Тл}/\text{с}^2$, расположена

квадратная рамка со стороной $a = 0,2\text{ м}$, причём плоскость рамки перпендикулярна \vec{B} . Определить: 1) величину ЭДС индукции $\varepsilon_{\text{инд}}$ в рамке в момент времени $t = 5\text{ с}$.

- а) $\varepsilon_{\text{инд}} = 1 \cdot 10^{-3}\text{ В}$; б) $\varepsilon_{\text{инд}} = 2 \cdot 10^{-3}\text{ В}$; в) $\varepsilon_{\text{инд}} = 3 \cdot 10^{-3}\text{ В}$;
 г) $\varepsilon_{\text{инд}} = 4 \cdot 10^{-3}\text{ В}$; д) $\varepsilon_{\text{инд}} = 5 \cdot 10^{-3}\text{ В}$.

8. Круговой контур радиусом r , имеющий сопротивление R , помещен в однородное магнитное поле с индукцией \vec{B} . Плоскость контура перпендикулярна направлению магнитного поля. Какое количество электричества протечет через контур при повороте его на 180° ?

- а) $\frac{B\pi r^2}{R}$; б) $\frac{\pi R^2}{2B}$; в) $\frac{2B\pi r^2}{R}$; г) $\frac{2\pi R^2}{r}$; д) 0.

9. В вакууме распространяется плоская электромагнитная волна, амплитуда напряжённости электромагнитного поля которой 100 В/м . Какую энергию переносит эта волна через площадку 50 см^2 , расположенную перпендикулярно направлению распространения волны, за 1 минуту? Период волны $T = t$.

- а) $W = 2\text{ Дж}$; б) $W = 3\text{ Дж}$; в) $W = 4\text{ Дж}$; г) $W = 5\text{ Дж}$; д) $W = 8\text{ Дж}$.

10. Колебательный контур состоит из конденсатора ёмкостью $C = 0,2\text{ мкФ}$, катушки с индуктивностью $L = 5,07\text{ мГн}$ и сопротивления $R = 11,1\text{ Ом}$. Во сколько раз уменьшится разность потенциалов на обкладках конденсатора за два периода колебаний?

- а) $n = 0,42$; б) $n = 1,2$; в) $n = 1,55$; г) $n = 2,68$; д) $n = 3,75$.

Тестовое задание №18

1. Определению поставьте в соответствии математическое выражение

Определение

Математическое выражение

а) циркуляция вектора \vec{B}

$$1) \vec{B} = \sum_{i=1}^n \vec{B}_i$$

б) закон Био-Савара-Лапласа

$$2) \int_L \vec{B} d\vec{l} = \mu_0 \sum_{i=1}^n I_i$$

в) принцип суперпозиции

$$3) \int_S \vec{B} d\vec{S} = 0$$

г) теорема Гаусса для поля \vec{B}

$$4) \vec{F} = [Id\vec{l} \vec{B}]$$

д) закон Ампера

$$5) dB = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{Idl \sin \alpha}{r^2}$$

2. Проводимость проводника G определяется соотношением:

а) $G = \frac{1}{R}$, где R – сопротивление проводника;

б) $G = \frac{1}{\rho}$, где ρ – удельное сопротивление проводника

в) $G = \rho \frac{\Delta l}{S}$, где ρ – удельное сопротивление проводника, Δl – его длина, S – площадь его поперечного сечения

г) $G = \frac{1}{I}$, где I – сила тока.

3. Точечный заряд $q = 100 \text{ нКл}$ находится на малом расстоянии от большой металлической пластины напротив её середины. Найти величину силы \vec{F} , действующую на заряд со стороны пластины. Пластина несёт равномерно распределённый по поверхности заряд $\sigma = 10 \text{ нКл/м}^2$.

а) $F = 28,3 \text{ мкН}$; б) $F = 17,6 \text{ мкН}$; в) $F = 87,4 \text{ мкН}$; г) $F = 11,5 \text{ мкН}$;
д) $F = 56,5 \text{ мкН}$.

4. Через лампу накаливания течёт ток $I = 1 \text{ А}$. Температура t вольфрамовой нити диаметром $d_1 = 0,2 \text{ мм}$ равна 2000°С . Ток подводится медным проводом сечением $S_2 = 5 \text{ мм}^2$. Определите напряжённость электростатического поля: 1) в вольфраме; 2) в меди. Удельное сопротивление вольфрама при 0°С $\rho_0 = 55 \text{ нОм} \cdot \text{м}$, его температурный коэффициент сопротивления $\alpha_1 = 0,0045 \text{ град}^{-1}$, удельное сопротивление меди $\rho_2 = 17 \text{ нОм} \cdot \text{м}$.

а) $E_1 = 12,5 \frac{\text{В}}{\text{м}}$; $E_2 = 3,4 \cdot 10^{-3} \frac{\text{В}}{\text{м}}$; б) $E_1 = 17,5 \frac{\text{В}}{\text{м}}$; $E_2 = 3,4 \cdot 10^{-3} \frac{\text{В}}{\text{м}}$;

в) $E_1 = 12,5 \frac{\text{В}}{\text{м}}$; $E_2 = 4,3 \cdot 10^{-3} \frac{\text{В}}{\text{м}}$; г) $E_1 = 17,5 \frac{\text{В}}{\text{м}}$; $E_2 = 6,1 \cdot 10^{-3} \frac{\text{В}}{\text{м}}$;

д) $E_1 = 10,3 \frac{\text{В}}{\text{м}}$; $E_2 = 5,2 \cdot 10^{-3} \frac{\text{В}}{\text{м}}$.

5. Определите ток короткого замыкания для батареи, если при силе тока $I_1 = 3 \text{ А}$ во внешней цепи батареи аккумуляторов выделяется мощность $P_1 = 18 \text{ Вт}$, при силе тока $I_2 = 1 \text{ А}$ – соответственно $P_2 = 10 \text{ Вт}$.

а) $I_{\text{кз}} = 2 \text{ А}$; б) $I_{\text{кз}} = 4 \text{ А}$; в) $I_{\text{кз}} = 8 \text{ А}$; г) $I_{\text{кз}} = 10 \text{ А}$; д) $I_{\text{кз}} = 6 \text{ А}$.

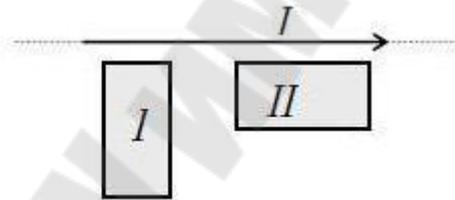
6. В магнитном поле с индукцией $B = 0,6 \text{ Тл}$ по круговой орбите радиусом $R = 4 \text{ см}$ движется заряженная частица. Скорость движения частицы $v = 10^6 \text{ м/с}$. Найдите заряд q частицы и частоту n обращения её в магнитном поле, если известно, что её энергия $W = 24 \text{ кэВ}$.

- а) $q = 4,2 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$, $n = 2 \cdot 10^6 \text{ Гц}$; б) $q = 3,7 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$, $n = 4,8 \cdot 10^6 \text{ Гц}$;
 в) $q = 3,2 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$, $n = 4 \cdot 10^6 \text{ Гц}$; г) $q = 2,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$, $n = 2,9 \cdot 10^6 \text{ Гц}$;
 д) $q = 1,4 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$, $n = 6 \cdot 10^6 \text{ Гц}$.

7. Обмотка соленоида состоит из одного слоя плотно прилегающих друг к другу витков медного провода. Диаметр провода $0,2 \text{ мм}$, диаметр соленоида 5 см . По соленоиду течёт ток 1 А . Определите, какое количество электричества протечёт через обмотку соленоида, если концы ее замкнуть накоротко. Толщиной изоляции пренебречь.

- а) $q = 95 \text{ мкКл}$; б) $q = 115 \text{ мкКл}$; в) $q = 145 \text{ мкКл}$; г) $q = 210 \text{ мкКл}$;
 д) $q = 245 \text{ мкКл}$.

8. Вблизи бесконечно длинного прямолинейного проводника с током в одной плоскости с проводником расположены два одинаковых проводящих контура. Ток в проводе выключают. Сравнить заряды, протекающие по контурам I и II .



- а) $q_1 < q_2$; б) $q_1 = q_2$; в) $q_1 > q_2$.

9. Плоская электромагнитная волна распространяется в однородной и изотропной среде с $\epsilon = 2$ и $\mu = 1$. Амплитуда напряжённости электрического поля волны $E_0 = 12 \text{ В/м}$. Определите: 1) величину фазовой скорости волны; 2) амплитуду напряжённости магнитного поля волны.

- а) 1) $v = 0,34 \cdot 10^8 \text{ м/с}$, 2) $H_0 = 15 \cdot 10^{-3} \frac{\text{А}}{\text{м}}$;
 б) 1) $v = 1,13 \cdot 10^8 \text{ м/с}$, 2) $H_0 = 25 \cdot 10^{-3} \frac{\text{А}}{\text{м}}$;
 в) 1) $v = 2,12 \cdot 10^8 \text{ м/с}$, 2) $H_0 = 45 \cdot 10^{-3} \frac{\text{А}}{\text{м}}$;
 г) 1) $v = 3,84 \cdot 10^8 \text{ м/с}$, 2) $H_0 = 55 \cdot 10^{-3} \frac{\text{А}}{\text{м}}$;
 д) 1) $v = 4,93 \cdot 10^8 \text{ м/с}$, 2) $H_0 = 60 \cdot 10^{-3} \frac{\text{А}}{\text{м}}$.

10. Ток в колебательном контуре изменяется по закон $I = -0,04 \sin 400\pi t$, А. Ёмкость конденсатора $C = 0,63 \text{ мкФ}$. Найдите период T колебаний, индуктивность контура L , минимальную энергию

$$\text{а) } E_1 = 10 \frac{B}{m}, E_2 = 21,1 \frac{B}{m}, E_3 = 113 \frac{B}{m};$$

$$\text{б) } E_1 = 0 \frac{B}{m}, E_2 = 31,6 \frac{B}{m}, E_3 = 113 \frac{B}{m};$$

$$\text{в) } E_1 = 10 \frac{B}{m}, E_2 = 34,1 \frac{B}{m}, E_3 = 174 \frac{B}{m};$$

$$\text{г) } E_1 = 0 \frac{B}{m}, E_2 = 31,6 \frac{B}{m}, E_3 = 228 \frac{B}{m};$$

$$\text{д) } E_1 = 0,5 \frac{B}{m}, E_2 = 31,6 \frac{B}{m}, E_3 = 201 \frac{B}{m}.$$

4. Вольфрамовая нить электрической лампочки при температуре $t_1 = 20^\circ C$ имеет сопротивление $R_1 = 35,8 \text{ Ом}$. Какова будет температура t_2 нити лампочки, если при включении в сеть напряжением $U = 120 \text{ В}$ по нити идёт ток $I = 0,33 \text{ А}$? Температурный коэффициент сопротивления вольфрама $\alpha = 4,6 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$.

$$\text{а) } t_2 = 1600^\circ C; \text{ б) } t_2 = 1800^\circ C; \text{ в) } t_2 = 1900^\circ C; \text{ г) } t_2 = 2000^\circ C;$$

$$\text{д) } t_2 = 2200^\circ C.$$

5. Источник ЭДС вначале замыкают на резистор сопротивлением R_1 , а затем – на резистор сопротивлением R_2 , при этом в обоих случаях выделяется одинаковое количество теплоты. Определите внутреннее сопротивление r источника ЭДС.

$$\text{а) } r = \sqrt{R_1 R_2}; \text{ б) } r = \sqrt{R_1^2 R_2}; \text{ в) } r = \sqrt{R_1^2 R_2^2}; \text{ г) } r = 2\sqrt{R_1 R_2};$$

$$\text{д) } r = 4\pi\sqrt{R_1 R_2}.$$

6. В однородное магнитное поле влетает протон и α – частица, ускоренные одинаковой разностью потенциалов. Во сколько раз радиус кривизны R_1 траектории протона отличается от радиуса кривизны R_2 траектории α – частица? Магнитное поле перпендикулярно скоростям частиц.

$$\text{а) } \frac{R_1}{R_2} = 0,2; \text{ б) } \frac{R_1}{R_2} = 0,7; \text{ в) } \frac{R_1}{R_2} = 2,6; \text{ г) } \frac{R_1}{R_2} = 5,7; \text{ д) } \frac{R_1}{R_2} = 8,4.$$

7. На картонный цилиндр диаметром $D = 4 \text{ см}$ намотано $N = 1000$ витков проволоки в один слой. Витки плотно прижаты друг к другу. Индуктивность полученного соленоида $L = 4 \text{ мГн}$. Каков диаметр d проволоки, из которой сделан соленоид?

$$\text{а) } d = 4 \cdot 10^{-4} \text{ м}; \text{ б) } d = 6 \cdot 10^{-4} \text{ м}; \text{ в) } d = 8 \cdot 10^{-4} \text{ м}; \text{ г) } d = 10 \cdot 10^{-4} \text{ м};$$

$$\text{д) } d = 12 \cdot 10^{-4} \text{ м}.$$

8. Виток площадью S находится в магнитном поле напряжённостью \vec{H} . Плоскость витка перпендикулярна линиям поля. Каково сопротивление витка, если при исчезновении поля по витку протекает заряд q ?

- а) $\frac{2\mu_0\mu HS}{q}$; б) $\frac{\mu_0\mu HS}{q}$; в) $\frac{HS}{q}$; г) $\frac{2HS}{q}$; д) 0.

9. Напряжение на обкладках конденсатора в колебательном контуре изменяется по закону $U = 10 \cos 10^4 t$ (В). Ёмкость конденсатора 10 мкФ . Найдите индуктивность контура и закон изменения силы тока в нём.

- а) $L = 10^{-3} \text{ Гн}, I(t) = -\sin 10^4 t, \text{ А};$
 б) $L = 1,3 \cdot 10^{-3} \text{ Гн}, I(t) = -2 \sin 10^4 t, \text{ А};$
 в) $L = 2 \cdot 10^{-3} \text{ Гн}, I(t) = -\sin 10^3 t, \text{ А};$
 г) $L = 3,4 \cdot 10^{-3} \text{ Гн}, I(t) = -\sin 10^3 t, \text{ А};$
 д) $L = 6,7 \cdot 10^{-3} \text{ Гн}, I(t) = -4 \sin 10^3 t, \text{ А}.$

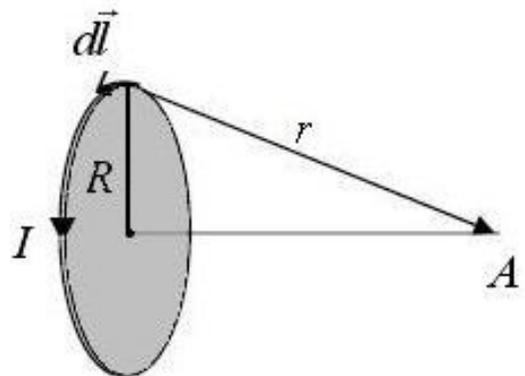
10. Для какого момента времени t отношение $\frac{W_m}{W_{эл}}$ энергии магнитного поля колебательного контура к энергии его электрического поля равно 3?

- а) $t = \frac{T}{3}$; б) $t = \frac{T}{4}$; в) $t = \frac{T}{6}$; г) $t = \frac{T}{9}$; д) $t = \frac{T}{12}$.

Тестовое задание №20

1. Верно ли записаны выражения модуля вектора индукции магнитного поля кругового витка с током:

- а) в центре витка $B_0 = \frac{\mu_0}{4\pi} \int_L \frac{Idl}{R^2}$;
 б) в точке A на оси витка $B_A = \frac{\mu_0}{4\pi} \int_L \frac{Idl}{r^2}$.



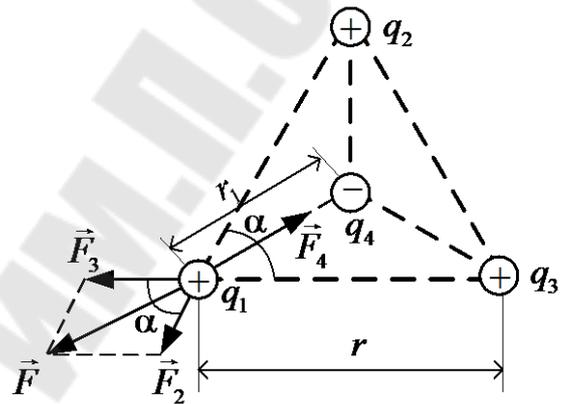
2. Как изменится по модулю напряжённость электрического поля точечного заряда при уменьшении расстояния до заряда в 4 раза?

- а) уменьшится в 2 раза; б) уменьшится в 4 раза;
 в) уменьшится в 16 раз; г) увеличится в 2 раза; д) не изменится.

3. Металлическое кольцо, радиусом R несёт на себе электрический заряд q , при котором величина натяжения проволоки, из которой сделано кольцо, равна T . Какой заряд Q нужно поместить в центр кольца, чтобы оно разорвалось? Проволока выдерживает максимальную величину натяжения T_0 .

а) $Q > \frac{8\pi^2 \varepsilon_0 (T_0 - T) R^2}{q}$; б) $Q > \frac{6\pi^2 \varepsilon_0 (T_0 - T) R^2}{q}$; в) $Q > \frac{7\pi (T_0 - T) R^2}{q}$;
 г) $Q > \frac{8\pi \varepsilon_0 (T_0 - T) R^2}{q}$; д) $Q > \frac{8\pi^2 (T_0 - T) R^2}{2q}$.

4. Три одинаковых положительных заряда $q_1 = q_2 = q_3 = 1 \text{ нКл}$ расположены по вершинам равностороннего треугольника (см. рис.). Какой отрицательный заряд q_4 нужно поместить в центре треугольника, чтобы сила притяжения с его стороны уравновесила силы взаимного отталкивания зарядов, находящихся в вершинах?



- а) $q_4 = 0,51 \text{ нКл}$; б) $q_4 = 0,58 \text{ нКл}$;
 в) $q_4 = 2,6 \text{ нКл}$; г) $q_4 = 0,9 \text{ нКл}$;
 д) $q_4 = 2,8 \text{ нКл}$.

5. Электрическая цепь состоит из последовательно соединённых источника, реостата и амперметра. При температуре $t_0 = 0^\circ \text{C}$ сопротивление реостата $R_0 = 120 \text{ Ом}$, сопротивление амперметра $R_A = 20 \text{ Ом}$. Амперметр показывает ток $I_0 = 22 \text{ mA}$. Если же реостат нагреется на $\Delta t = 50^\circ \text{C}$, то амперметр покажет силу тока $I = 17,5 \text{ mA}$. Каков температурный коэффициент сопротивления проволоки, из которой сделан реостат?

- а) $\alpha = 0,006 \text{ K}^{-1}$; б) $\alpha = 0,002 \text{ K}^{-1}$; в) $\alpha = 6 \text{ K}^{-1}$;
 г) $\alpha = 0,00 \text{ K}^{-1}$; д) $\alpha = 4,5 \text{ K}^{-1}$.

6. Определите величину плотности \vec{j} электрического тока, в медном проводе (удельное сопротивление $\rho = 17 \text{ нОм} \cdot \text{м}$), если удельная тепловая мощность тока $\omega = 1,7 \frac{\text{Дж}}{\text{м}^3 \cdot \text{с}}$.

- а) $j = 6 \text{ кА} / \text{м}^2$; б) $j = 10 \text{ кА} / \text{м}^2$; в) $j = 12 \text{ кА} / \text{м}^2$; г) $j = 8 \text{ кА} / \text{м}^2$;
 д) $j = 14 \text{ кА} / \text{м}^2$.

7. Длинный провод имеет изгиб в форме правильного треугольника, удалённая сторона которого параллельна проводу. Провод без трения может вращаться вокруг горизонтальной оси в поле тяжести Земли и в однородном вертикальном магнитном поле с постоянной индукцией магнитного поля $B = 0,5 \text{ Тл}$. При какой силе постоянного тока I в проводе его треугольный изгиб отклонится на угол 45° от вертикали, если линейная плотность материала провода $\gamma = 12,5 \text{ кг} / \text{м}$.

- а) $I = 457 \text{ А}$; б) $I = 624 \text{ А}$; в) $I = 896 \text{ А}$; г) $I = 981 \text{ А}$; д) $I = 1284 \text{ А}$.

8. Соленоид без сердечника с однослойной обмоткой из проволоки диаметром $0,4 \text{ мм}$ имеет длину $0,5 \text{ м}$ и поперечное сечение 60 см^2 . За какое время при напряжении 10 В и силе тока $1,5 \text{ А}$ в обмотке выделится количество теплоты, равное энергии поля внутри соленоида. Поле считать однородным. Генератор тока поддерживает силу тока постоянной.

- а) $t = 0,24 \text{ мс}$; б) $t = 0,86 \text{ мс}$; в) $t = 1,77 \text{ мс}$; г) $t = 2,56 \text{ мс}$;
 д) $t = 3,18 \text{ мс}$.

9. Идеальный контур Томсона состоит из конденсатора ёмкостью $C = 25 \text{ нФ}$ и катушки с индуктивностью $L = 1,015 \text{ Гн}$. Пластинам конденсатора сообщён заряд $q_0 = 2,5 \text{ мкКл}$. Как изменяются разность потенциалов U на обкладках конденсатора и значения тока I в цепи в пределах одного периода колебаний?

- а) $I(t) = -15,7 \cdot 10^{-3} \sin 2\pi \cdot 10^{-3} t, A, U(t) = 100 \cos 2\pi \cdot 10^3 t, B$;
 б) $I(t) = -10,7 \cdot 10^{-3} \sin 2\pi \cdot 10^{-3} t, A, U(t) = 200 \cos \pi \cdot 10^3 t, B$;
 в) $I(t) = -15 \cdot 10^{-3} \sin 2\pi \cdot 10^{-3} t, A, U(t) = 110 \cos \pi \cdot 10^3 t, B$;
 г) $I(t) = 10,7 \cdot 10^{-3} \sin \pi \cdot 10^{-3} t, A, U(t) = 100 \cos 2\pi \cdot 10^4 t, B$;
 д) $I(t) = -12,3 \cdot 10^{-3} \sin 2\pi \cdot 10^{-3} t, A, U(t) = 100 \cos 2\pi \cdot 10^3 t, B$.

10. В контуре вследствие затухания теряется 99% энергии. Колебательный контур содержит ёмкость $C = 0,55 \text{ нФ}$ и индуктивность $L = 10 \text{ мГн}$. За какое время происходит потеря энергии в контуре, если логарифмический декремент затухания $\delta = 0,005$?

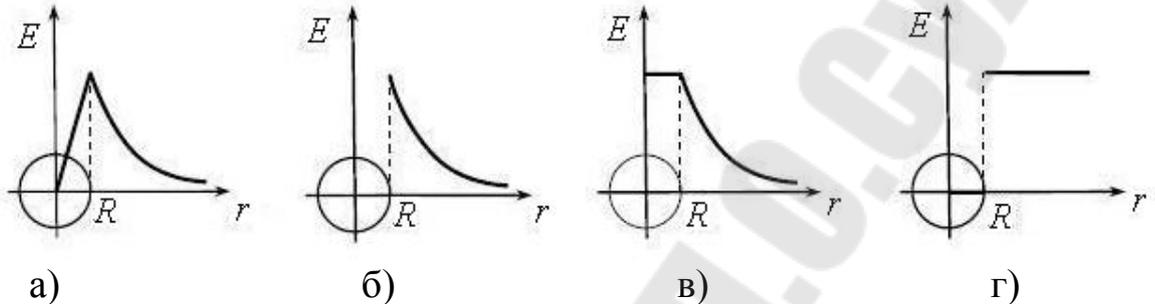
- а) $t = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ с}$; б) $t = 5 \cdot 10^{-3} \text{ с}$; в) $t = 6,8 \cdot 10^{-3} \text{ с}$; г) $t = 9,2 \cdot 10^{-3} \text{ с}$;
 д) $t = 12,89 \cdot 10^{-3} \text{ с}$.

Тестовое задание №21

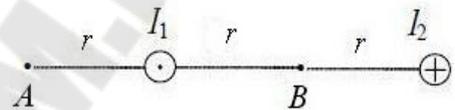
1. Какое из приведенных выражений определяет уравнение непрерывности для постоянного тока?

$$\text{а) } \int_S \vec{j} d\vec{S} = -\frac{dq}{dt}; \quad \text{б) } \nabla \vec{j} = -\frac{\partial \rho}{\partial t}; \quad \text{в) } \nabla \vec{j} = 0; \quad \text{г) } \vec{j} = \text{const.}$$

2. Укажите, на каком графике правильно показана зависимость напряжённости электростатического поля \vec{E} от расстояния r для равномерно заряженной проводящей сферы радиусом R .



3. Найти напряжённость магнитного поля H , создаваемого двумя бесконечно длинными проводниками с токами I_1 и I_2 ($I_1 = 2I_2$) в точках A и B .



$$\text{а) } \frac{3I_2}{2\pi r'} \frac{5I_2}{6\pi r}; \quad \text{б) } \frac{5I_2}{6\pi r'} \frac{I_2}{\pi r}; \quad \text{в) } \frac{7I_2}{6\pi r'} \frac{3I_2}{2\pi r}; \quad \text{г) } \frac{5I_2}{6\pi r'} \frac{I_2}{2\pi r}.$$

4. Найти величину напряжённости \vec{E} и потенциал ϕ в центре полукольца радиусом $R = 5 \text{ см}$, по которому равномерно распределён заряд $q = 3 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$.

$$\begin{aligned} \text{а) } E &= 6,88 \cdot 10^3 \frac{\text{В}}{\text{м}}, \phi = 5,39 \cdot 10^2 \text{ В}; & \text{б) } E &= 4,32 \cdot 10^3 \frac{\text{В}}{\text{м}}, \phi = 3,21 \cdot 10^2 \text{ В}; \\ \text{в) } E &= 3,54 \cdot 10^3 \frac{\text{В}}{\text{м}}, \phi = 4,89 \cdot 10^2 \text{ В}; & \text{г) } E &= 2,24 \cdot 10^3 \frac{\text{В}}{\text{м}}, \phi = 3,23 \cdot 10^2 \text{ В}; \\ \text{д) } E &= 1,15 \cdot 10^3 \frac{\text{В}}{\text{м}}, \phi = 2,16 \cdot 10^2 \text{ В}. \end{aligned}$$

5. Если соединить два элемента одноименными полюсами, то сила тока в цепи $I = 0,5 \text{ А}$. ЭДС первого элемента $\varepsilon_1 = 1,2 \text{ В}$ и внутреннее сопротивление $r_1 = 0,1 \text{ Ом}$. ЭДС второго элемента $\varepsilon_2 = 0,9 \text{ В}$ и внутреннее сопротивление $r_1 = 0,3 \text{ Ом}$. Определите сопротивление R соединительных проводов.

$$\text{а) } R = 1 \text{ Ом}; \quad \text{б) } R = 0,8 \text{ Ом}; \quad \text{в) } R = 0,6 \text{ Ом}; \quad \text{г) } R = 0,4 \text{ Ом}; \quad \text{д) } R = 0,2 \text{ Ом}.$$

6. Пространство между пластинами плоского конденсатора имеет объем $V = 375 \text{ см}^3$ и заполнено водородом, который частично ионизирован. Площадь пластин конденсатора $S = 250 \text{ см}^2$. При каком напряжении

U между пластинами конденсатора сила тока I , протекающего через конденсатор, достигнет значения 2мкА , если концентрация n ионов обоих знаков в газе равна $5,3 \cdot 10^7 \text{см}^{-3}$? Принять подвижность ионов

$$b_+ = 5,4 \cdot 10^{-4} \frac{\text{м}^2}{\text{В} \cdot \text{с}} \text{ и } b_- = 7,4 \cdot 10^{-4} \frac{\text{м}^2}{\text{В} \cdot \text{с}}.$$

а) $U = 40\text{В}$; б) $U = 60\text{В}$; в) $U = 100\text{В}$; г) $U = 140\text{В}$; д) $U = 80\text{В}$.

7. В одной плоскости с бесконечным прямым проводником с током $I = 10\text{А}$ расположена прямоугольная проволочная рамка (стороны $a = 25\text{см}$, $b = 10\text{см}$), по которой протекает ток $I_1 = 2\text{А}$. Длинные стороны рамки параллельны прямому току, причём ближайшая из них находится от прямого тока на расстоянии $c = 10\text{см}$ и ток в ней со направлен току I . Определите силы, действующие на каждую из сторон рамки.

а) $F_1 = 14\text{мкН}$, $F_2 = 4\text{мкН}$, $F_3 = 8\text{мкН}$, $F_4 = 4\text{мкН}$;

б) $F_1 = 16\text{мкН}$, $F_2 = 5\text{мкН}$, $F_3 = 10\text{мкН}$, $F_4 = 5\text{мкН}$;

в) $F_1 = 16\text{мкН}$, $F_2 = 7\text{мкН}$, $F_3 = 12\text{мкН}$, $F_4 = 7\text{мкН}$;

г) $F_1 = 18\text{мкН}$, $F_2 = 9\text{мкН}$, $F_3 = 14\text{мкН}$, $F_4 = 9\text{мкН}$;

д) $F_1 = 20\text{мкН}$, $F_2 = 10\text{мкН}$, $F_3 = 18\text{мкН}$, $F_4 = 10\text{мкН}$.

8. Индуктивность соленоида $L = 220\text{мкГн}$. Обмотка соленоида состоит из N витков медной проволоки, поперечное сечение которой $S_0 = 1\text{мм}^2$. Сопротивление обмотки $R = 0,4\text{Ом}$. Чему равна длина l соленоида?

а) $l = 0,16\text{м}$; б) $l = 0,2\text{м}$; в) $l = 0,25\text{м}$; г) $l = 0,48\text{м}$; д) $l = 1,68\text{м}$.

9. Найдите логарифмический декремент затухания δ колебаний в контуре, состоящем из конденсатора ёмкостью $C = 2,22\text{нФ}$ и катушки из медной проволоки диаметром $d = 0,5\text{мм}$. Катушка имеет 400 витков проволоки.

а) $\delta = 10,24$; б) $\delta = 5,78$; в) $\delta = 2,8$; г) $\delta = 0,78$; д) $\delta = 0,018$.

10. Найдите логарифмический декремент затухания δ колебаний в контуре, состоящем из конденсатора ёмкостью $C = 2,22\text{нФ}$ и катушки из медной проволоки диаметром $d = 0,5\text{мм}$. Катушка имеет 400 витков проволоки.

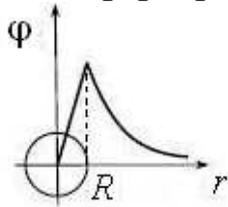
а) $\delta = 10,24$; б) $\delta = 5,78$; в) $\delta = 2,8$; г) $\delta = 0,78$; д) $\delta = 0,018$.

Тестовое задание №22

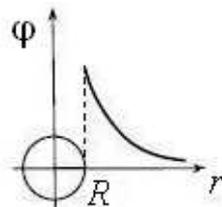
1. Какое из приведённых ниже выражений представляет собой силу, действующую на положительно заряженную частицу, движущуюся одновременно в электрическом и магнитном полях?

а) $q\vec{E} + q[\vec{v}\vec{B}]$; б) $q\vec{E} + q[\vec{v}\vec{B}]$; в) $qE + q(\vec{B}\vec{v})$; г) $qE + q(Bv)$.

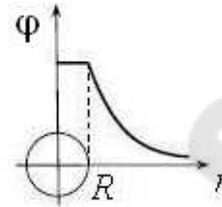
2. Какой из ниже приведённых графиков качественно отражает зависимость потенциала от расстояния для уединённой металлической заряженной сферы радиуса R ?



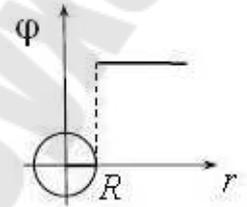
а)



б)

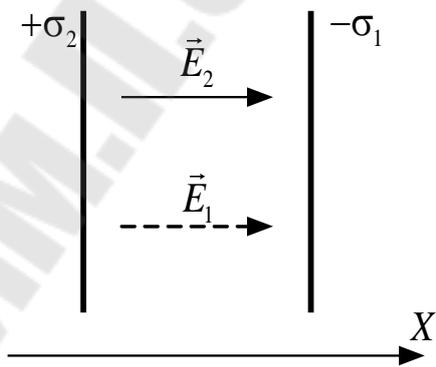


в)



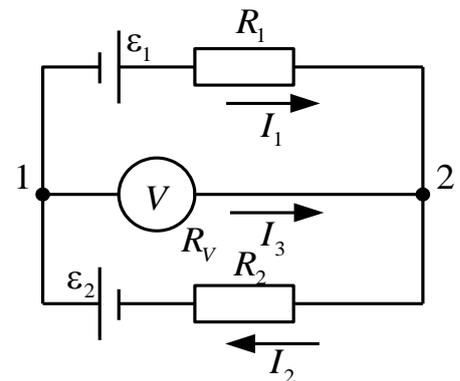
г)

3. Две круглые параллельные пластины находятся на малом (по сравнению с радиусом) расстоянии друг от друга. Пластины равномерно заряжены с поверхностной плотностью $\sigma_1 = 10 \text{ нКл/м}^2$ и $\sigma_2 = -30 \text{ нКл/м}^2$. Определить величину силы взаимодействия между пластинами, приходящуюся на площадь S , равную 2 м^2 .



- а) $F = 42,8 \text{ мкН}$;
- б) $F = 16,2 \text{ мкН}$;
- в) $F = 33,8 \text{ мкН}$;
- г) $F = 20,1 \text{ мкН}$;
- д) $F = 29,9 \text{ мкН}$.

4. Элементы цепи имеют значения $\varepsilon_1 = 1,5 \text{ В}$; $\varepsilon_2 = 1,6 \text{ В}$; $R_1 = 1 \text{ кОм}$; $R_2 = 2 \text{ кОм}$. Определите показания вольтметра, если его сопротивление $R_V = 2 \text{ кОм}$. Сопротивлением источников тока и соединённых проводов пренебречь.



- а) $U_{12} = -0,15 \text{ В}$; б) $U_{12} = -0,20 \text{ В}$; в) $U_{12} = -0,35 \text{ В}$; г) $U_{12} = 0,4 \text{ В}$;
- д) $U_{12} = 0,35 \text{ В}$.

5. Сила тока в проводнике сопротивлением $R = 20 \text{ Ом}$ нарастает по линейному закону от $I_0 = 0$ до $I_{\text{max}} = 6 \text{ А}$ за $t = 2 \text{ с}$. Определите количество выделившейся теплоты Q_1 за первую секунду и Q_2 за вторую секунду.

- а) $Q_1 = 20 \text{ Дж}, Q_2 = 300 \text{ Дж}$; б) $Q_1 = 40 \text{ Дж}, Q_2 = 360 \text{ Дж}$;
 в) $Q_1 = 60 \text{ Дж}, Q_2 = 420 \text{ Дж}$; г) $Q_1 = 80 \text{ Дж}, Q_2 = 490 \text{ Дж}$;
 д) $Q_1 = 100 \text{ Дж}, Q_2 = 510 \text{ Дж}$.

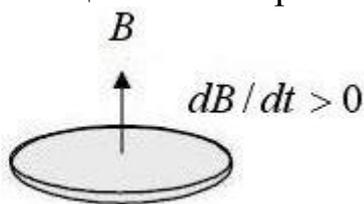
6. В однородном магнитном поле ($B = 1 \text{ Тл}$) в плоскости, перпендикулярной линиям магнитной индукции, расположено тонкое проволочное полукольцо длиной $l = 50 \text{ см}$, по которому течёт ток $I = 5 \text{ А}$. Определите величину результирующей силы, действующую на полукольцо.

- а) $F = 1,59 \text{ мН}$; б) $F = 2,89 \text{ мН}$; в) $F = 4,74 \text{ мН}$; г) $F = 7,64 \text{ мН}$;
 д) $F = 9,74 \text{ мН}$.

7. В однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,8 \text{ Тл}$ в плоскости, перпендикулярной линиям индукции поля, вращается стержень длиной $l = 20 \text{ см}$. Ось вращения проходит через один из концов стержня. При какой частоте вращения n разность потенциалов на концах его равна $U = 1,6 \text{ В}$?

- а) $n = 12 \text{ с}^{-1}$; б) $n = 14 \text{ с}^{-1}$; в) $n = 16 \text{ с}^{-1}$; г) $n = 20 \text{ с}^{-1}$; д) $n = 22 \text{ с}^{-1}$.

8. Проволочное кольцо находится в меняющемся со временем магнитном поле. Положение кольца, направление магнитной индукции \vec{B} и характер её изменения показаны на рисунке. Указать направление тока, наводимого в кольце, и направление элементарной силы $d\vec{F}$, действующий на малый участок кольца dl со стороны магнитного поля.



- а) ток направлен по часовой стрелке, сила направлена к центру кольца;
 б) ток направлен по часовой стрелке, сила направлена от центра кольца;
 в) ток направлен против часовой стрелки, сила направлена к центру кольца;
 г) ток направлен против часовой стрелки, сила направлена от центра кольца.

9. В контуре вследствие затухания теряется 99% энергии. Колебательный контур содержит ёмкость $C = 0,55 \text{ нФ}$ и индуктивность

$L = 10 \text{ мГн}$. За какое время происходит потеря энергии в контуре, если логарифмический декремент затухания $\delta = 0,005$?

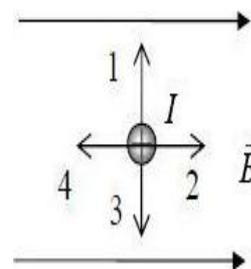
- а) $t = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ с}$; б) $t = 5 \cdot 10^{-3} \text{ с}$; в) $t = 6,8 \cdot 10^{-3} \text{ с}$; г) $t = 9,2 \cdot 10^{-3} \text{ с}$;
 д) $t = 12,89 \cdot 10^{-3} \text{ с}$.

10. Идеальный контур Томсона состоит из конденсатора ёмкостью $C = 25 \text{ нФ}$ и катушки с индуктивностью $L = 1,015 \text{ Гн}$. Пластинам конденсатора сообщён заряд $q_0 = 2,5 \text{ мкКл}$. Как изменяются разность потенциалов U на обкладках конденсатора и значения тока I в цепи в пределах одного периода колебаний?

- а) $I(t) = -15,7 \cdot 10^{-3} \sin 2\pi \cdot 10^{-3} t$, $A, U(t) = 100 \cos 2\pi \cdot 10^3 t$, В;
 б) $I(t) = -10,7 \cdot 10^3 \sin 2\pi \cdot 10^{-3} t$, $A, U(t) = 200 \cos \pi \cdot 10^3 t$, В;
 в) $I(t) = -15 \cdot 10^{-3} \sin 2\pi \cdot 10^{-3} t$, $A, U(t) = 110 \cos \pi \cdot 10^3 t$, В;
 г) $I(t) = 10,7 \cdot 10^{-3} \sin \pi \cdot 10^{-3} t$, $A, U(t) = 100 \cos 2\pi \cdot 10^4 t$, В;
 д) $I(t) = -12,3 \cdot 10^{-3} \sin 2\pi \cdot 10^{-3} t$, $A, U(t) = 100 \cos 2\pi \cdot 10^3 t$, В.

Тестовое задание №23

1. На рисунке изображено сечение прямолинейного бесконечно длинного проводника с током. Проводник помещён в магнитное поле. Какая из стрелок правильно указывает направление силы, действующей на проводник со стороны поля?



- а) 1; б) 2; в) 3; г) 4.

2. Какое из приведённых ниже выражений определяет энергию диполя в электрическом поле?

- а) $W = \frac{qq'}{4\pi\epsilon_0 r}$; б) $W = q\varphi$; в) $W = -pE \cos \alpha$; г) $W = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n q_i \cdot \varphi_i$.

3. Электрическое поле создано двумя одинаковыми параллельными пластинами площадью 150 см^2 каждая. Пластины расположены на малом (по сравнению с линейными размерами пластин) расстоянии друг от друга. На одной из пластин равномерно распределён заряд $q_1 = -50 \text{ нКл}$, на другой заряд $q_2 = +150 \text{ нКл}$. Найти величину напряжённости \vec{E} электрического поля между пластинами.

- а) $E = 750 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}$; б) $E = 890 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}$; в) $E = 900 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}$; г) $E = 480 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}$;

$$\text{д) } E = 970 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}.$$

4. В проводнике в течение времени $\tau = 10\text{с}$ равномерно убывает сила тока от $I_0 = 5\text{А}$ до $I = 0$. При этом в проводнике выделяется количество теплоты $Q = 1\text{кДж}$. Каково сопротивление R проводника?

а) $R = 8\text{Ом}$; б) $R = 10\text{Ом}$; в) $R = 12\text{Ом}$; г) $R = 14\text{Ом}$; д) $R = 16\text{Ом}$.

5. Через лампу накаливания течёт ток $I = 1\text{А}$. Температура t вольфрамовой нити диаметром $d_1 = 0,2\text{мм}$ равна 2000°С . Ток подводится медным проводом сечением $S_2 = 5\text{мм}^2$. Определите напряжённость электростатического поля: 1) в вольфраме; 2) в меди. Удельное сопротивление вольфрама при 0°С $\rho_0 = 55\text{нОм}\cdot\text{м}$, его температурный коэффициент сопротивления $\alpha_1 = 0,0045\text{град}^{-1}$, удельное сопротивление меди $\rho_2 = 17\text{нОм}\cdot\text{м}$.

$$\text{а) } E_1 = 12,5 \frac{\text{В}}{\text{м}}; E_2 = 3,4 \cdot 10^{-3} \frac{\text{В}}{\text{м}}; \text{ б) } E_1 = 17,5 \frac{\text{В}}{\text{м}}; E_2 = 3,4 \cdot 10^{-3} \frac{\text{В}}{\text{м}};$$

$$\text{в) } E_1 = 12,5 \frac{\text{В}}{\text{м}}; E_2 = 4,3 \cdot 10^{-3} \frac{\text{В}}{\text{м}}; \text{ г) } E_1 = 17,5 \frac{\text{В}}{\text{м}}; E_2 = 6,1 \cdot 10^{-3} \frac{\text{В}}{\text{м}};$$

$$\text{д) } E_1 = 10,3 \frac{\text{В}}{\text{м}}; E_2 = 5,2 \cdot 10^{-3} \frac{\text{В}}{\text{м}}.$$

6. В однородном магнитном поле ($B = 1\text{Тл}$) в плоскости, перпендикулярной линиям магнитной индукции, расположено тонкое проволочное полукольцо длиной $l = 50\text{см}$, по которому течёт ток $I = 5\text{А}$. Определите величину результирующей силы, действующую на полукольцо.

а) $F = 1,59\text{мН}$; б) $F = 2,89\text{мН}$; в) $F = 4,74\text{мН}$; г) $F = 7,64\text{мН}$;

д) $F = 9,74\text{мН}$.

7. В однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,1\text{Тл}$ с частотой $n = 10\text{об/с}$ вращается рамка, содержащая $N = 1000$ витков провода. Ось рамки перпендикулярна к направлению магнитного поля. Максимальная ЭДС индукции, возникающая в рамке, равна $\varepsilon_{\text{max}} = 94,2\text{В}$. Найдите площадь рамки S .

$$\text{а) } S = 9 \cdot 10^{-3} \text{м}^2; \text{ б) } S = 12 \cdot 10^{-3} \text{м}^2; \text{ в) } S = 15 \cdot 10^{-3} \text{м}^2;$$

$$\text{г) } S = 18 \cdot 10^{-3} \text{м}^2; \text{ д) } S = 21 \cdot 10^{-3} \text{м}^2.$$

8. Стержень длиной 1м вращается в однородном магнитном поле с постоянной угловой скоростью $\omega = 30\text{рад/с}$. Ось вращения стержня параллельна магнитным силовым линиям поля и проходит через его конец. Определите ЭДС индукции, возникшую на концах стержня, если индукция магнитного поля $B = 2 \cdot 10^{-2}\text{Тл}$.

- а) $\varepsilon = -0,15B$; б) $\varepsilon = -0,2B$; в) $\varepsilon = -0,25B$; г) $\varepsilon = -0,3B$;
 д) $\varepsilon = -0,45B$.

9. Для какого момента времени t отношение $\frac{W_m}{W_{эл}}$ энергии магнит-

ного поля колебательного контура к энергии его электрического поля равно 3?

- а) $t = \frac{T}{3}$; б) $t = \frac{T}{4}$; в) $t = \frac{T}{6}$; г) $t = \frac{T}{9}$; д) $t = \frac{T}{12}$.

10. Напряжение на обкладках конденсатора в колебательном контуре изменяется по закону $U = 10 \cos 10^4 t$ (В). Ёмкость конденсатора 10 мкФ . Найдите индуктивность контура и закон изменения силы тока в нём.

- а) $L = 10^{-3} \text{ Гн}, I(t) = -\sin 10^4 t, \text{ А}$;
 б) $L = 1,3 \cdot 10^{-3} \text{ Гн}, I(t) = -2 \sin 10^4 t, \text{ А}$;
 в) $L = 2 \cdot 10^{-3} \text{ Гн}, I(t) = -\sin 10^3 t, \text{ А}$;
 г) $L = 3,4 \cdot 10^{-3} \text{ Гн}, I(t) = -\sin 10^3 t, \text{ А}$;
 д) $L = 6,7 \cdot 10^{-3} \text{ Гн}, I(t) = -4 \sin 10^3 t, \text{ А}$.

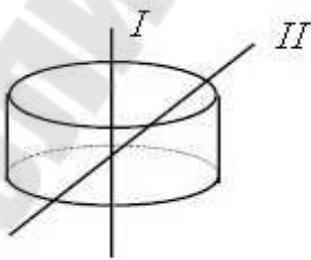
Тестовое задание №24

1. Какая из приведённых ниже формул является математическим выражением закона Ампера?

- а) $\vec{F} = q[\vec{v}\vec{B}]$; б) $\Phi = BS \cos \alpha$; в) $\int_L \vec{H} d\vec{l} = \sum_{i=1}^n I_i$;
 г) $d\vec{F} = I[d\vec{l}\vec{B}]$; д) $dB = \frac{\mu_0 \mu}{4\pi} \frac{I \sin \alpha}{r^2}$.

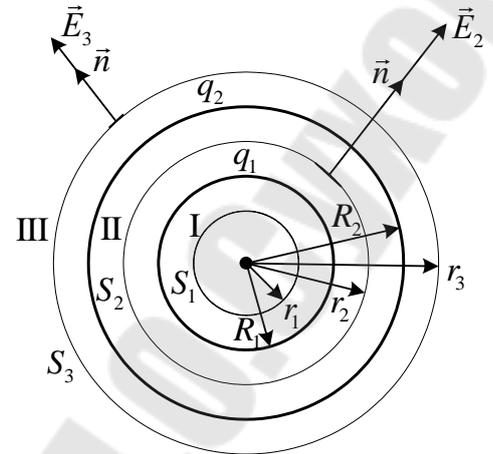
2. Вблизи равномерно заряженной нити мысленно построим замкнутую поверхность, имеющую форму цилиндра, соосного с нитью I . Как изменится модуль потока вектора напряжённости электрического поля через ту же поверхность цилиндра, если нить наклонить (II), сохранив пересечение нити с основаниями цилиндра? Среда однородна.

а) увеличится;



- б) уменьшится;
 в) не изменится.

3. Две концентрические проводящие сферы радиусами $R_1 = 6\text{ см}$ и $R_2 = 10\text{ см}$ несут соответственно заряды $q_1 = 1\text{ нКл}$ и $q_2 = -0,5\text{ нКл}$ (см. рис.). Найти величину напряжённости \vec{E} поля в точках, отстоящих от центра сфер на расстояниях $r_1 = 5\text{ см}$, $r_2 = 9\text{ см}$, $r_3 = 15\text{ см}$.



а) $E_1 = 0\text{ В/м}, E_2 = 1,11 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}, E_3 = 200\text{ В/м};$

б) $E_1 = 0,5\text{ В/м}, E_2 = 0,9 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}, E_3 = 16\text{ В/м};$

в) $E_1 = 0\text{ В/м}, E_2 = 0,9 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}, E_3 = 20\text{ В/м};$

г) $E_1 = 0,5\text{ В/м}, E_2 = 1,11 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}, E_3 = 14\text{ В/м};$

д) $E_1 = 0\text{ В/м}, E_2 = 1,4 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}, E_3 = 110\text{ В/м}.$

4. Источники с электродвижущими силами ε_1 и ε_2 включены в цепь, как показано на рисунке. Определите силы токов, текущих в сопротивлениях R_2 и R_3 , если $\varepsilon_1 = 10\text{ В}$ и $\varepsilon_2 = 4\text{ В}$, $R_1 = R_4 = 20\text{ Ом}$ и $R_2 = R_3 = 40\text{ Ом}$. Сопротивлением источников пренебречь.

а) $I_2 = -2\text{ А}, I_3 = 1\text{ А};$ б) $I_2 = -1\text{ А}, I_3 = 0;$ в) $I_2 = 0, I_3 = -1\text{ А}.$

5. Сила тока в проводнике сопротивлением $R = 20\text{ Ом}$ нарастает по линейному закону от $I_0 = 0$ до $I_{\text{max}} = 6\text{ А}$ за $t = 2\text{ с}$. Определите количество выделившейся теплоты Q_1 за первую секунду и Q_2 за вторую секунду.

а) $Q_1 = 20\text{ Дж}, Q_2 = 300\text{ Дж};$ б) $Q_1 = 40\text{ Дж}, Q_2 = 360\text{ Дж};$

в) $Q_1 = 60\text{ Дж}, Q_2 = 420\text{ Дж};$ г) $Q_1 = 80\text{ Дж}, Q_2 = 490\text{ Дж};$

д) $Q_1 = 100\text{ Дж}, Q_2 = 510\text{ Дж}.$

6. Определить величину индукции \vec{B} и величину напряжённости \vec{H} магнитного поля на оси тороида без сердечника, по обмотке которо-

го, содержащей $N = 200$ витков, идёт ток $I_1 = 5\text{А}$. внешний диаметр d_1 тороида равен 30см ,; внутренний $d_2 = 20\text{см}$.

а) $H = 1,37 \frac{\text{кА}}{\text{м}}; B_0 = 1,3\text{мТл}$; б) $H = 2,15 \frac{\text{кА}}{\text{м}}; B_0 = 1,6\text{мТл}$;

в) $H = 1,37 \frac{\text{кА}}{\text{м}}; B_0 = 1,6\text{мТл}$; г) $H = 1,37 \frac{\text{кА}}{\text{м}}; B_0 = 1,7\text{мТл}$;

д) $H = 3,16 \frac{\text{кА}}{\text{м}}; B_0 = 1,8\text{мТл}$.

7. Проволочное кольцо радиусом $r = 8\text{см}$ и сопротивлением $R = 0,1\text{Ом}$ находится в однородном магнитном поле. Плоскость кольца составляет угол $\alpha = 30^\circ$ с линиями индукции поля. Если магнитное поле выключить, то по кольцу протечёт количество электричества

$q = 10\text{мКл}$. Какова была величина индукции \vec{B} магнитного поля?

а) $B = 0,5\text{Тл}$; б) $B = 0,4\text{Тл}$; в) $B = 0,3\text{Тл}$; г) $B = 0,2\text{Тл}$; д) $B = 0,1\text{Тл}$.

8. В однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,1\text{Тл}$ с частотой $n = 10\text{об/с}$ вращается рамка, содержащая $N = 1000$ витков провода. Ось рамки перпендикулярна к направлению магнитного поля. Максимальная ЭДС индукции, возникающая в рамке, равна $\varepsilon_{\text{max}} = 94,2\text{В}$. Найдите площадь рамки S .

а) $S = 9 \cdot 10^{-3} \text{м}^2$; б) $S = 12 \cdot 10^{-3} \text{м}^2$; в) $S = 15 \cdot 10^{-3} \text{м}^2$;

г) $S = 18 \cdot 10^{-3} \text{м}^2$; д) $S = 21 \cdot 10^{-3} \text{м}^2$.

9. Ток в колебательном контуре изменяется по закон $I = -0,04 \sin 400\pi t$, А. Ёмкость конденсатора $C = 0,63\text{мкФ}$. Найдите период T колебаний, индуктивность контура L , минимальную энергию W_m магнитного поля и максимальную энергию $W_{\text{эл}}$ электрического поля.

а) $L = 1\text{Гн}, T = 5\text{мс}, W_{\text{эл}} = W_m = 0,8\text{мДж}$;

б) $L = 2,4\text{Гн}, T = 8\text{мс}, W_{\text{эл}} = W_m = 1,3\text{мДж}$;

в) $L = 4,5\text{Гн}, T = 12\text{мс}, W_{\text{эл}} = W_m = 2,8\text{мДж}$;

г) $L = 6,7\text{Гн}, T = 16\text{мс}, W_{\text{эл}} = W_m = 4,9\text{мДж}$;

д) $L = 9\text{Гн}, T = 21\text{мс}, W_{\text{эл}} = W_m = 7,4\text{мДж}$.

10. На зажимы цепи, изображённой на рис. 1, подаётся переменное напряжение с действующим значением $U = 220\text{ В}$ и частотой $\nu = 50\text{ Гц}$. Активное сопротивление цепи $R = 22\text{ Ом}$, индуктивность $L = 318\text{ Гн}$. Переменная ёмкость в цепи подбирается так, чтобы показание вольтметра, включённого параллельно индуктивности, стало максимальным. Найдите показания U_1 вольтметра и I амперметра в этих условиях. Полным сопротивлением амперметра и отвлечением тока в цепь вольтметра можно пренебречь.

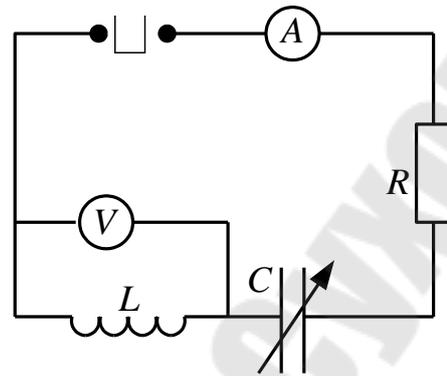


Рис. 1

- а) $U_1 = 1,3 \cdot 10^3\text{ В}, I = 15\text{ А};$ б) $U_1 = 10^3\text{ В}, I = 10\text{ А};$
 в) $U_1 = 4 \cdot 10^3\text{ В}, I = 20\text{ А};$ г) $U_1 = 6,7 \cdot 10^3\text{ В}, I = 30\text{ А};$
 д) $U_1 = 8,9 \cdot 10^3\text{ В}, I = 45\text{ А}.$

Тестовое задание №25

1. Какая из приведённых ниже формул выражает закон Фарадея – Ленца для электромагнитной индукции?

- а) $\varepsilon = \oint_L E_1 dl;$ б) $\varepsilon = I(R + r);$ в) $dB = \frac{Idl \sin \alpha}{r^2};$ г) $\varepsilon = -\frac{d\Phi}{dt}.$

2. Установите соответствие между определением физической величины и его математическим выражением.

Определение	Математическое выражение
а) линейная плотность заряда	1) $\rho = \frac{dq}{dV};$
б) поверхностная плотность заряда	2) $\lambda = \frac{dq}{dl};$
в) объёмная плотность заряда	3) $\sigma = \frac{dq}{dS}.$

3. На отрезке тонкого прямого провода длиной $l = 10\text{ см}$ равномерно распределён заряд $q = 4 \cdot 10^{-8}\text{ Кл}$. Найти величину напряжённости \vec{E}

в точке, расположенной на перпендикуляре к проводу, проведённом через один из его концов, на расстоянии $r_0 = 0,08\text{ м}$.

а) $E = 45 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}$; б) $E = 39 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}$; в) $E = 51 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}$; г) $E = 86 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}$; д) $E = 98 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}$.

4. Два тонких длинных проводника равномерно заряжены разноимёнными зарядами с линейной плотностью $|\tau| = 200 \text{ мкКл/м}$ и расположены параллельно друг другу. Расстояние между проводниками $d = 10\text{ см}$. Найти величину напряжённости \vec{E} поля в точке, удалённой от первого проводника на расстояние $r_1 = 15\text{ см}$, а от второго – на $r_2 = 16\text{ см}$?

а) $E = 26 \frac{\text{МВ}}{\text{м}}$; б) $E = 19 \frac{\text{МВ}}{\text{м}}$; в) $E = 35 \frac{\text{МВ}}{\text{м}}$;
г) $E = 14 \frac{\text{МВ}}{\text{м}}$; д) $E = 96 \frac{\text{МВ}}{\text{м}}$.

5. Вольфрамовая нить электрической лампочки при температуре $t_1 = 20^\circ\text{C}$ имеет сопротивление $R_1 = 35,8\text{ Ом}$. Какова будет температура t_2 нити лампочки, если при включении в сеть напряжением $U = 120\text{ В}$ по нити идёт ток $I = 0,33\text{ А}$? Температурный коэффициент сопротивления вольфрама $\alpha = 4,6 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$.

а) $t_2 = 1600^\circ\text{C}$; б) $t_2 = 1800^\circ\text{C}$; в) $t_2 = 1900^\circ\text{C}$;
г) $t_2 = 2000^\circ\text{C}$; д) $t_2 = 2200^\circ\text{C}$.

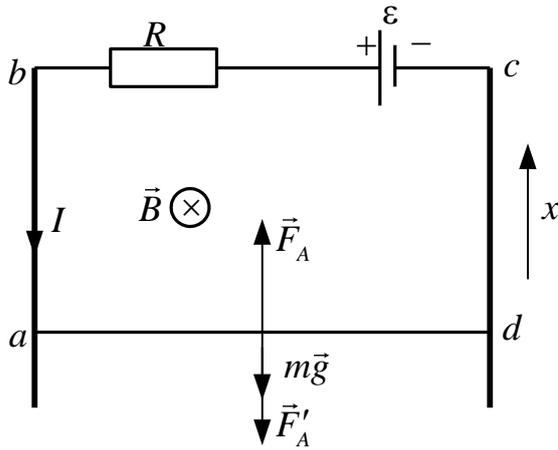
6. Чугунное кольцо имеет воздушный зазор длиной $l_0 = 5\text{ мм}$.

Длина l средней линии кольца равна 1 м . Сколько витков N содержит обмотка на кольце, если при силе тока $I = 4\text{ А}$ величина индукции магнитного поля в воздушном зазоре равна $0,5\text{ Тл}$? Рассеянием магнитного потока в воздушном зазоре можно пренебречь. Явление гистерезиса не учитывать.

а) $N = 465$; б) $N = 565$; в) $N = 685$; г) $N = 790$; д) $N = 875$.

7. В магнитном поле Земли находится виток проволоки радиусом $r = 20\text{ см}$ и сопротивлением 2 Ом . Если виток повернуть с одной стороны на другую, то по проволоке протечёт заряд q . Какое количество электричества q протечёт по витку, если виток первоначально расположен горизонтально, а величина вертикальной составляющей индукции \vec{B} магнитного поля Земли равна 50 мкТл ?

а) $q = 4,21 \text{ мкКл}$; б) $q = 6,28 \text{ мкКл}$; в) $q = 8,68 \text{ мкКл}$; г) $q = 14,54 \text{ мкКл}$;
д) $q = 24,98 \text{ мкКл}$.



8. В однородном горизонтальном магнитном поле с магнитной индукцией $B = 0,5 \text{ Тл}$ по вертикально расположенным рельсам, замкнутым через последовательно соединённые резистор сопротивлением $R = 50 \text{ Ом}$ и источник ЭДС $\epsilon = 12 \text{ В}$ (см. рисунок), свободно скользит без нарушения контакта проводник длиной $l = 1 \text{ м}$ и массой $m = 100 \text{ г}$. Найдите величину скорости. Сопротивлением рельсов, проводника и внутренним сопротивлением источника пренебречь.

- а) $v = 4,4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$; б) $v = 6,2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$; в) $v = 8,9 \frac{\text{м}}{\text{с}}$; г) $v = 12,8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$; д) $v = 14,5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

9. Разность потенциалов на обкладках конденсатора в колебательном контуре изменяется по закону $U = 25 \cos 10^4 \pi t, \text{ В}$. Индуктивность катушки $L = 10,13 \text{ мГн}$. Найдите период T колебаний, ёмкость C конденсатора, закон изменения со временем тока I в цепи и длину волны λ , соответствующую этому контуру.

- а) $T = 0,1 \text{ мс}, C = 0,1 \text{ мкФ}, I(t) = -48,5 \cdot 10^{-3} \sin 10^4 \pi t, \text{ А}, \lambda = 60 \text{ км};$
 б) $T = 0,2 \text{ мс}, C = 0,2 \text{ мкФ}, I(t) = -28,5 \cdot 10^{-3} \sin 10^4 \pi t, \text{ А}, \lambda = 40 \text{ км};$
 в) $T = 0,2 \text{ мс}, C = 0,1 \text{ мкФ}, I(t) = -78,5 \cdot 10^{-3} \sin 10^4 \pi t, \text{ А}, \lambda = 60 \text{ км};$
 г) $T = 0,5 \text{ мс}, C = 0,1 \text{ мкФ}, I(t) = -78,5 \cdot 10^{-3} \sin 10^4 \pi t, \text{ А}, \lambda = 50 \text{ км};$
 д) $T = 0,4 \text{ мс}, C = 0,4 \text{ мкФ}, I(t) = -48,2 \cdot 10^{-3} \sin 10^4 \pi t, \text{ А}, \lambda = 50 \text{ км}.$

10. Колебательный контур состоит из конденсатора ёмкостью $C = 0,2 \text{ мкФ}$, катушки с индуктивностью $L = 5,07 \text{ мГн}$ и сопротивления $R = 11,1 \text{ Ом}$. Во сколько раз уменьшится разность потенциалов на обкладках конденсатора за два периода колебаний?

- а) $n = 0,42$; б) $n = 1,2$; в) $n = 1,55$; г) $n = 2,68$; д) $n = 3,75$.

Приложение

1. Основные физические постоянные:

скорость света в вакууме – $c = 3,00 \cdot 10^8$ м/с

ускорение свободного падения – $g = 9.81$ м/с²

гравитационная постоянная – $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$ Нм²/кг²

постоянная Авогадро – $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$ моль⁻¹

газовая постоянная – $R = 8.31$ Дж/моль·К

постоянная Больцмана – $k = 1,38 \cdot 10^{-23}$ Дж/К

элементарный заряд – $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл;

масса протона – $m_p = 1.6 \cdot 10^{-27}$ кг;

масса электрона – $m_e = 9,11 \cdot 10^{-31}$ кг;

удельный заряд электрона – $e/m = 1,76 \cdot 10^{11}$ Кл/кг;

электрическая постоянная – $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м;

магнитная постоянная – $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м;

постоянная Ридберга – $R = 1,10 \cdot 10^7$ м⁻¹

скорость света в вакууме – $c = 3,00 \cdot 10^8$ м/с

число Авогадро – $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$ моль⁻¹

заряд электрона – $e = 1,60 \cdot 10^{-19}$ Кл

постоянная Планка – $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ Дж·с

постоянная Стефана–Больцмана – $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8}$ Вт/(м²·К⁴)

постоянная в законе Вина – $b = 2,89 \cdot 10^{-3}$ м·К

радиус первой борховской орбиты – $a_0 = 5,29 \cdot 10^{-11}$ м

атомная единица массы – $1\text{a.e.m.} = 1,660 \cdot 10^{-27}$ кг

2. Диэлектрическая проницаемость

Вода – 81;

Парафин – 2,0;

Слюда – 6,0;

Стекло – 7,0;

Фарфор – 5,0;

Масло трансформаторное – 2,2;

Эбонит – 6,0.

3. Работа выхода электронов из металла

ЛИТЕРАТУРА

Основная литература

1. Савельев И.В. Курс физики. Т. 2. – М.: Наука, 1989.
2. Детлаф А. А., Яворский М. Б. Курс физики. – М.: Высш. шк., 1989. – 608с.
3. Трофимова Т. И. Курс физики. – М.: Высш. шк., 1990. – 478 с.
4. Трофимова Т. И. Сборник задач по курсу физики для вузов. – М., 2003. – 303 с.
5. Чертов А. Г., Воробьёв А. А. Задачник по физике. – М.: Высш. шк., 1988. – 526 с.
6. Волькенштейн В. С. Сборник задач по общему курсу физики. – Наука, 1988. – 381 с.

Дополнительная литература

7. Калашников С. Г. Электричество. – М.: Наука, 1977. – 668 с.
8. Савельев И.В. Сборник задач и вопросов по общей физике. – М.: Наука, 1988. – 288 с.
9. Яворский Б. М., Детлаф А. А. Справочник по физике. – М.: Наука, 1990. – 624 с.
10. Кухлинг Х. Справочник по физике. – М.: Мир, 1985. – 520 с.

Методические указания и пособия

11. Физика. Электричество и магнетизм: Пособие для студентов техн. специальностей днев. формы обучения/ П. А. Хило. А. И. Кравченко. – Гомель: ГГТУ им. П. О. Сухого. 2019. – 265 с.
12. 3981 Электричество и магнетизм: практикум по курсу «Физика» для студентов всех специальностей дневной формы обучения: в 3ч. Ч. 2/ А.И. Кравченко, П.Д. Петрашенко, П.А. Хило. – Гомель: ГГТУ им. П.О. Сухого, 2010. – 68с.

Содержание

Предисловие.....	3
Электричество и магнетизм.....	4
Электростатика. Основные понятия и формулы.....	4
Законы постоянного тока. Основные понятия и формулы.....	10
Магнитное поле. Основные понятия и формулы	14
Электромагнитная индукция. Основные понятия и формулы.....	16
Электромагнитные колебания. Основные понятия и формулы.....	17
Тестовое задание №1	20
Тестовое задание №2.....	22
Тестовое задание №3.....	24
Тестовое задание №4.....	26
Тестовое задание №5.....	28
Тестовое задание №6.....	29
Тестовое задание №7.....	31
Тестовое задание №8.....	34
Тестовое задание №9.....	35
Тестовое задание №10.....	37
Тестовое задание №11.....	39
Тестовое задание №12.....	41
Тестовое задание №13.....	44
Тестовое задание №14.....	46
Тестовое задание №15.....	48
Тестовое задание №16.....	50
Тестовое задание №17.....	52
Тестовое задание №18.....	54
Тестовое задание №19.....	57
Тестовое задание №20.....	59
Тестовое задание №21.....	61
Тестовое задание №22.....	63
Тестовое задание №23.....	66
Тестовое задание №24.....	68
Тестовое задание №25	71
Приложение.....	74
Литература.....	75
Содержание.....	76

**ФИЗИКА.
ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ**

**ПРАКТИКУМ
по выполнению тестовых заданий
для студентов технических специальностей
заочной формы обучения**

Составители: **Хило Петр Анатольевич
Кравченко Александр Ильич**

Подписано к размещению в электронную библиотеку
ГГТУ им. П. О. Сухого в качестве электронного
учебно-методического документа 24.02.20.

Рег. № 38Е.

<http://www.gstu.by>