**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  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 поля2. Принцип суперпозиции3. Связь напряженности и потенциала.4. Расчет электрических полей системы точечных зарядов5. 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-Гаусса2. Применение теоремы Остроградского-Гаусса к расчету электростатических полей в вакууме: бесконечной плоскости, нити, шара и сферы.3. Электрическая емкость уединенного проводника. Конденсаторы4. Энергия заряженных проводников и электростатического поля | 2,3 |
| 3 | Постоянный электрический ток | 1. Характеристики тока2. Законы Ома3. Работа и мощность тока. Закон Джоуля-Ленца4. Правила Кирхгофа | 4,5 |
| 4 | Расчет характеристик магнитных полей | 1. Характеристики магнитных полей. Напряженность и магнитная индукция2. Принцип суперпозиции.3. Магнитные поля проводников с током и движущихся зарядов | 6 |
| 5 | Электромагнитная индукция. Электромагнитные колебания и волны | 1. Закон Фарадея2. Правило Ленца3. Самоиндукция4. Индуктивность5. Энергия магнитного поля6. Гармонические колебания. Уравнение колебаний. Параметры колебаний7. Затухающие колебания. Уравнение колебаний. Параметры колебаний8. 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*IIII |

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 |

 |  −**⊕**1234*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