

## **Контрольные вопросы к лабораторным работам по физике.**

**Лаборатории 9-426 и 9-428.**

Ответы на данные контрольные вопросы можно найти, изучив описания процессов, происходящих в данных лабораторных работах и изложенные по адресу:

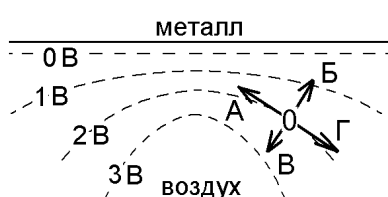
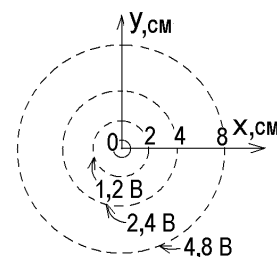
<http://physics.tsu.tula.ru/>

раздел 4.12. Физика. Электромагнетизм. Руководство к проведению самостоятельной работы студентов (Колмаков Ю.Н., Кажарская С.Е.) стр. 68-108.

**Защита работ удваивает количество баллов текущей аттестации, полученное студентом за выполнение лабораторных работ.**

## Контрольные вопросы к лабораторной работе № 21. Исследование электрического поля проводника с током

1. Какие поля называются потенциальными? Почему потенциально электростатическое поле и как записать условие его потенциальности?
2. Каков физический смысл потенциала? Разности потенциалов?
3. Как определяется и какой физический смысл имеет вектор напряженности  $\vec{E}$  электростатического поля? Как он связан с потенциалом?
4. Как вычислить градиент потенциала, его направление и его величину?
5. Найдите величину и направление вектора  $\vec{E}$  в точке на плоскости  $xu$ , в которой потенциал имеет выражение  $\phi = Ax^n y^m$ , где  $A, n, m$  – целые числа (по указанию преподавателя).
6. Что такое эквипотенциальные поверхности? Какова взаимная ориентация плотности тока  $\vec{j}$ , текущего по электролиту, вектора  $\vec{E}$  и таких поверхностей?
7. Почему все силовые линии (линии  $\vec{E}$ ) электростатического поля в выполненной работе обычно не являются прямыми линиями?
8. Нарисуйте на листе бумаги картину из нескольких кривых линий, являющихся эквипотенциальными поверхностями, и объясните, как по этой картине рассчитать величину и направление вектора  $\vec{E}$ .
9. Три эквипотенциальные поверхности имеют на плоскости  $xu$  вид концентрических окружностей с центром в начале координат 0. Чему равна величина напряжённости электрического поля в точке с координатами  $x = y = 3$  см?
10. Нарисуйте картину силовых линий и эквипотенциальных поверхностей для двух близко расположенных точечных зарядов, имеющих одинаковую величину и одинаковый (разный) знак. Объясните ответ.

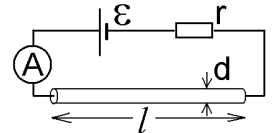


11. Вблизи плоской границы металла, в воздухе, эквипотенциальные поверхности электрического поля искривлены и имеют величину потенциала, указанную на рисунке. Укажите направление электрической силы, действующей на электрон, находящийся в точке 0. Объясните ответ.

## Контрольные вопросы к лабораторной работе № 22. Измерение сопротивлений проводников мостовыми схемами.

1. Объясните механизм появления электрического тока в металлах. Как движутся свободные электроны в металлическом проводнике, подключенном к источнику напряжения? Почему мала скорость их направленного движения?
2. По какой причине возникает электрическое сопротивление? Какую величину называют удельным сопротивлением? От чего она зависит?
3. Как вычислить сопротивление однородного участка проводника, зная его размеры?
4. Сформулируйте закон Ома для однородного участка проводника в обычной и в локальной форме.

5. Проволока подключена к источнику постоянной ЭДС  $\mathcal{E}$  с внутренним сопротивлением  $r$ . Длину  $l$  проволоки увеличили в 4 раза. Как надо изменить, диаметр  $d$  проволоки, чтобы текущий по проволоке ток не изменился?



6. Сформулируйте правила Кирхгофа. Объясните, как ими пользоваться.

7. Запишите систему уравнений для определения токов в неуравновешенной мостовой схеме, изображенной на рис.А. правила Кирхгофа.

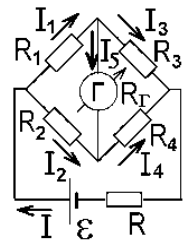


Рис.А

8. Сделайте вывод условия равновесия мостовой схемы.

9. Чем отличаются мостовые схемы Уитстона и Томсона? В каких случаях они применяются? Можно ли использовать схему Томсона вместо схемы Уитстона?

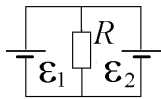


Рис.Б

10. Определите величину и направление тока, протекающего через сопротивление  $R$  на рис.Б, где  $\mathcal{E}_1 = 10$  В,  $\mathcal{E}_2 = 5$  В,  $R = 10$  Ом, а

внутренние сопротивления обоих источников ЭДС равны  $r = 1$  Ом.

11. Запишите систему уравнений (правил Кирхгофа) для определения токов, протекающих в разветвленной цепи, изображенной на рис.В.

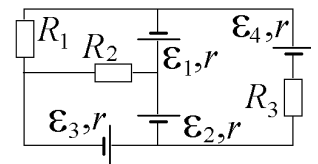


Рис.В

## Контрольные вопросы к лабораторной работе № 23. Релаксационные колебания.

1. Первоначально конденсатор с ёмкостью  $C$  в изображенной на рис.А цепи был не заряжен. Ключ  $K$  замкнули, подсоединяя конденсатор к источнику постоянной ЭДС  $\mathcal{E}$  через сопротивление  $R$ .

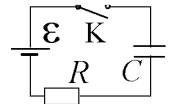


Рис.А

Используя правило Кирхгофа, запишите уравнение зарядки конденсатора, решите его, находя зависимость напряжения на обкладках конденсатора  $U_C$  от времени  $t$ . Нарисуйте график зависимости  $U_C = U_C(t)$ .

2. Конденсатор с ёмкостью  $C$  в изображенной на рис.Б цепи имел заряд  $q_0$ . Ключ  $K$  замкнули. Используя правило Кирхгофа, вычислите закон изменения заряда на конденсаторе от времени и нарисуйте график зависимости  $q = q(t)$ .

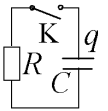


Рис.Б

3. Какую роль играет в данной работе заполненная неонем лампочка? Почему в момент зажигания она начинает светиться? Как изменяются параметры цепи в момент зажигания и в момент гашения лампочки? Как процесс ионизации газа в лампочке влияет на протекающий через неё ток? Как меняется сопротивление лампы при её зажигании и гашении?

4. Почему при замыкании ключа  $K$  (рис.В) лампочка начинает мигать? Что при этом происходит с напряжением на обкладках конденсатора? Какая величина испытывает релаксационные колебания и по какой причине?

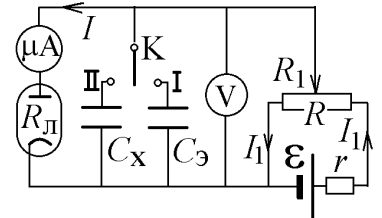


Рис.В

5. Почему напряжение зажигания  $U_3$  газонаполненной лампы больше, чем напряжение её гашения  $U_Г$ ? Почему при обратном соотношении  $U_Г > U_3$  релаксационные колебания возникнуть не могут?

6. В электрической цепи для изучения релаксационных колебаний конденсатор ёмкостью  $C_1 = 3600$  пФ заменяют конденсатором с ёмкостью  $C_2 = 900$  пФ. Что произойдет при этом с периодом релаксационных колебаний?

7. Сделайте вывод расчетной формулы  $C_X = C_3 T_X / T_3$ .

## Контрольные вопросы к лабораторной работе № 24. Термоэлектрические явления

1. Что представляет собой термопара? В чем суть эффекта Зеебека?
2. Каков физический смысл удельной термоЭДС, измеряемой в данной работе?
3. Что надо сделать с термопарой, чтобы увеличить возникающую в ней термоЭДС? Где применяются термопары?
4. Что удерживает газ свободных электронов в металле? Какая величина называется работой выхода электрона из металла? Напряжение какой величины надо приложить к металлу, чтобы вырвать из него электрон?
5. Имеются два металла 1 и 2 с разной работой выхода электрона ( $A_1 < A_2$ ). Какой из металлов при их контакте окажется заряженным положительно, а какой – отрицательно и почему?
6. Почему при соединении разных металлов образуется контактная разность потенциалов? Чему равна её величина?
7. Какие физические причины приводят к появлению термоЭДС в замкнутой цепи из двух разнородных металлов? Каковы механизмы появления термоЭДС?
8. Почему при одинаковой температуре спаев электрический ток в термопаре не течет, а при разной температуре – появляется? Чем обусловлено направление этого тока?
9. В чем заключается явление Пельтье?

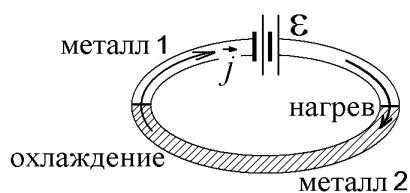


Рис. А

10. Нарисуйте замкнутую цепь из двух разнородных металлических проводников 1 и 2, в которую включен источник внешней ЭДС (рис. А). Укажите, какой из спаев будет нагреваться, а какой охлаждаться и по какой причине, если работа выхода электрона из первого металла меньше, чем из второго ( $A_1 < A_2$ )?

## Контрольные вопросы к лабораторной работе № 25. Определение удельного заряда электрона методом магнетрона

1. На электрической схеме установки покажите замкнутую цепь, по которой течет ток  $I$  катушки (соленоида), и цепь, по которой течет анодный ток  $I_A$ . Укажите приборы, которые измеряют эти токи.
2. С какой целью магнетрон окружен витками соленоида? Что меняется при увеличении тока  $I$ , текущего по этим виткам?
3. Какова величина и направление вектора индукции магнитного поля, создаваемого в магнетроне? Как можно изменить эту величину?
4. Напишите выражение силы Лоренца, которая действует на электрон, движущийся в скрещенных электрическом и магнитном полях. Укажите направление электрической и магнитной составляющих этой силы.

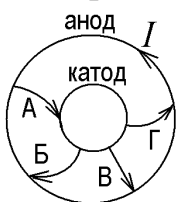


Рис.А

5. Направление тока  $I$ , текущего по виткам намотанной на цилиндрический анод катушки, указано на рис.А. Укажите и объясните правильную траекторию движения одного из электронов, создающих анодный ток.
6. Что называется удельным зарядом электрона, как вычислить его величину и чему она должна быть равна?
7. Укажите соответствие траекторий электронов, вылетающих из катода на левом рис.Б, и точек графика зависимости анодного тока  $I_A$  от тока  $I$ , протекающего по виткам катушки (правый рис.Б).

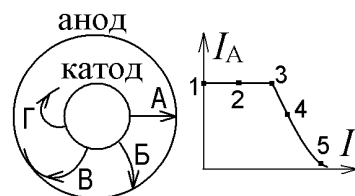
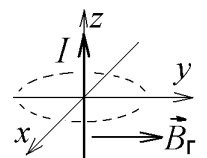
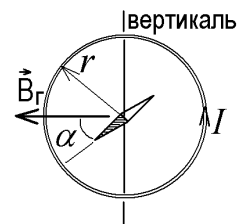


Рис.Б

8. Объясните поведение графиков зависимости  $I_A = I_A(I)$ : почему при увеличении тока  $I$  величина  $I_A$  вначале не меняется? на каком основании определяют критическое значение тока  $I_{кр}$ ? почему после достижения критической величины  $I$  анодный ток уменьшается постепенно, а не падает скачком до нуля? почему величина  $I_A$  возрастает с ростом напряжения  $U_A$ ?
9. Сделайте и объясните вывод расчетной формулы для вычисления удельного заряда электрона в данной работе.
10. Может ли электрон в скрещенных однородных электрическом  $\vec{E}$  и магнитном  $\vec{B}$  полях двигаться с постоянной по величине и направлению скоростью? Если да, то при каких условиях, и чему равна минимальная величина такой скорости?

## Контрольные вопросы к лабораторной работе № 26. Магнитное поле Земли

1. Что является источником постоянного магнитного поля? Чем постоянное магнитное поле отличается от электростатического поля и почему оно называется вихревым?
2. Дайте определение вектора индукции магнитного поля.
3. Сформулируйте закон Био-Савара и получите с его помощью формулу для величины индукции магнитного поля в центре и на оси тангенс-гальванометра с током  $I$ ,  $N$  витков которого имеют радиус  $R$ .
4. Нарисуйте линии индукции магнитного поля, созданного током, текущим по тангенс-гальванометру. Будут ли они замкнутыми и почему?
5. С какой силой или моментом силы магнитное поле Земли действует на движущую заряженную частицу? на прямолинейный проводник с током? на круговой виток с током? на стрелку магнитного компаса?
6. Покажите на экспериментальной установке направление вертикальной и горизонтальной составляющих вектора индукции магнитного поля Земли, а также направление вектора индукции магнитного поля, созданного током, текущим по виткам тангенс-гальванометра. В какую сторону будет поворачиваться стрелка компаса при увеличении или уменьшении тока?
7. Плоскость витков катушки тангенс-гальванометра параллельна вектору  $\vec{B}_T$  горизонтальной составляющей индукции магнитного поля Земли.  $I$  – ток в катушке,  $N$  – число витков в катушке,  $r$  – их радиус. При каком условии стрелка компаса в центре катушки повернута на угол  $\alpha = 45^\circ$  относительно плоскости витков?
8. Сделайте вывод расчетной формулы для определения величины горизонтальной составляющей  $\vec{B}_T$  магнитного поля Земли.
8. Прямой бесконечный ток  $I$  течёт вдоль вертикальной оси  $z$ . Горизонтальная составляющая индукции магнитного поля Земли направлена вдоль оси  $y$ . Укажите в какой точке и на каком расстоянии от тока  $I$  вектор индукции суммарного магнитного поля тока и магнитного поля Земли будет направлен вертикально.
9. Какие причины приводят к появлению магнитного поля Земли? Как направлены линии индукции геомагнитного поля в северном и южном полушарии?
10. Почему магнитный компас нельзя использовать вблизи геомагнитных полюсов Земли? Направлена ли стрелка компаса на северный полюс?
11. Что должно происходить с величиной горизонтальной составляющей магнитного поля Земли в зависимости от географической широты? Почему в разных точках Земли на одной широте и в разное время стрелка компаса может не показывать на геомагнитный полюс?



## **Контрольные вопросы к лабораторной работе № 27. Исследование магнитного поля соленоида.**

1. Нарисуйте линии индукции магнитного поля, созданного током, текущим по виткам катушки-соленоида с учетом направления этого тока. Будут ли эти линии замкнутыми и почему?
2. Сформулируйте теорему о циркуляции вектора магнитной индукции и с её помощью определите величину индукции магнитного поля внутри бесконечно длинного соленоида с током  $I$ , у которого на длину  $l$  приходится  $N$  витков.
3. Сформулируйте закон Био-Савара и с его помощью получите выражение величины индукции магнитного поля на оси кругового витка с током.
4. Сделайте вывод расчетной формулы для величины индукции магнитного поля на оси соленоида конечной длины  $l$  с радиусом витков  $r$ .
5. Определите величину отношения индукции магнитного поля в центре соленоида (при  $a = l / 2$ ) и на его краях (при  $a = 0$  или  $l$ ). Совпадает ли эта величина с той, что следует из построенного Вами графика?
6. Объясните принцип работы баллистического гальванометра, используемого в данной работе.
7. В чем состоит явление электромагнитной индукции? Сформулируйте закон Фарадея для определения ЭДС электромагнитной индукции и с его помощью объясните, почему заряд, протекающий по измерительной катушке, пропорционален величине индукции магнитного поля, в которую её вносят. Почему размер измерительной катушки должен быть малым?
8. Почему при включении тока в соленоиде поворачивается зеркальце, создающее световой “зайчик”? Почему вращающий зеркальце момент сил пропорционален измеряемой индукции магнитного поля?
9. Почему световой “зайчик” сразу же возвращается в исходное положение, если нажать кнопку включения тока в соленоиде и не отпускать её?
10. Сделайте вывод формулы зависимости смещения  $\delta$  “зайчика” от величины индукции  $B$ . От каких параметров установки зависит коэффициент пропорциональности  $k$  между этими величинами?
11. Каким способом проще всего увеличить смещение  $\delta$  “зайчика”, не меняя силу тока в соленоиде и параметры измерительной катушки?
12. Почему баллистические гальванометры, измеряющие величину тока по величине протекающего заряда более точны, чем обычные амперметры?



## Контрольные вопросы к лабораторной работе № 28. Определение индуктивности тороида с ферритовым магнитопроводом.

1. Сформулируйте теорему о циркуляции вектора магнитной индукции и с её помощью определите величину индукции  $B$  магнитного поля внутри тороидальной катушки с ферритовым сердечником. Одинакова ли величина  $B$  во всех точках сердечника?
2. Какая величина называется индуктивностью и в каких единицах она измеряется? Как связать индуктивность тороидальной катушки с величиной индукции магнитного поля внутри неё?
3. Какая величина называется магнитной проницаемостью ферритового сердечника? К какому значению она стремится, если феррит поместить в очень сильное магнитное поле?
4. Получите приближительную формулу индуктивности катушки. Почему в данной работе важна её зависимость от магнитной проницаемости сердечника?
5. Почему амперметр и вольтметр в данной работе измеряют не истинные, а эффективные (действующие) значения тока  $I$  и напряжения  $U$ ? Какая величина называется эффективным значением тока (напряжения)?
6. Запишите правило Кирхгофа для цепи, в которой катушка подключена к источнику переменной ЭДС, и получите с его помощью расчетную формулу  $L = U/I\omega$ .
7. Почему сердечник катушки изготовлен из феррита, а не из стали с большим значением магнитной проницаемости?
8. Почему феррит самопроизвольно делится на домены? Что такое домен?
9. Какая величина называется вектором намагниченности?
10. Сердечник из феррита находится во внешнем магнитном поле  $B_1$ , созданном током, текущим по катушке. Как найти индукцию магнитного поля в феррите? Почему она не меняется прямо пропорционально  $B_1$ ?
11. Объясните, как намагничивается феррит при увеличении тока  $I$  в катушке? Что происходит с доменами? Когда возникает насыщение? Что такое кривая намагничивания Столетова?
12. Объясните вид экспериментального графика  $L = L(I)$ , получаемого в данной работе. По какой причине индуктивность катушки зависит от тока  $I$ ? Каким получится график зависимости, если убрать сердечник?

## Контрольные вопросы к лабораторной работе № 29. Исследование электрических затухающих колебаний с помощью осциллографа.

1. Какая цепь называется электрическим колебательным контуром?
2. Запишите правило Кирхгофа для замкнутой цепи, содержащей конденсатор с ёмкостью  $C$ , катушку с индуктивностью  $L$  и резистор  $R$  и приведите его к дифференциальному уравнению собственных затухающих колебаний заряда на конденсаторе.
3. Запишите выражения для коэффициента затухания, циклической частоты и периода таких колебаний. Как они зависят от параметров  $C$ ,  $L$  и  $R$ ?
4. Что происходит с величиной периода (частоты) собственных колебаний при увеличении сопротивления  $R$ ? при увеличении ёмкости  $C$ ?
5. Чему равно критическое сопротивление контура  $R_{кр}$ ? Что происходит с колебаниями при  $R \geq R_{кр}$ ?
6. Запишите выражение зависимости колебаний заряда  $q$  на конденсаторе и падения напряжения  $U_C$  на его обкладках от времени.
7. Получите зависимость величины тока  $I$  в контуре от времени. Чему равен сдвиг фаз между колебаниями  $U_C$  и  $I$ ?
8. Как изменяются со временем амплитуды колебаний  $U_C$  и  $I$ ?
9. Какая величина называется логарифмическим декрементом затухания колебаний  $\theta$ ? Выразите величину  $\theta$  через параметры  $C$ ,  $L$  и  $R$ .
10. В электрическом колебательном контуре сопротивление  $R$  и индуктивность  $L$  увеличили в два раза. Во сколько раз надо изменить ёмкость  $C$ , чтобы логарифмический декремент затухания колебаний не изменился?
11. Как определяется величина ЭДС взаимной индукции? Какова роль этой ЭДС в данной работе?
12. Объясните, как возникает картина затухающих колебаний на экране осциллографа? Какова роль генератора прямоугольных импульсов?
13. Объясните, как определить величину логарифмического декремента затухания  $\theta$  по картине, наблюдаемой на экране?
14. Каким образом по данной картине можно определить величину периода затухающих колебаний?
15. Период собственных затухающих колебаний в электрическом колебательном контуре  $T = 2$  мс. За время  $\Delta t = 10$  мс амплитуда таких колебаний уменьшается в  $e = 2,71828$  раз. Чему равен логарифмический декремент затухания колебаний?
16. В контуре с заданными параметрами  $C$  и  $R$  изменяют индуктивность  $L$ . При каком значении  $L$  циклическая частота собственных колебаний имеет максимальную величину? Чему равна  $\omega_{\max}$ ?

### Контрольные вопросы к лабораторной работе № 30. Определение основных характеристик электрического колебательного контура.

1. Какая цепь называется электрическим колебательным контуром?
2. Нарисуйте замкнутую цепь, содержащую конденсатор с ёмкостью  $C$ , катушку с индуктивностью  $L$ , резистор  $R$  и источник тока с переменной ЭДС  $\varepsilon_0 \cos(\omega t)$ . Запишите правило Кирхгофа с учетом ЭДС самоиндукции в катушке и приведите его к дифференциальному уравнению вынужденных электрических колебаний.
3. Какова амплитуда и частота вынужденных колебаний? С помощью метода векторной диаграммы получите выражения для амплитуды напряжения  $U_C$  на конденсаторе и амплитуды силы тока  $I$  в цепи.
4. Какова разность фаз между вынужденными колебаниями  $U_C$  и  $I$ ?
5. Какие величины называются индуктивным, ёмкостным, активным и полным сопротивлением цепи переменному току?
6. Какая величина называется эффективным (действующим) значением тока (напряжения)? На каких элементах цепи выделяется эффективная мощность?
7. Какое явление называется резонансом? Что такое резонансная частота и как её вычислить?
8. Резонанс какой величины наблюдается в данной работе?
9. Найти резонансную частоту для колебаний заряда на конденсаторе.
10. Найти резонансную частоту для колебаний силы тока в цепи.
11. Частоту внешнего источника ЭДС постепенно увеличивают. Резонанс какой величины,  $U_C$  или  $I$ , наступит раньше?
12. Какая величина называется волновым сопротивлением контура? Как её вычислить?
13. Какая величина называется добротностью электрического колебательного контура?
14. Что происходит с кривой амплитудно-частотной характеристики тока при увеличении активного сопротивления  $R$  цепи?
15. Почему в радиоприемниках надо использовать приемный контур с высокой добротностью?