**ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ПО ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ**

**Вариант 9**

1) Покажите направление вектора напряженности электрического поля, создаваемого двумя точечными одинаковыми по модулю отрицательными зарядами в точке *А*, равноудаленной от зарядов на расстоянии *r*, и запишите выражение модуля вектора напряженности поля в этой точке.

###### А

+*q*

-*q*

2) Запишите теорему Остроградского-Гаусса для электростатического поля в вакууме. На рисунке изображены заряды, создающие электрическое поле, и сечения замкнутых поверхностей. На каких рисунках поток вектора напряженности через замкнутые поверхности *S* отличен от нуля и почему?

###### *S*

+*q*

+*q*

+*q*

-*q*

-*q*

+*q*

###### *S*

-*q*

+*q*

***S***

###### *S*

+*q*

+*q*

-*q*

-*q*

+*q*

1) 2) 3) 4)

3) Запишите закон Ома для однородного участка цепи и поясните, что произойдет с плотностью тока в проводнике, если уменьшить длину и проводника вдвое, не изменяя поперечного сечения проводника и приложенной к нему разности потенциалов.

4) Запишите закон Джоуля-Ленца в дифференциальной форме. Поясните, как изменится удельная тепловая мощность тока, если при неизменной напряженности электрического поля в проводнике плотность тока уменьшится в два раза.

5) Закон Био-Савара-Лапласа. На рисунке изображены два прямолинейных длинных параллельных проводника, расположенных перпендикулярно друг другу, причем *I1=I2*. Покажите направление индукции http://www.fepo.ru/pic/269_18482/B19408995B42D8E22E3C6313043DC702.png результирующего магнитного поля в точке *С* и запишите выражение модуля вектора магнитной индукции в этой точке.

***C***

*a*

*I1*

*I2*

*a*

6) Запишите выражение для объемной плотности энергии магнитного поля. Поясните, как изменится объемная плотность энергии, если в два раза увеличить напряженность магнитного поля.

7) В чем заключается физический смысл коэффициента затухания и логарифмического коэффициента затухания? Поясните, как изменится время релаксации, если уменьшить коэффициент сопротивления среды в 2 раза.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ СТУДЕНТОВ ПО КУРСУ ФИЗИКИ**

Целью практических занятий является закрепление теоретического материала курса, а решение задач контрольных работ является проверкой степени усвоения теоретического материала.

На практических занятиях рассматриваются примеры решения типовых задач, и примеры выполнения тестовых заданий по темам занятий, представленным в таблице 1. Результатом обучения на практических занятиях является выполнение домашнего задания (в конце методических указаний) и контрольной работы (номер варианта соответствует последней цифре в зачетной книжке).

**Темы практических занятий по разделу «Электродинамика» (2 семестр)**

Таблица 1

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № занятия | Тема занятия | Основные вопросы по теме занятий | № задачи в контрольной работе |
| 1 | Электростатическое поле и его характеристики | 1. Напряженность и потенциал поля  2. Принцип суперпозиции  3. Связь напряженности и потенциала.  4. Расчет электрических полей системы точечных зарядов  5. Электрические поля протяженных заряженных тел: бесконечной плоскости, нити, поле шара и сферы | 1 |
| 2 | Теорема Остроградского-Гаусса для электроста-тического поля в вакууме.  Проводники в электростатическом поле. Энергия электрического поля | 1. Теорема Остроградского-Гаусса  2. Применение теоремы Остроградского-Гаусса к расчету электростатических полей в вакууме: бесконечной плоскости, нити, шара и сферы.  3. Электрическая емкость уединенного проводника. Конденсаторы  4. Энергия заряженных проводников и электростатического поля | 2,3 |
| 3 | Постоянный электрический ток | 1. Характеристики тока  2. Законы Ома  3. Работа и мощность тока. Закон Джоуля-Ленца  4. Правила Кирхгофа | 4,5 |
| 4 | Расчет характеристик магнитных полей | 1. Характеристики магнитных полей. Напряженность и магнитная индукция  2. Принцип суперпозиции.  3. Магнитные поля проводников с током и движущихся зарядов | 6 |
| 5 | Электромагнитная индукция. Электромагнитные колебания и волны | 1. Закон Фарадея  2. Правило Ленца  3. Самоиндукция  4. Индуктивность  5. Энергия магнитного поля  6. Гармонические колебания. Уравнение колебаний. Параметры колебаний  7. Затухающие колебания. Уравнение колебаний. Параметры колебаний  8. Характеристики затухающих колебаний: коэффициент затухания, время релаксации, логарифмический декремент затухания, добротность | 7,8 |

**ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ№1**

**«ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОЕ ПОЛЕ И ЕГО ХАРАКТЕРИСТИКИ»**

**1. Примеры решения задач**

|  |  |
| --- | --- |
| **Задача 1.** Электрическое поле создано точечными зарядами, расположенными так, как показано на рисунке. Заряды равны по модулю. Определить величину и направление напряженности электрического поля в точке *А* | *а*  *а*  *а*  *а*  А  *q*3  *q*2  *q*1  •  ⊕  ⊕  − |
| Дано:  *а\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_*  *ЕА* - ? - ?  **Решение.**  Согласно принципу суперпозиции каждый заряд создает поле независимо от присутствия в пространстве других зарядов, поэтому напряженность поля в точке *А* равна: | *х*  ⊕  ⊕  *а*  *а*  *а*  *а*  А  *q*3  *q*2  *q*1  •        − |

****

Напряженность поля точечного заряда с учетом условия задачи определяется формулой

, .

Векторы  и направлены по силовой линии от зарядов, так как заряды *q*1 и *q*3 положительные, а вектор  направлен также по силовой линии, но к заряду *q*2 , так как этот заряд отрицательный.

Модуль вектора  найдем, спроектировав принцип суперпозиции на ось *0х:*

**,**

где , .

Так как проекция вектора напряженности в точке *ЕА* > 0, то вектор ориентирован вдоль оси *0х*.

**2. Примеры выполнения тестовых заданий**

**Задание 1.** Электрическое поле создается двумя точечными зарядами *q* и −*2q*, расположенными на расстоянии *r* друг от друга. Потенциал поля в точке, находящейся в центре между зарядами равен …

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1) 2*q*/(4*πε*0*r*) | 2) *−q*/(4*πε*0*r*) | 3) *q/*(4*πε*0*r*) | 4) −2*q*/(4*πε*0*r*) | 5) 0 |

**Выполнение задания.** Согласно принципу суперпозиции для потенциала

*ϕ* = *ϕ*1 + *ϕ*2

Потенциал поля точечного заряда с учетом условия задания определяется формулой

****, ****

(знак потенциала определяется знаком заряда, создающего поле).

Тогда

.

Если учесть, что , то .

Ответ: 4) −2*q*/(4*πε*0*r*)

**ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №2**

**«Теорема Остроградского-Гаусса для электростатического поля в вакууме. Проводники в электростатическом поле. Энергия электрического поля»**

**1. Примеры решения задач**

|  |  |
| --- | --- |
| **Задача 1**. На двух концентрических сферах радиусами *R1 = R* и *R2* = 1,5*R* равномерно распределены заряды с поверхностными плотностями *σ1* = 80 нКл/м2 и *σ2* = -20 нКл/м2. Используя теорему Остроградского–Гаусса, определить величину и направление напряженности *Е* электрического поля в точке, удаленной от центра на расстояние *r =* 1,5*R*. Построить график зави­симости напряженности электрического поля от координаты *Е(r)* для трех областей: I, II и III. | *R*  1,5*R*  σ*1*  σ*2*  *I*  *I I*  *I I*  *I I I* |
| **Дано:**  *σ1* = 80 нКл/м2=8·10-8 Кл/м2  *σ2* = -20 нКл/м2 = -2·10-8 Кл/м2  *R1 = R, R2* = 1,5*R, r =* 1,5*R*  *------------------------------*  *Е(r)* - ? *Еr* - ?  **Решение.**  1. Для определения напряженности поля в 1 области воспользуемся теоремой Остроградского-Гаусса  **,**  где  **-** поток вектора напряженности электрического полясквозь любую замкнутую поверхность;  - суммарный заряд, находящийся внутри замкнутой поверхности;  *ε0*– электрическая постоянная. | *R*  1,5*R*  *r1*  *r2*  *r3* |

В качестве замкнутой поверхности выберем сферу радиусом *r1*    
(0 < *r1* < R). Внутри этой поверхности суммарный заряд *q1*= 0, следовательно, и напряженность поля в области 1 *Е1* = 0.

2. Во II области выберем сферу радиусом *r2*    
(*R* ≤ *r2* < 1,5*R*). В этом случае замкнутая поверхность охватывает заряд , распределенный по сфере радиусом *R*. Теорема Остроградского-Гаусса будет иметь вид

**.**

Из соображений симметрии *Е =* const, тогда получим



или

.

3. В III области выберем сферу радиусом *r3*    
(*r3 ≥* 1,5R). В этом случае замкнутая поверхность охватывает заряд , распределенный по двум сферам радиусами *R* и 1,5*R*. Тогда

|  |  |
| --- | --- |
| или  . | II  *R2*  *R1*  *r*  *Е*  I  III |

Величина напряженности *Е* электрического поля в точке, удаленной от центра на расстояние *r =* 1,5*R*, равна

(В/м).

**Задача 2.** Батарея состоит из двух последовательно соединенных, заряженных и отключенных от источника напряжения плоских воздушных одинаковых конденсаторов и обладает энергией *W*1. Чему будет равна энергия батареи *W*2 после заполнения одного из конденсаторов диэлектриком с диэлектрической проницаемостью *ε* = 2?

*C*

*C*

*C*

### *C′*

|  |  |
| --- | --- |
| **Дано:**  *W*1  *ε* = 2  ---------------  *W*2 -? | 1)  2) |

**Решение.**

При отключении батареи конденсаторов от источника напряжения на пластинах сохраняется неизменным заряд (*q=const*). В этом случае энергия батареи конденсаторов определяется по формуле

В 1 случае , где .

Тогда .

Во 2 случае , где .

Емкость плоского конденсатора , заполненного диэлектриком, больше емкости воздушного конденсатора в *ε* раз то есть *С′* = *εС*, тогда

,

и



Сравнив энергию батареи в 1 и 2 случаях, получим

 =  .

**2. Примеры выполнения тестовых заданий**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Задание 1.** Электрический заряд *q* распределен равномерно внутри сферы радиуса *R1*. Радиус сферы увеличили до *R2 = 2R1*, и заряд равномерно распределился по новому объему. Поток вектора напряженности электрического поля сквозь сферическую поверхность радиуса *R1*… | | | | http://www.fepo.ru/pic/579_46080/A3FC17A96D0F749D34D914D4ACC29EAE.jpg |
| 1) | уменьшился в 4 раза | 2) | уменьшился в 2 раза | |
| 3) | не изменился | 4) | уменьшился в 8 раз | |

**Выполнение задания.** При увеличении радиуса сферы заряд *q* равномерно распределился по новому объему сферы радиуса *R2*. Из понятия объемной плотности заряда определим заряды *q* и *q1* , находящиеся внутри сфер радиуса *R2* и *R1*  соответственно:

,

.

Решая совместно эти два уравнения, выразим заряд *q1* через *q*

.

Согласно теореме Остроградского-Гаусса поток вектора напряженности *Ф* электростатического поля в вакууме сквозь любую замкнутую поверхность прямо пропорционален сумме зарядов Σ*qi*, находящихся внутри этой поверхности

.

Так как заряд *q1* меньше заряда *q* в 8 раз, то и поток вектора напряженности электрического поля сквозь сферическую поверхность радиуса *R1* уменьшился в 8 раз

Ответ: 4) уменьшился в 8 раз

**ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №3**

**«Постоянный электрический ток»**

**1. Примеры решения задач**

**Задача 1.** Батарея состоит из двух последовательно соединенных одинаковых гальванических элементов. При замыкании батареи на сопротивление 5 *Ом* в цепи протекает ток 5 *А*, а при замыкании на сопротивление 2 *Ом* протекает ток 8 *А*. Определите ЭДС одного гальванического элемента

**Дано:**

*n* = 2, *R*1 = 5 *Ом*, *I*1 = 5 *A*, *R*2 = 2 *Ом*, *I*2 = 8 *A*; ε = ?

**Решение.**

Сила тока в цепи, содержащей *п* последовательно соединенных одинаковых гальванических элементов, согласно для двух случаев равна





Решая совместно эти уравнения, определим внутреннее сопротивление и ЭДС одного гальванического элемента

 ,

 .

Вычисления:  (Ом),  (В).

**Задача 2.** Аккумулятор с ЭДС 12 В подключен к нагрузке, сопротивление которой в 10 раз больше его внутреннего сопротивления. Если полная мощность, выделяющаяся в цепи 36 Вт, то чему равен ток короткого замыкания?

|  |  |
| --- | --- |
| ***Дано:***  *ε* = 12 В  *R* = 10 *r*  *Р* = 36 Вт  *Iк.з.* = ? | **Решение.**  Сила тока короткого замыкания равна  .  Внутреннее сопротивление источника тока определим из закона Ома для полной электрической цепи *ε = I*(*R* + *r*) или с учетом условия задачи |

*ε = I*(10*r* + *r*) = 11*Ir*.

Отсюда 

Полная мощность, выделяющаяся в цепи,

*Р = Iε*.

Решая совместно эти уравнения, получим

 .

Вычисления:  (А).

**2. Примеры выполнения тестовых заданий**

|  |  |
| --- | --- |
| **Задание 1.** На рисунке показана зависимость силы тока *I* в электрической цепи от времени *t*. В интервале времени от *t1* =5 с до *t2* = 20 с через поперечное сечение проводника переносится заряд *q*, равный… Кл. | *t,с*  *I А*  *2*  *4*  *5*  *10 15 20* |

**Выполнение задания.** Сила тока *I* – это скалярная физическая величина, численно равная заряду *dq*, переносимому через поперечное сечение проводника за единицу времени

,

где *dt* – промежуток времени.

Тогда , а это есть площадь под кривой зависимости силы тока *I* в электрической цепи от времени *t.*

В интервале времени от *t1* =5 с до *t2* = 20 с – это трапеция, площадь которой равна

(Кл).

Ответ: 45

**Задание 2.** По медному проводу диаметром *d =* 4 мм течет слабый ток *I* = 3,14 мкА. Плотность тока *j* равна ... А/м2.

**Выполнение задания.** Плотность тока определяется формулой

,

где  – площадь поперечного сечения проводника.

Следовательно, .

Вычисления произведем в системе СИ: А/м2.

Ответ: 0,25

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Задание 3.** На рисунке представлена зависимость плотности тока *j,* протекающего в проводниках 1 и 2, от напряженности электрического поля *Е.* Отношение удельных проводимостей этих проводников γ1/γ2 равно … | | | http://www.fepo.ru/pic/269_18481/8108C2FFF5567CD17FCC21481C37263B.png | |
| 1) 1/4 | 2) 1/2 | 3) 2 | | 4) 4 |

**Выполнение задания.** Согласнозакону Ома в дифференциальной форме

.

Из графика зависимости *j = f(E)* видно, что ,

где *α* – угол наклона графика к оси абсцисс (*Е*).

Следовательно, чем больше удельная проводимость, тем больше угол наклона, а значит *γ1* > *γ2*.

По значениям плотности тока и напряженности электрического поля определяем отношение удельных проводимостей

.

Ответ: 2) 2

**Задание 4.** Второе правило Кирхгофа для контура *аbcd* определяется выражением …

*d*

*c*

*b*

*a*

*I3*

*I2*

*I1*

*R3*

*R2*

*R1*

*ε2*

*ε1*



|  |  |
| --- | --- |
| 1) | 2) |
| 3) | 4) |

**Выполнение задания.** Согласно второму правилу Кирхгофа алгебраическая сумма падений напряжений на отдельных участках контура равна алгебраической сумме ЭДС в контуре

.

|  |  |
| --- | --- |
| Для применения второго правила Кирхгофа выберем направление обхода контура по часовой стрелке (рис.).  Положительными считаются токи, направления которых совпадают с направлением обхода контура.  ЭДС источников тока считаются положительными, если они создают токи, направления которых совпадают с направлением обхода контура. | –  –  +  +  *d*  *c*  *b*  *a*  *I3*  *I2*  *I1*  *R3*  *R2*  *R1*  *ε2*  *ε1* |

Ток *I1* на участке *bc* совпадает с направлением обхода контура, а *I2* на участке *cd* направлен против обхода контура, значит *I1* > 0, а  *I2* < 0.

За направление тока принимается движение положительных зарядов. Первый источник тока создает ток, совпадающий с направлением обхода контура, а второй источник – противоположно направленный обходу контура, значит *ε1* > 0, а *ε2* < 0.

С учетом правила знаков второе правило Кирхгофа для контура *аbcd* имеет вид

.

Ответ: 1) 

**ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 4**

**«Расчет характеристик магнитных полей**»

**1. Примеры решения задач**

**2. Примеры выполнения тестовых заданий**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Задание 1.** По двум прямолинейным бесконечно длинным проводникам течет ток:  *I1* = 1 А, *I2* = 2 А. Второй проводник создает в точке *А* магнитное поле, индукция которого равна *В2* = 0,06 Тл. Магнитная индукция результирующего поля в этой точке равна … Тл.   |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | 1) | 0, 06 | 2) | 0 | | 3) | 0,12 | 4) | 0,18 | | *I1*  *I2*  *a*  *a*  *A* |

**Выполнение задания.** Согласно принципу суперпозиции магнитная индукция результирующего поля в точке *А* равна

.

Магнитная индукция в точке *А* поля, созданного каждым проводником, направлена перпендикулярно к плоскости чертежаза чертеж в соответствии с правилом буравчика и определяется формулой

 .

С учетом условия задания

; .

Следовательно, модуль вектора результирующей индукции поля в точке *А* равен

(Тл).

Ответ: 3) 0,12

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Задание 2.** Два одинаковых по модулю и противоположных по знаку заряда движутся параллельно друг другу. Вектор магнитной составляющей силы, действующей на второй заряд, имеет направление …   |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | 1) | 1 | 2) | 2 | | 3) | 3 | 4) | 4 | | −  **⊕**  1  2  3  4      *r*  *q*1  *q*2 |

**Выполнение задания.** Упорядоченное движение электрических зарядов приводит к возникновению электрического тока, направление которого совпадает с направлением движения положительных зарядов. Следовательно, при движении заряда *q*1 ток направлен вверх вдоль вектора скорости .

Движущиеся заряды создают магнитное поле, магнитная индукция которого  в месте, где расположен заряд *q*2, направлена перпендикулярно к плоскости чертежаза чертеж в соответствии с правилом буравчика.

На заряд *q*2 , движущийся со скоростью  в магнитном поле , действует сила Лоренца, определяемая по формуле

.

Вектор силы , действующей на положительно заряженную частицу, направлен перпендикулярно к плоскости, образованной векторами  и  так, что из конца вектора  вращение по кратчайшему расстоянию от направления вектора  к направлению вектора  видно происходящим против часовой стрелки (Рис. 1). Так как заряд *q*2 < 0, то направление силы будет противоположным, то есть сила будет направлена вправо (Рис. 2).

|  |  |
| --- | --- |
| **⊕**        Рис. 1 | −  Рис. 2 |

Ответ: 3)

**ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 5**

«**Электромагнитная индукция. Электромагнитные колебания и волны**»

**1. Примеры решения задач**

**Задача 1.** Плоскость кругового проволочного витка, площадь которого 100 *см*2, перпендикулярна линиям индукции однородного магнитного поля. Если индукция магнитного поля изменяется с течением времени так, как показано на графике, то чему равно максимальное по модулю значение ЭДС индукции, возникшей в витке?

*t*, *c*

*B*, *Тл*

1,2

0,8

0,4

1

2

3

4

5

**Дано:**

; 

**Решение.**

Согласно закону электромагнитной индукции ЭДС индукции равна

, то есть ,

где .

Из анализа графика  видно, что максимальное значение  будет в интервале времени [4 – 5] *с*, следовательно, и модуль ЭДС индукции будет иметь максимальное значение в этом же интервале времени. С учетом данных, взятых из графика и условия задачи, определим ЭДС индукции в интервале времени [4 – 5] *с*:

(В) = 12 мВ.

**Задача 2.** В электрическом колебательном контуре емкость конденсатора равна 10 мкФ, а индуктивность катушки 100 мГн. Если для свободных незатухающих колебаний в контуре амплитуда силы тока составляет 100 мА, то чему равна при этом амплитуда напряжения на конденсаторе?

**Дано:**

; ; ; 

**Решение**.

Сила тока в контуре меняется по закону синуса

,

а амплитудное значение силы тока

.

Емкость конденсатора равна



Циклическая частота колебаний в контуре



Решая совместно эти уравнения, получим

(В).

**Задача 3.** Изменение заряда конденсатора в идеальном колебательном контуре происходит по закону  (Кл). Чему равна максимальная энергия магнитного поля в контуре при емкости конденсатора, равной 1 мкФ?

**Дано:**

; *С* = 1 мкФ; *W*max - ?

**Решение.**

В идеальном колебательном контуре происходит превращение энергии электрического поля конденсатора *Wэл* в энергию магнитного поля катушки *Wмаг*. Полная энергия колебательного контура остается постоянной и равной максимальной энергии электрического поля или максимальной энергии магнитного поля

.

По закону изменения заряда определяем амплитудное значение заряда *qmax* = 10-4 Кл и рассчитываем максимальное значение энергии электрического поля, равное максимальной энергии магнитного поля

(Дж) = 5 мДж.

**2. Примеры выполнения тестовых заданий**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Задание 1.** Проводник, согнутый в виде кольца, помещен в однородное магнитное поле так, как показано на рисунке. Индукция поля возрастает со временем. При этом индукционный ток в проводнике … | | | |  |
| 1) | направлен по часовой стрелке | 2) | направлен против часовой стрелки | |
| 3) | не возникает | 4) | имеет направление, зависящее от сопротивления проводника | |

|  |  |
| --- | --- |
| **Выполнение задания.** При изменении магнитного поля  согласно закону электромагнитной индукции   ,  в замкнутом проводнике возникает индукционный ток. По правилу Ленца индукционный ток имеет такое направление, |  |

что созданное им магнитное поле противодействует изменению магнитного потока *Ф*, вызвавшего этот ток.

Согласно условию задания индукция магнитного поля возрастает со временем, то есть . Следовательно, возникающий индукционный ток *Ii* создает магнитное поле, индукция которого  направлена противоположно . Определив направление вектора индукции  магнитного поля индукционного тока, по правилу буравчика находим направление и самого индукционного тока: индукционный ток направлен против часовой стрелки.

Ответ: 2) направлен против часовой стрелки

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Задание 2.** На рисунке представлен график зависимости силы тока в катушке индуктивности *L* = 1 мГн от времени. Модуль ЭДС самоиндукции, возникающей в катушке, за все указанное на графике время при­нимает максимальное значение, равное … мВ. | |  | | |
| 1) 3 | 2) 1 | | 3) 5 | 4) 0,5 |

**Выполнение задания.** ЭДС самоиндукции, возникающей в катушке, определяется выражением

**,**

то есть, **** пропорциональна модулю скорости изменения силы тока

**.**

Из анализа графика *I = f(t)* видно, что максимальное значение **** будет в интервале ****с, следовательно, и модуль ЭДС самоиндукции будет иметь максимальное значение в этом же интервале времени. С учетом данных, взятых из графика и условия задания, определим ЭДС самоиндукции в интервале времени ****с:



Ответ: 3) 5

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Задание 3.** По параллельным металлическим проводникам, расположенным в однородном магнитном поле, перемещается перемычка со скоростью *υ = аt* (*а = const, а* > 0). Зависимость индукционного тока от времени соответствует графику … | | | *•*    *R*  *•*  *•*  *•*  *•*  *•*  *•*  *•*  *•*  *•*  *•*  *•* | |
| *I*  *t*  1) | *I*  *t*    2) | *I*  *t*  3) | | *I*  *t*  4) | |

**Выполнение задания.** При движении перемычки длиной *l*, пересекающей линии индукции магнитного поля , возникает ЭДС электромагнитной индукции, объясняемая действием силы Лоренца на носители тока, и равная

.

В проводящем контуре появляется индукционный ток, сила тока которого определяется по закону Ома. С учетом условия задачи индукционный ток определяется выражением

 .

Следовательно, с увеличением времени движения перемычки, сила тока уменьшается по линейному закону.

Ответ: 3)

**Задание 4.** При увеличении индуктивности электрического колебательного контура в 3 раза время релаксации … раз(а).

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 1) | уменьшится в 3 | 2) | уменьшится в 6 |
| 3) | увеличится в 6 | 4) | увеличится в 3 |

**Выполнение задания.** Время релаксации*τ*, т. е. промежуток времени,в течение которого амплитуда затухающих колебаний уменьшается в *е* раз, обратно пропорционально коэффициенту затухания *β*

.

Коэффициент затухания колебательного контура равен

,

где *R* – активное сопротивление контура;

*L* – индуктивность контура.

Следовательно, время релаксации прямо пропорционально индуктивности контура, поэтому при увеличении индуктивности контура в 3 раза время релаксации также увеличится в 3 раза.

Ответ: 4) увеличится в 3

**Задание 5.** На рисунке представлена зависимость относительной амплитуды вынужденных колебаний напряжения на конденсаторе емкостью 1 нФ, включенном в идеальный колебательный контур, от частоты внешней ЭДС. При малом затухании индуктивность катушки этого контура равна … мГн.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1) | 1 | 2) | 0,1 | 3) | 100 | 4) | 10 |

*U/U0*

106*· ω*, рад/с

0

0,5

1

1,5

0,5

1

**Выполнение задания.** При малом затухании резонансная частота равна собственной частоте колебательного контура .

Отсюда индуктивность катушки равна .

Определяем по графику резонансную частоту, как соответствующую максимуму относительной амплитуды вынужденных колебаний напряжения на конденсаторе, *ω* = 106 рад/с.

Вычислим: (Гн) = 1 мГн.

Ответ: 1) 1

|  |  |
| --- | --- |
| **Задание 6.** На рисунке представлена мгновенная фотография электрической составляющей электромагнитной волны, переходящей из среды 1 в среду 2 перпендикулярно границе раздела *АВ*.  Относительный показатель преломления среды **2** относительно среды **1** равен … | http://www.fepo.ru/pic/756_63408/68052960FC9B441BFCEE41E531333E03.jpg |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1) | 1,5 | 2) | 1 | 3) | 0,67 | 4) | 1,75 |

**Выполнение задания.** Припереходеиз среды 1 в среду 2происходит уменьшение длины волны (см. рис. в задании). По рисунку определим длины волн

*λ1* = 0,375·2 = 0,75 мкм; *λ2* = 0,25·2 = 0,50 мкм.

Длина волны в 1 и 2 средах определяется по формуле

; ,

где *υ1*, *υ2* – скорость распространения волны соответственно в 1 и 2 средах;

*ν* – частота колебаний.

Используя определение абсолютного показателя преломления среды

; , получим .

Ответ: 1) 1,5