

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна

Должность: проректор по учебной работе

Дата подписания: 08.09.2026 07:48:17

Уникальный программный ключ:

0b817ca971e6668abb13e5d426d39e5f1c11eabbf73e943df4a485cfda56d089

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)**

Кафедра нанотехнологий, микроэлектроники, общей и прикладной физики

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
О.Г. Локтионова
« 18 » 09 2021 г.



ЭЛЕКТРОСТАТИКА. ПОСТОЯННЫЙ ТОК. МАГНЕТИЗМ.

**Методические указания к выполнению практических работ по физике
для студентов всех технических специальностей и направлений
подготовки**

Курск 2021

УДК 537

Составители: Л.П. Петрова, Г.В. Карпова

Рецензент

Кандидат физико-математических наук Кузько А.Е.

Электростатика. Постоянный ток. Магнетизм: методические указания к выполнению практических работ по разделу «Электростатика. Постоянный ток. Магнетизм» для студентов всех технических специальностей и направлений подготовки/ Юго-зап. гос. ун-т; сост.: Петрова Л.П., Карпова Г.В. - Курск, 2021.- 38 с.: Библиогр.: с.37.

Излагаются методические рекомендации по выполнению практических работ, способствующие развитию индивидуального творческого мышления у студентов; активизации учебного процесса на протяжении всего периода изучения дисциплины; организация самостоятельной и индивидуальной работы.

Методические указания соответствуют требованиям рабочих программ, утвержденных учебно-методическим объединением для всех технических специальностей.

Предназначены для студентов всех технических специальностей и направлений подготовки.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать 15.01.2021. Формат 60 х 84 1/16.

Уел. печ. л. 4,07. Уч.-изд. л. 3,68. Тираж 50 экз. Заказ 246 Бесплатно. Юго-Западный государственный университет.
305040 Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

СОДЕРЖАНИЕ

Общие методические указания к решению задач и выполнению контрольных заданий	4
Практические занятия.....	5
Список рекомендуемой литературы	37

ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ И ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ

Предназначены для использования на практических занятиях и организации самостоятельной работы студентов.

Номера задач для самостоятельной работы определяются по таблицам вариантов, которые составляются лектором потока.

Контрольное задание нужно выполнять в тетради, в соответствии с установленной формой. Для замечаний преподавателя на странице тетради следует оставить поля.

Решение задачи необходимо сопровождать краткими, но исчерпывающими пояснениями; в тех случаях, когда это необходимо, дать чертеж, выполненный с помощью чертежных принадлежностей. Решить задачу надо в общем виде, т.е. выразить искомую величину в буквенных обозначениях величин, заданных в условии задачи. При таком способе решения не производятся вычисления промежуточных величин. После получения расчетной формулы для проверки правильности полученного результата следует применить правило размерности. Числовые значения величин при подстановке их в расчетную формулу следует выражать только в единицах системы СИ. При подстановке в расчетную формулу, а также при записи ответа числовые значения величин следует записывать как произведение десятичной дроби на соответствующую степень десяти. Вычисления по расчетной формуле надо проводить с соблюдением правил приближенных вычислений. Это относится и к случаю, когда результат получен с применением калькулятора или ЭВМ.

Практическое занятие №1

Электрическое поле в вакууме и его характеристики. Закон Кулона. Принцип суперпозиции электрических полей.

1. На двух одинаковых капельках воды находится по одному лишнему электрону, причём сила электрического отталкивания капелек уравнивает силу их взаимного тяготения. Каковы радиусы капелек? $s_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м; $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$ м³/(кг·с²); $q_e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ К; $P_v = 10^3$ кг/м². Коэффициент пропорциональности в законе Кулона $k = 9 \cdot 10^9$ м/Ф.

Ответ: а) $R = 0,19$ мм; б) $R = 0,03$ мм; в) $R = 0,05$ мм; г) $R = 0,07$ мм; д) $R = 0,09$ мм.

2. Расстояние d между двумя точечными зарядами $Q_1 = 2$ нКл и $Q_2 = 4$ нКл равно 60 см. На каком расстоянии от заряда Q_1 находится точка, в которую нужно поместить третий заряд Q_3 так, чтобы система зарядов

находилась в равновесии.

Ответ: а) $x=0,65$ м; б) $x=0,55$ м; в) $x=0,45$ м; г) $x=0,35$ м; д) $x=0,25$ м.

3. Рассчитать напряженность электрического поля бесконечно протяженной однородно заряженной плоскости, заряд на которой равномерно распределен с поверхностной плотностью $\sigma=0,2$ мкКл/м². $\epsilon_0=8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м.

Ответ: а) $E=4110^3$ В/м; б) $E=31 \cdot 10^3$ В/м; в) $E=2110^3$ В/м; г) $E=1110^3$ В/м; д) $E=110^3$ В/м.

4. Рассчитать напряженность электрического поля двух бесконечно протяженных равномерно заряженных плоскостей, заряд на которых равномерно распределен с поверхностными плотностями $|a'| = |a^+| = 0,3$ мкКл/м². $\epsilon_0=8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м.

Ответ: а) $E=74 \cdot 10^3$ В/м; б) $E=6410^3$ В/м; в) $E=54 \cdot 10^3$ В/м; г) $E=44 \cdot 10^3$ В/м; д) $E=34 \cdot 10^3$ В/м.

5. Найти поверхностную плотность σ электрических зарядов уединенного металлического шара, если напряженность E поля, при

которой происходит пробой воздуха, равна 3 МВ/м. $\epsilon_0=8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м.

Ответ: а) $\sigma=56,610^{-6}$ Кл/м²; б) $\sigma=46,6 \cdot 10^{-5}$ Кл/м²; в) $\sigma=36,610^{-6}$ Кл/м²; г) $\sigma=26,610^{-6}$ Кл/м²; д) $\sigma=16,6 \cdot 10^{-6}$ Кл/м².

6. Рассчитать напряженность электрического поля равномерно заряженной сферической поверхности, радиус которой $R=0,5$ м, в точке, находящейся на расстоянии $r=0,25$ м от центра сферы.

Ответ: а) $E=0$; б) $E=10$ В/м; в) $E=20$ В/м; г) $E=30$ В/м; д) $E=40$ В/м.

7. Рассчитать напряженность электрического поля равномерно заряженной сферической поверхности, заряд на которой равномерно распределен с поверхностной плотностью $\sigma=0,3$ мкКл/м², в точке, находящейся на расстоянии $r=R$ от центра сферы. $\epsilon_0=8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м.

Ответ: а) $E=24 \cdot 10^3$ В/м ; б) $E=34 \cdot 10^3$ В/м; в) $E=44 \cdot 10^3$ В/м; г) $E=54 \cdot 10^3$ В/м; д) $E=6410^3$ В/м.

8. Рассчитать напряженность электрического поля равномерно заряженной сферической поверхности, радиус которой $R=0,5$ м, а поверхностная плотность заряда $\sigma=0,3$ мкКл/м², в точке,

находящейся на расстоянии $r=1$ м от центра сферы. $\epsilon_0=8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м.

Ответ: а) $E=8,510^3$ В/м; б) $E=8,5 \cdot 10^5$ В/м; в) $E=18,5 \cdot 10^3$ В/м; г) $E=8,5 \cdot 10^5$ В/м; д) $E=0,5 \cdot 10^3$ В/м.

9. Рассчитать напряженность электрического поля, созданного бесконечно длинным, равномерно заряженным стержнем в точке,

находящейся на кратчайшем расстоянии $r=10$ см от его оси.

Линейная плотность заряда на стержне $\tau=0,1$ мкКл. $\epsilon_0=8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м.

Ответ: а) $E=38 \cdot 10^4$ В/м; б) $E=28 \cdot 10^4$ В/м; в) $E=18 \cdot 10^4$ В/м; г) $E=8 \cdot 10^4$ В/м; д) $E=1,8 \cdot 10^4$ В/м.

10. На пластинах плоского конденсатора находится заряд $Q=10$ нКл. Площадь S каждой пластины конденсатора равна 100 см^2 , диэлектрик - воздух. Определить силу F , с которой притягиваются пластины. Поле между пластинами считать однородным. $\epsilon_0=8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м.

Ответ: а) $F=8,65 \cdot 10^4$ Н; б) $F=7,65 \cdot 10^4$ Н; в) $F=6,65 \cdot 10^4$ Н; г) $F=5,65 \cdot 10^4$ Н; д) $F=4,65 \cdot 10^4$ Н.

11. С какой силой F электрическое поле заряженной бесконечной плоскости действует на единицу длины заряженной бесконечно длинной нити, помещённой в это поле? Линейная плотность заряда на нити, $\tau=3$ мкКл/м, а поверхностная плотность заряда на плоскости $\sigma=20$ мкКл/м². $\epsilon_0=8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м.

Ответ: а) $F_2=6,4$ Н/м; б) $F_f=5,4$ Н/м; в) $F_j=4,4$ Н/м; г) $F_j=3,4$ Н/м; д) $F_2=2,4$ Н/м.

12. Тонкий длинный стержень равномерно заряжен. Линейная плотность заряда $\tau=10$ мкКл/м. Какова сила, действующая на точечный заряд $Q=10$ нКл, находящийся на расстоянии $a=20$ см от стержня, вблизи его середины? $\epsilon_0=8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м.

Ответ: а) $F=10 \cdot 10^3$ Н; б) $F=9 \cdot 10^3$ Н; в) $F=8 \cdot 10^3$ Н; г) $F=7 \cdot 10^3$ Н; д) $F=6 \cdot 10^3$ Н.

13. Точечный заряд $q=25$ нКл находится в поле, созданном прямым бесконечным цилиндром радиуса $R=1$ см, равномерно заряженным с поверхностной плотностью $\sigma=0,2$ нКл/см². Определить силу, действующую на заряд, если его расстояние от оси цилиндра $r=10$ см. $\epsilon_0=8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м.

Ответ: а) $F=865$ мкН; б) $F=765$ мкН; в) $F=665$ мкН; г) $F=565$ мкН; д) $F=465$ мкН.

14. Два заряженных шарика, подвешенных на нитях одинаковой длины, опускаются в керосин. Какой должна быть плотность материала шариков, чтобы угол расхождения нитей в воздухе и в керосине был один и тот же? $\epsilon_k=2$; $\rho_k=0,8 \cdot 10^3$ кг/м³.

Ответ: а) $\rho=1,6 \cdot 10^3$ кг/м³; б) $\rho=1,5 \cdot 10^3$ кг/м³; в) $\rho=1,4 \cdot 10^3$ кг/м³; г) $\rho=1,3 \cdot 10^3$ кг/м³; д) $\rho=1,2 \cdot 10^3$ кг/м³.

15. Две одинаковые пластинки заряжены равными одноимёнными зарядами, причём расстояние между ними мало. Как изменится сила

взаимодействия между пластинками, если пространство между ними заполнить жидким диэлектриком с диэлектрической проницаемостью $\epsilon=7$?

Ответ: а) $\epsilon_1/\epsilon_2 = 9$; б) $\epsilon_1/\epsilon_2 = 8$; в) $\epsilon_1/P_2 = 7$; г) $\epsilon_1/\epsilon_2 = 6$; д) $\epsilon_1/\epsilon_2 = 5$.

16.

Р

ассчитать напряженность электрического поля заряженного диэлектрического шара, радиус которого $R=0,05$ м, а

объёмная плотность заряда $\rho = 10$ нКл/м³, в точке, находящейся на расстоянии $r=0,03$ м от центра шара. Шар изготовлен из эбонита ($\epsilon=3$). $\epsilon_0=8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м.

Ответ: а) $E=33,6$ В/м; б) $E=13,6$ В/м; в) $E=3,78$ В/м; г) $E=43,6$ В/м; д) $E=53,8$ В/м.

17.

Р

ассчитать напряженность электрического поля заряженного диэлектрического шара, радиус которого $R=0,05$ м, а

объёмная плотность заряда $\rho=10$ нКл/м³, в точке, находящейся на поверхности шара. Шар изготовлен из эбонита ($\epsilon=3$). $\epsilon_0=8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м.

Ответ: а) $E=63$ В/м; б) $E=0,5$ В/м; в) $E=0,043$ В/м; г) $E=6,3$ В/м; д) $E=0,2$ В/м.

18.

М

металлический шарик диаметром $d=2$ см заряжен отрицательно до потенциала $\phi=150$ В. Сколько электронов находится на поверхности шарика? $\epsilon_0=8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м; $e=1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.

Ответ: а) $N=0,11 \cdot 10^9$; б) $N=1 \cdot 10^9$; в) $N=2 \cdot 10^9$; г) $N=310^9$; д) $N=4 \cdot 10^9$.

19. Найти потенциал точки поля ϕ , находящейся на расстоянии $r=10$ см от центра заряженного шара радиусом $R=1$ см.

Поверхностная плотность заряда на шаре $\sigma=0,1$ мкКл/м². $\epsilon_0=8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м.

Ответ: а) $\phi=11,3$ В; б) $\phi=113$ В; в) $\phi=200$ В; г) $\phi=22,3$ В; д) $\phi=26$ В.

20. Найти потенциал точки поля ϕ , находящейся на расстоянии $r=10$ см от центра заряженного шара радиусом $R=1$ см. Потенциал шара $\phi_0=300$ В.

Ответ: а) $\phi=10$ В; б) $\phi=20$ В; в) $\phi=30$ В; г) $\phi=40$ В; д) $\phi=50$ В.

21. Шар, погруженный в керосин, имеет потенциал 4500 В и поверхностную плотность заряда $\sigma=1,1$ мкКл/м². Найти радиус шара. $\epsilon_0=8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м; $\epsilon_K=2$.

Ответ: а) $R=52 \cdot 10^3$ м; б) $R=62 \cdot 10^3$ м; в) $R=72 \cdot 10^3$ м; г) $R=8210^3$ м; д) $R=92 \cdot 10^3$ м.

22. Два точечных электрических заряда $q_1=10^{-9}$ Кл и $q_2=-2 \cdot 10^{-9}$ Кл находятся в воздухе на некотором расстоянии друг от друга. Определить потенциал поля, создаваемого этими зарядами, если расстояния от первого и второго зарядов до рассматриваемой точки поля, соответственно равны: $r_1=9$ см и $r_2=7$ см. $\epsilon_0=8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м.

Ответ: а) $\phi=-139$ В; б) $\phi=-129$ В; в) $\phi=-157,5$ В; г) $\phi=-15,7$ В; д) $\phi=15,7$ В.

23. Определить разность потенциалов между двумя металлическими шарами радиуса $r_0=50$ см каждый, если заряд одного шара $q_1=1,5$ нКл, а другого $q_2=1,5$ нКл. $\epsilon_0=8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м.

Ответ: а) $\phi_1-\phi_2=7,4$ В; б) $\phi_1-\phi_2=6,4$ В; в) $\phi_1-\phi_2=54$ В; г) $\phi_1-\phi_2=44$ В; д) $\phi_1-\phi_2=34$ В.

24. Напряжённость поля между металлическими пластинами не должна превышать $2,5 \cdot 10^4$ В/м. Определить допустимое расстояние между пластинами d , если с ним будет подано напряжение 5000 В.

Ответ: а) $d > 0,6$ м; б) $d > 0,5$ м; в) $d > 0,4$ м; г) $d > 0,3$ м; д) $d > 0,2$ м.

25. Напряжённость однородного электрического поля в некоторой точке $E=120$ В/м. Найти численное значение разности потенциалов между точками, лежащими на одной силовой линии на расстоянии $\Delta r=1$ мм.

Ответ: а) $\phi_1-\phi_2=0,12$ В; б) $\phi_1-\phi_2=0,22$ В; в) $\phi_1-\phi_2=0,32$ В; г) $\phi_1-\phi_2=0,42$ В; д) $\phi_1-\phi_2=0,52$ В.

26. Заряд распределен равномерно по бесконечной плоскости с поверхностной плотностью $\sigma=10$ нКл/м². Определить численное значение разности потенциалов $\Delta\phi$ двух точек поля, одна из которых находится на плоскости, а другая удалена от плоскости на расстояние $d=10$ см. $\epsilon_0=8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м.

Ответ: а) $\Delta\phi=36,5$ В; б) $\Delta\phi=46,5$ В; в) $\Delta\phi=56,5$ В; г) $\Delta\phi=66,5$ В; д) $\Delta\phi=76,5$ В.

27. Две бесконечные параллельные плоскости находятся на расстоянии $d=0,5$ см друг от друга. На плоскостях равномерно распределены заряды с поверхностными плотностями $\sigma_1=0,2$ мКл/м² и $\sigma_2=-0,3$ мКл/м². Определить численное значение разности потенциалов U между плоскостями. $\epsilon_0=8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м.

Ответ: а) $U=541$ В; б) $U=441$ В; в) $U=341$ В; г) $U=241$ В; д) $U=141$ В.

28. Электрическое поле создано длинным цилиндром радиусом $R=1$ см, равномерно заряженным с линейной плотностью $\tau=20$ нКл/м. Определить разность потенциалов двух точек этого поля, находящихся на расстоянии $a_1=0,5$ см и $a_2=2$ см от поверхности

цилиндра, в средней его части. $\epsilon_0=8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м.

Ответ: а) $\phi_1 - \phi_2 = 210$ В; б) $\phi_1 - \phi_2 = 220$ В; в) $\phi_1 - \phi_2 = 230$ В; г) $\phi_1 - \phi_2 = 240$ В; д) $\phi_1 - \phi_2 = 250$ В.

Практическое занятие №2

Электрическое поле в веществе. Проводники в электрическом поле. Конденсаторы и их емкость. Энергия электрического поля.

29. Как изменится емкость плоского конденсатора, если между его обкладками поместить стеклянную пластину ($\epsilon=6$), толщина которой равна половине расстояния между обкладками.

Ответ: а) $C'=4,7C_0$; б) $C'=0,7C_0$; в) $C'=3,7C_0$; г) $C'=2,7C_0$; д) $C'=1,7C_0$.

30. Шар, погруженный в керосин: имеет потенциал 4500 В и поверхностную плотность заряда $\sigma=1,1$ мкКл/м². Найти электроёмкость шара. $\epsilon_0=8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м; $\epsilon_k=2$.

Ответ: а) $C=4,610^{12}$ Ф; б) $C=3,610^{12}$ Ф; в) $C=2,610^{12}$ Ф; г) $C=1,610^{12}$ Ф; д) $C=0,610^{12}$ Ф.

31. Шар, погруженный в керосин: имеет потенциал 4500 В и поверхностную плотность заряда $\sigma=1,1$ мкКл/м². Найти заряд шара. $\epsilon_0=8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м; $\epsilon_k=2$.

Ответ: а) $q=32(10^9 \text{ Кл})$; б) $q=42(10^9 \text{ Кл})$; в) $q=52(10^9 \text{ Кл})$; г) $q=62(10^9 \text{ Кл})$; д) $q=72(10^9 \text{ Кл})$.

32. Найти электроёмкость C уединенного металлического шара радиусом $R=1$ см.

33. Определить электроёмкость C металлической сферы радиусом $R=2$ см, погруженной в воду.

34. Определить электроёмкость C Земли, принимая ее за шар радиусом $R=6400$ км.

35. Два металлических шара радиусами $R_1=2$ см и $R_2=6$ см соединены проводником, емкостью которого можно пренебречь. Шарам сообщен заряд $Q=1$ нКл. Найти поверхностную плотность σ зарядов на шарах.

36. Шар радиусом $R_1=6$ см заряжен до потенциала $\phi_1=300$ В, а шар радиусом $R_2=4$ см - до потенциала $\phi_2=500$ В. Определить потенциал

(р шаров после того, как их соединили металлическим проводником. Емкостью соединительного проводника пренебречь.

Электрическая емкость плоского конденсатора

37. Определить электроемкость C плоского слюдяного конденсатора, площадь S Пластин которого равна 100 см^2 , а расстояние между ними равно $0,1 \text{ мм}$.

38.

Между пластинами плоского конденсатора, заряженного до разности потенциалов $U = 600 \text{ В}$, находятся два слоя диэлектриков: стекла толщиной $d_1 = 1 \text{ мм}$ и эбонита толщиной $d_2 = 3 \text{ мм}$. Площадь S каждой пластины конденсатора равна 200 см^2 . Найти: 1) электроемкость C конденсатора; 2) смещение D , напряженность E поля и падение потенциала $\Delta\phi$ в каждом слое.

39. Расстояние d между пластинами плоского конденсатора равно $1,33 \text{ мм}$ площадь S пластин равна 20 см^2 . В пространстве между пластинами конденсатора находятся два слоя диэлектриков: слюды толщиной $d_1 = 0,7 \text{ мм}$ и эбонита толщиной $d_2 = 0,3 \text{ мм}$. Определить электроемкость C конденсатора.

40. На пластинах плоского конденсатора равномерно распределен заряд с поверхностной плотностью $\sigma = 0,2 \text{ мкКл/м}^2$. Расстояние d между пластинами равно 1 мм . На сколько изменится разность потенциалов на его обкладках при увеличении расстояния d между пластинами до 3 мм ?

41. В плоский конденсатор вдвинули плитку парафина толщиной $d = 1 \text{ см}$, которая вплотную прилегает к его пластинам. На сколько нужно увеличить расстояние между пластинами, чтобы получить прежнюю емкость?

42. Электроемкость C плоского конденсатора равна $1,5 \text{ мкФ}$. Расстояние d между пластинами равно 5 мм . Какова будет электроемкость C конденсатора, если на нижнюю пластину положить лист эбонита толщиной $d_1 = 3 \text{ мм}$?

43. Между пластинами плоского конденсатора находится плотно прилегающая стеклянная пластинка. Конденсатор заряжен до разности потенциалов $U_1 = 100 \text{ В}$. Какова будет разность потенциалов U_2 , если вытащить стеклянную пластинку из конденсатора?

Электрическая емкость сферического конденсатора

44. Две концентрические металлические сферы радиусами $R_1 = 2 \text{ см}$ и $R_2 = 2,1 \text{ см}$ образуют сферический конденсатор. Определить его электроемкость C , если пространство между сферами заполнено парафином.

45. Конденсатор состоит из двух концентрических сфер. Радиус R_1 внутренней сферы равен 10 см, внешней $R_2=10,2$ см, Промежуток между сферами заполнен парафином. Внутренней сфере сообщен заряд $Q=5$ мкКл. Определить разность потенциалов U между сферами.

Соединения конденсаторов

46. К воздушному конденсатору, заряженному до разности потенциалов $U = 600$ в и отключенному от источника напряжения, присоединили параллельно второй незаряженный конденсатор таких же размеров и формы, но с диэлектриком (фарфор). Определить диэлектрическую проницаемость ϵ фарфора, если после присоединения второго конденсатора разность потенциалов уменьшилась до $\epsilon/i=100$ В.

47. Два конденсатора емкостями $C_1=3$ мкФ и $C_2=6$ мкФ соединены между собой и присоединены к батарее с ЭДС. $\epsilon=120$ В. Определить заряды Q_1 и Q_2 конденсаторов и разности потенциалов U_1 и U_2 между их обкладками, если конденсаторы соединены: 1) параллельно; 2) последовательно.

48. Конденсатор емкостью $C_1=0,2$ мкФ был заряжен, до разности потенциалов $U_1=320$ В. После того как его соединили параллельно со вторым конденсатором, заряженным до разности потенциалов $U_2=450$ В, напряжение U на нем изменилось до 400 В. Вычислить емкость C_2 второго конденсатора.

49. Конденсатор емкостью $C_1=0,6$ мкФ был заряжен до разности потенциалов $U_1=300$ В и соединен со вторым конденсатором емкостью $C_2=0,4$ мкФ, заряженным до разности потенциалов $U_2=150$ В. Найти заряд Q , перетекший с пластин первого конденсатора на второй.

50. Три одинаковых плоских конденсатора соединены последовательно. Емкость C такой батареи конденсаторов равна 89 пФ. Площадь S каждой пластины равна 100 см². Диэлектрик - стекло. Какова толщина d стекла?

/Ответы к задачам 32-50 в Чертов А. Г., Воробьев А. А. Задачник по физике /

51. Работа сил электрического поля по переносу заряда $2 \cdot 10^{-4}$ Кл из бесконечности в заданную точку поля равна $8 \cdot 10^{-4}$ Дж. Определить потенциал в этой точке поля.

Ответ: а) $\phi=-5000$ В; б) $\phi=-4000$ В; в) $\phi=-3000$ В; г) $\phi=-2000$ В; д) $\phi=-1000$ В.

52. Точечные заряды 1 мкКл и 0,1 мкКл находятся на расстоянии 10 см друг от друга. Какую работу совершат силы поля, если второй заряд, отталкиваясь от первого, удалится от него на расстояние 10 м? $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м.

Ответ: а) $A = 8,9$ мДж; б) $A = 99$ Дж; в) $A = 89$ мДж; г) $A = 59$ мДж; д) $A = 79$ мДж.

53. Электрическое поле создано отрицательно заряженным металлическим шаром, радиус которого R . Определить работу A_{12} внешних сил по перемещению заряда $Q = 40$ нКл из точки 1 с потенциалом $\phi_x = -300$ В в точку 2. Расстояния точек от поверхности шара соответственно равны: $r^1 R$; $r_2 = 3R$.

Ответ: а) $A_{12} = 6 \cdot 10^{-6}$ Дж; б) $A_{12} = 5 \cdot 10^{-6}$ Дж; в) $A_{12} = 410^{-6}$ Дж; г) $A_{12} = 310^{-6}$ Дж; д) $A_{12} = 2 \cdot 10^{-6}$ Дж.

54. Точечные заряды $Q_1 = 1$ мкКл и $Q_2 = 0,1$ мкКл находятся на расстоянии $r_1 = 10$ см друг от друга. Какую работу A совершат силы поля, если второй заряд, отталкиваясь от первого, удалится от него на расстояние $r_2 = 10$ м? $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м.

Ответ: а) $A_{12} = 5,910^{-3}$ Дж; б) $A_{12} = 6,910^{-3}$ Дж; в) $A_{12} = 7,9 \cdot 10^{-3}$ Дж; г) $A_{12} = 8,9 \cdot 10^{-3}$ Дж; д) $A_{12} = 9,9 \cdot 10^{-3}$ Дж.

55. Точечные заряды $Q_1 = 1$ мкКл и $Q_2 = 0,1$ мкКл находятся на расстоянии $r_x = 10$ см друг от друга. Какую работу A совершат силы поля, если второй заряд, отталкиваясь от первого, удалится от него на расстояние $r_2 = \infty$? $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м.

Ответ: а) $A_{100} = 1910^{-3}$ Дж; б) $A_{100} = 1010^{-3}$ Дж; в) $A_{100} = 910^{-3}$ Дж; г) $A_{100} = 1 \cdot 10^{-3}$ Дж; д) $A_{100} = 0,9 \cdot 10^{-3}$ Дж.

56. Два точечных заряда $4 \cdot 10^{-6}$ Кл и $8 \cdot 10^{-6}$ Кл находятся на расстоянии 0,8 м. На сколько уменьшится энергия взаимодействия этих зарядов, если расстояние между ними будет равно 1,6 м? $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м.

Ответ: а) $\Delta W = 0,18$ Дж; б) $\Delta W = 0,28$ Дж; в) $\Delta W = 0,38$ Дж; г) $\Delta W = 0,48$ Дж; д) $\Delta W = 0,58$ Дж.

57. Определить тормозящую разность потенциалов, под действием которой электрон, движущийся со скоростью 40000 км/с, остановился. $m_e = 9,110^{-31}$ кг; $q_e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.

Ответ: а) $\phi_x - \phi_2 = 2550$ В; б) $\phi_x - \phi_2 = 3550$ В; в) $\phi_2 - \phi_2 = 4550$ В; г) $\phi_1 - \phi_2 = 5550$ В; д) $\phi_1 - \phi_2 = 6550$ В.

58. Определить численное значение ускоряющей разности потенциалов U , которую должен пройти в электрическом поле электрон, обладающий скоростью $v = 10^6$ м/с, чтобы скорость его возросла в $n = 2$ раза.

$\tau_e = 9,110^{31}$ кг; $q_e = 1,6 \cdot 10^{19}$ Кл.

Ответ: а) $U = 8,53$ В; б) $U = 7,53$ В; в) $U = 6,53$ В; г) $U = 5,53$ В; д) $U = 53$ В.

59. Определить численное значение разности потенциалов между точками электрического поля, если при движении электрона от одной точки к другой его скорость возросла от 10^6 м/с до $3 \cdot 10^6$ м/с. $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м; $\tau_e = 9,110^{31}$ кг; $q_e = 1,6 \cdot 10^{19}$ Кл.

Ответ: а) $\phi_1 - \phi_2 = 12,75$ В; б) $\phi_1 - \phi_2 = 22,75$ В; в) $\phi_x - \phi_2 = 32,75$ В; г) $\phi_1 - \phi_2 = 42,75$ В; д) $\phi_1 - \phi_2 = 52,75$ В.

60. Какой скоростью сближения должны обладать протоны, находясь на расстоянии 5 см, чтобы они могли сблизиться друг с другом до расстояния 10^{-11} см? $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м; $\tau_p = 1,67 \cdot 10^{27}$ кг; $q_p = 1,6 \cdot 10^{19}$ Кл.

Ответ: а) $V_i = 5,7 \cdot 10^6$ м/с; б) $V_i = 4,7 \cdot 10^6$ м/с; в) $V_i = 3,7 \cdot 10^6$ м/с; г) $V_i = 2,7 \cdot 10^6$ м/с; д) $V_i = 1,7 \cdot 10^6$ м/с.

61. Определить начальную скорость v_0 сближения протонов, находящихся на достаточно большом расстоянии друг от друга, если минимальное расстояние $r_{\min}$, на которое они могут сблизиться, равно 10^{-11} см. $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м; $\tau_p = 1,67 \cdot 10^{27}$ кг; $q_p = 1,6 \cdot 10^{19}$ Кл.

Ответ: а) $v_0 = 0,17 \cdot 10^6$ м/с; б) $v_0 = 1,7 \cdot 10^6$ м/с; в) $v_0 = 2,7 \cdot 10^6$ м/с; г) $v_0 = 3,7 \cdot 10^6$ м/с; д) $v_0 = 4,7 \cdot 10^6$ м/с.

62. Найти энергию электрического поля плоского конденсатора, заряженного до разности потенциалов $U = 1$ кВ с площадью пластин $S = 1$ м². Пластины расположены на расстоянии $d = 1$ мм друг от друга. Относительная диэлектрическая проницаемость среды, заполняющей пространство между пластинами $\epsilon = 1$. $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м.

Ответ: а) $W = 4,4 \cdot 10^3$ Дж; б) $W = 5,4 \cdot 10^3$ Дж; в) $W = 6,4 \cdot 10^3$ Дж; г) $W = 7,4 \cdot 10^3$ Дж; д) $W = 8,4 \cdot 10^3$ Дж.

63. Напряжённость электрического поля конденсатора ёмкостью $0,8$ мкФ равна 1000 В/м. Определить энергию конденсатора, если расстояние между его обкладками равно 1 мм.

Ответ: а) $W = 1 \cdot 10^7$ Дж; б) $W = 2 \cdot 10^7$ Дж; в) $W = 3 \cdot 10^7$ Дж; г) $W = 4 \cdot 10^7$ Дж; д) $W = 5 \cdot 10^7$ Дж.

64. Найти энергию электрического поля сферического конденсатора с радиусами сфер $r_1 = 5$ см и $r_2 = 10$ см, заряженного до разности потенциалов $U = 1$ кВ. Относительная диэлектрическая проницаемость среды, заполняющей пространство между пластинами $\epsilon = 1$. $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м.

Ответ: а) $W = 6,6 \cdot 10^6$ Дж; б) $W = 5,6 \cdot 10^6$ Дж; в) $W = 4,6 \cdot 10^6$ Дж; г) $W = 3,6 \cdot 10^6$ Дж; д) $W = 2,6 \cdot 10^6$ Дж.

65. Найти энергию электрического поля цилиндрического конденсатора длиной $l=20$ см с радиусами обкладок $R_1=5$ см и $R_2=10$ см, заряженного до разности потенциалов $U=1$ кВ. Относительная диэлектрическая проницаемость среды, заполняющей пространство

12

между пластинами $\epsilon=1$. $\epsilon_0=8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м.

Ответ: а) $W=9 \cdot 10^{-6}$ Дж; б) $W=8 \cdot 10^{-6}$ Дж; в) $W=7 \cdot 10^{-6}$ Дж; г) $W=6 \cdot 10^{-6}$ Дж; д) $W=5 \cdot 10^{-6}$ Дж.

66. Конденсатор емкостью $3 \cdot 10^{-6}$ Ф был заряжен до разности потенциалов 40 В. После отключения от источника тока конденсатор был соединен параллельно с другим конденсатором емкостью $5 \cdot 10^{-6}$ Ф. Какое количество энергии первого конденсатора израсходуется на образование искры в момент присоединения второго конденсатора?

Ответ: а) $AW=3,5$ мДж ; б) $AW=2,5$ мДж; в) $AW=1,5$ мДж; г) $AW=0,5$ мДж; д) $AW=0,05$ мДж.

67. Объемная плотность энергии электрического поля внутри заряженного плоского конденсатора с твердым диэлектриком равна $2,5$ Дж/м³. Найти численное значение давления, производимого пластинами конденсатора на диэлектрик, помещенный между ними.

Ответ: а) $p=1,5$ Па; б) $p=2,5$ Па; в) $p=3,5$ Па; г) $p=4,5$ Па; д) $p=5,5$ Па.

68. Объемная плотность энергии электрического поля внутри заряженного плоского конденсатора с твердым диэлектриком равна $2,5$ Дж/м³. Площадь пластин конденсатора $S=20$ см². Найти силу F' , которую необходимо приложить к пластинам для их отрыва от диэлектрика.

Ответ: а) $F'=1 \cdot 10^{-3}$ Н; б) $F'=2 \cdot 10^{-3}$ Н; в) $F'=3 \cdot 10^{-3}$ Н; г) $F'=4 \cdot 10^{-3}$ Н; д) $F'=5 \cdot 10^{-3}$ Н.

Практическое занятие № 3, 4

Постоянный электрический ток. Законы постоянного тока.

69. Через лампу накаливания проходит ток $0,8$ А. Сколько электронов пройдет через поперечное сечение нити накала лампы за 1 с. $q_e=1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.

Ответ: а) $N=11018$; б) $N=31018$; в) $N=5 \cdot 1018$; г) $N=61018$; д) $N=7 \cdot 1018$.

70. По медному проводу сечением $S=0,17$ мм течёт ток $I=0,2$ А. Определить, какая сила действует на отдельные свободные электроны со стороны электрического поля. $q_e=1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл; $\rho=1,7 \cdot 10^{-8}$ Ом·м.

Ответ: а) $F=7,2 \cdot 10^{-21}$ Н; б) $F=6,2 \cdot 10^{-21}$ Н; в) $F=5,2 \cdot 10^{-21}$ Н; г) $F=4,2 \cdot 10^{-21}$ Н.

10-21 Н; д) $F=3,2 \cdot 10^{-21}$ Н.

71. В сеть с напряжением 220В включены последовательно две электрические лампы, сопротивление которых в нагретом состоянии $R=200$ Ом каждой. Определить силу тока, проходящего через каждую лампу.

Ответ: а) $I_1=I_2=0,45$ А; б) $I_1=I_2=0,55$ А; в) $I_1=I_2=0,65$ А; г) $I_1=I_2=0,75$ А; д) $I_1=I_2=0,85$ А.

72. Если к концам проводника подать напряжение 100 В, то по нему пойдёт ток 2 А. Какое напряжение надо приложить к концам этого проводника, чтобы сила тока в нём стала 1,2 А.

Ответ: а) $U=60$ В; б) $U=50$ В; в) $U=40$ В; г) $U=30$ В; д) $U=20$ В.

73. Найти падение напряжения на медном проводе длиной 500 м и диаметром 2 мм, если ток в нём 2 А. $\rho=1,7 \cdot 10^{-8}$ Ом·м.

Ответ: а) $U=1,4$ В; б) $U=5,4$ В; в) $U=2,4$ В; г) $U=4$ В д) $U=8,4$ В.

74. Определить плотность тока в медной проволоке длиной $l=1$ м, если разность потенциалов на ее концах $\phi_1 - \phi_2=12$ В. $\rho=1,7 \cdot 10^{-8}$ Ом·м.

Ответ: а) $j=3,008$ (А/м²); б) $j=4,008$ (А/м²); в) $j=5,008$ (А/м²); г) $j=6,108$ (А/м²); д) $j=7,008$ (А/м²).

75. Определить плотность тока в железном проводнике длиной $l=10$ м, если провод находится под напряжением $U=6$ В. $\rho=9,8 \cdot 10^{-8}$ Ом·м.

Ответ: а) $j=6,106$ (А/м²); б) $j=4,107$ (А/м²); в) $j=5,106$ (А/м²); г) $j=36,107$ (А/м²); д) $j=7,106$ (А/м²).

76. Три сопротивления R_1 , $R_2=20$ Ом и $R_3=15$ Ом соединены параллельно. Последовательно к такому соединению подключен амперметр, который показывает ток $I=1$ А. Через сопротивление R_2 течет ток $I_2=0,3$ А. Найти сопротивление R_1 . Внутренним сопротивлением источника тока пренебречь.

Ответ: а) $R_1=50$ Ом; б) $R_1=40$ Ом; в) $R_1=30$ Ом; г) $R_1=20$ Ом; д) $R_1=10$ Ом.

77. Какую работу должны совершить сторонние силы при разделении зарядов +10 и -10 Кл, чтобы ЭДС источника была 3,5В?

Ответ: а) $A_{ст}=65$ Дж; б) $A_{ст}=55$ Дж; в) $A_{ст}=45$ Дж; г) $A_{ст}=35$ Дж; д) $A_{ст}=25$ Дж.

78. Определить ЭДС источника тока, если при перемещении по замкнутой цепи заряда 10 Кл сторонняя сила совершает работу 120 Дж.

Ответ: а) $E=21$ В; б) $E=19$ В; в) $E=17$ В; г) $E=15$ В; д) $E=12$ В.

79. Источник тока с Э.Д.С. 220В и внутренним сопротивлением 2 Ом замкнут проводником сопротивлением 108 Ом. Определить падение напряжения внутри источника.

Ответ: а) $U=5$ В; б) $U=1$ В; в) $U=2$ В; г) $U=3$ В; д) $U=4$ В.

80. Э.Д.С. источника тока 100В. При внешнем сопротивлении 49 Ом сила тока в цепи 2А. Найти внутреннее сопротивление источника.

Ответ: а) $r=2$ Ом; б) $r=1$ Ом; в) $r=3$ Ом; г) $r=4$ Ом; д) $r=5$ Ом.

81. Э.Д.С. источника тока 220В, внутреннее сопротивление 1,5 Ом. Какое надо взять сопротивление внешнего участка цепи, чтобы сила тока была 4А.

Ответ: а) $R=53,5$ Ом; б) $R=43,5$ Ом; в) $R=33,5$ Ом; г) $R=23,5$ Ом; д) $R=13,5$ Ом.

82. Напряжение на зажимах генератора 120В, сопротивление внешнего участка в 20 раз больше внутреннего сопротивления генератора. Определить ЭДС генератора.

Ответ: а) $E=166$ В; б) $E=156$ В; в) $E=146$ В; г) $E=136$ В; д) $E=126$ В.

83. Три сопротивления $R_1=R_3=40$ Ом и $R_2=80$ Ом соединены параллельно. Последовательно к такому соединению присоединены сопротивление $R_4=34$ Ом и батарея с ЭДС $E=100$ В. Найти ток I_2 , текущий через сопротивление R_2 . Внутренним сопротивлением источника тока пренебречь.

Ответ: а) $I_2=0,2$ А; б) $I_2=0,3$ А; в) $I_2=0,4$ А; г) $I_2=0,5$ А; д) $I_2=0,6$ А.

84. Три сопротивления $R_1=R_3=40$ Ом и $R_2=80$ Ом соединены параллельно. Последовательно к такому соединению подключены сопротивление $R_4=34$ Ом и батарея с ЭДС $E=100$ В. Найти падение напряжения U_2 на сопротивлении R_2 . Внутренним сопротивлением источника тока пренебречь.

Ответ: а) $U_2=72$ В; б) $U_2=62$ В; в) $U_2=52$ В; г) $U_2=42$ В; д) $U_2=32$ В.

85. Батарея с $E=100$ В, сопротивления $R_1=100$ Ом, $R_2=200$ Ом и амперметр соединены последовательно. Параллельно сопротивлению R_2 подключен вольтметр, сопротивление которого $R_v=2$ кОм. Какое падение напряжения U_v показывает вольтметр? Внутренним сопротивлением источника тока пренебречь.

Ответ: а) $U_v=24,5$ В; б) $U_v=34,5$ В; в) $U_v=44,5$ В; г) $U_v=54,5$ В; д) $U_v=64,5$ В.

86. Два последовательно соединенных элемента с одинаковым ЭДС $E_1=E_2=2$ В и внутренними сопротивлениями $r_1=1$ Ом и $r_2=1,5$ Ом замкнуты на внешнее сопротивление $R=0,5$ Ом. Найти разность потенциалов U_i на зажимах первого элемента.

Ответ: а) $U_r=2,67$ В; б) $U_x=1,67$ В; в) $U_\Lambda=0,167$ В; г) $U_x=0,67$ В; д) $U_\Lambda=0,267$ В.

87. Батарея аккумуляторов имеет Э.Д.С. 12В. Сила тока в цепи равна 4А, а напряжение на клеммах 11В. Определить ток короткого замыкания.

Ответ: а) $I_{кз}=78$ А; б) $I_{кз}=68$ А; в) $I_{кз}=58$ А; г) $I_{кз}=48$ А; д) $I_{кз}=38$ А.

88. При внешнем сопротивлении $R_i=3$ Ом ток в цепи $I_i=0,3$ А, при $R_2=5$ Ом, $I_2=0,2$ А. Определить ток короткого замыкания источника.

Ответ: а) $I_{кз}=3,2$ А; б) $I_{кз}=2,2$ А; в) $I_{кз}=1,52$ А; г) $I_{кз}=0,2$ А; д) $I_{кз}=22$ А.

89. Сопротивление $R=1,6$ Ом и два элемента, ЭДС которых одинаковы и равны 3,5 В, с внутренними сопротивлениями соответственно равными $r_x=0,7$ Ом и $r_2=1,2$ Ом, соединены параллельно. Определить силу тока в каждом из элементов и во всей цепи.

Ответ: а) $I_1=1,74$ А; $I_\Lambda=1,1$ А; $I_2=0,64$ А; б) $I_1=2,74$ А; $I_\Lambda=2,1$ А; $I_2=0,4$ А; в) $I_1=1,1$ А; $I_x=1,0$ А; $I_2=0,1$ А; г) $I_1=3,7$ А; $I_x=3,1$ А; $I_2=0,6$ А; д) $I_1=3,7$ А; $I_i=1,1$ А; $I_2=2,6$ А.

90. Батарея с внутренним сопротивлением 1 Ом замкнута на внешнее сопротивление 23 Ом. Найти КПД батареи.

Ответ: а) $\eta=0,6$; б) $\eta=0,9$; в) $\eta=0,66$; г) $\eta=0,76$; д) $\eta=0,96$.

91. КПД источника тока 95%. Определить внутреннее сопротивление источника, если внешнее сопротивление равно 19 Ом.

Ответ: а) $r=1$ Ом; б) $r=2$ Ом; в) $r=3$ Ом; г) $r=4$ Ом; д) $r=5$ Ом.

92. Через поперечное сечение спирали нагревательного элемента паяльника в каждую секунду проходит $0,5 \cdot 10^{19}$ электронов. Определить мощность паяльника, если он подключен в сеть с напряжением 220В. $q_e=1,6 \cdot 10^{19}$ Кл.

Ответ: а) $P=376$ Вт; б) $P=276$ Вт; в) $P=176$ Вт; г) $P=76$ Вт; д) $P=27,6$ Вт.

93. По проводнику сопротивлением 20 Ом за 5 мин прошёл заряд 300 Кл. Вычислить работу тока за это время.

Ответ: а) $A=4$ кДж; б) $A=5$ кДж; в) $A=6$ кДж; г) $A=7$ кДж; д) $A=8$ кДж.

94. Какое сопротивление нужно включить в сеть с напряжением 220 В, чтобы в нём за 10 мин выделилось 66 кДж теплоты?

Ответ: а) $R=40$ Ом; б) $R=140$ Ом; в) $R=240$ Ом; г) $R=340$ Ом; д) $R=440$ Ом.

95. Сила тока в проводнике сопротивлением $r=20$ Ом нарастает по

линейному закону от $I_0=0$ до $I=6$ А за 5 с. Определить теплоту Q_b выделившуюся в этом проводнике за первую секунду.

Ответ: а) $Q_i=9,6$ Дж; б) $Q_i=56$ Дж; в) $Q_b=96$ Дж; г) $Q_i=36$ Дж; д) $Q_i=26$ Дж.

96. Сила тока в проводнике сопротивлением $r=20$ Ом нарастает по линейному закону от $I_0=0$ до $I=6$ А за 5 с. Определить теплоту Q_2 , выделившуюся в этом проводнике за вторую секунду.

Ответ: а) $Q_2=52,0$ Дж; б) $Q_2=620$ Дж; в) $Q_2=67,2$ Дж; г) $Q_2=22,0$ Дж; д) $Q_2=72,6$ Дж.

97. Источник тока с ЭДС 120 В и внутренним сопротивлением 2 Ом замкнут на внешнее сопротивление 58 Ом. Определить полную P и $P_{\text{п}}$ полезную мощности источника тока.

Ответ: а) $P=340$ Вт; $P_{\text{п}}=332$ Вт; б) $P=240$ Вт; $P_{\text{п}}=232$ Вт; в) $P=140$ Вт; $P_{\text{п}}=132$ Вт; г) $P=200$ Вт; $P_{\text{п}}=100$ Вт; д) $P=352$ Вт; $P_{\text{п}}=252$ Вт.

98. ЭДС батареи аккумуляторов $E=12$ В, сила тока короткого замыкания $I_0=5$ А. Какую наибольшую мощность $P_{\text{тах}}$ можно получить во внешней цепи, соединённой с такой батареей.

Ответ: а) $P_{\text{тах}}=45$ Вт; б) $P_{\text{тах}}=35$ Вт; в) $P_{\text{тах}}=25$ Вт; г) $P_{\text{тах}}=15$ Вт; д) $P_{\text{тах}}=5$ Вт.

99. Сила тока I в цепи, состоящей из термопары с сопротивлением $R_x=4$ Ом и гальванометра с сопротивлением $R_2=80$ Ом, равна 26 мкА при разности температур Δt спаев, равной 50 °С. Определить постоянную термопары.

Ответ: а) $\alpha=6,4 \cdot 10^5$ В/К; б) $\alpha=5,4 \cdot 10^5$ В/К; в) $\alpha=4,4 \cdot 10^5$ В/К; г) $\alpha=3,4 \cdot 10^5$ В/К; д) $\alpha=2,4 \cdot 10^5$ В/К.

100. Термопара медь-константан с сопротивлением $R_2=5$ Ом присоединена к гальванометру, сопротивление R_g которого равно 100 Ом. Один спай термопары погружен в тающий лёд, другой - в горячую жидкость. Сила тока I в цепи равна 37 мкА. Постоянная термопары $k=43$ мкВ/К. Определить температуру t жидкости.

Ответ: а) $t_i=100$ °С; б) $t_1=90$ °С; в) $t_1=80$ °С; г) $t_1=70$ °С; д) $t_i=60$ °С.

101. Какой наименьшей скоростью v_{min} должны обладать свободные электроны в платине для того, чтобы они смогли покинуть металл? Работа выхода электронов из платины равна $A=6,3$ эВ. $q_e=1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл; $m_e=9,1 \cdot 10^{-31}$ кг.

Ответ: а) $v_{\text{min}}=15 \cdot 10^5$ м/с; б) $v_{\text{min}}=14 \cdot 10^5$ м/с; в) $v_{\text{min}}=12 \cdot 10^5$ м/с; г) $v_{\text{min}}=10 \cdot 10^5$ м/с; д) $v_{\text{min}}=8 \cdot 10^5$ м/с.

102. Какой наименьшей скоростью $v_{\min}$ должны обладать свободные электроны в цезии для того, чтобы они смогли покинуть металл? Работа выхода электронов из цезия равна $A=1,9$ эВ. $q_e=1,6 \cdot 10^{19}$ Кл; $m_e=9,110 \cdot 10^{-31}$ кг.

Ответ: а) $v_{\min}=9,3 \cdot 10^5$ м/с; б) $v_{\min}=8,2 \cdot 10^5$ м/с; в) $v_{\min}=7,3 \cdot 10^5$ м/с;
г) $v_{\min}=6,3 \cdot 10^5$ м/с; д) $v_{\min}=5,3 \cdot 10^5$ м/с.

103. Какую ускоряющую разность потенциалов должны пройти ионы водорода, чтобы вызвать ионизацию азота? Потенциал ионизации азота $\varphi_i=14,5$ В.

Ответ: а) $U=14,5$ В; б) $U=29$ В; в) $U=43,5$ В; г) $U=58$ В; д) $U=72,5$ В.

104. Потенциал ионизации атома гелия $U=24,5$ В. Найти работу ионизации A . $q_e=1,610 \cdot 10^{19}$ Кл.

Ответ: а) $A=49,2 \cdot 10^{19}$ Дж; б) $A=39,2 \cdot 10^{19}$ Дж; в) $A=29,2 \cdot 10^{19}$ Дж; г) $A=19,2 \cdot 10^{19}$ Дж; д) $A=9,2 \cdot 10^{19}$ Дж.

105. Какой наименьшей скоростью $v_{\min}$ должен обладать электрон, чтобы ионизировать атом водорода, если потенциал ионизации U_i водорода равен $13,5$ В? $q_e=1,610 \cdot 10^{19}$ Кл; $m_e=9,110 \cdot 10^{-31}$ кг.

Ответ: а) $4,2 \cdot 10^6$ м/с; б) $0,2 \cdot 10^6$ м/с; в) $1,2 \cdot 10^6$ м/с; г) $3,2 \cdot 10^6$ м/с;
д) $2,2 \cdot 10^6$ м/с.

106. Какой наименьшей скоростью $v_{\min}$ должен обладать электрон, чтобы ионизировать атом азота, если потенциал ионизации U_i азота равен $14,5$ В. $q_e=1,610 \cdot 10^{19}$ Кл; $m_e=9,1 \cdot 10^{-31}$ кг.

Ответ: а) $v_{\min}=1,3 \cdot 10^6$ м/с; б) $v_{\min}=2,3 \cdot 10^6$ м/с; в) $v_{\min}=3,3 \cdot 10^6$ м/с;
г) $v_{\min}=4,3 \cdot 10^6$ м/с; д) $v_{\min}=5,3 \cdot 10^6$ м/с.

107. Электрон со скоростью $1,83 \cdot 10^6$ м/с влетел в однородное электрическое поле в направлении, противоположном направлению вектора напряженности E . Какую разность потенциалов должен пройти электрон, чтобы обладать энергией, достаточной для

ионизации атома водорода? $U_i=13,6$ В; $m_e=9,110 \cdot 10^{-31}$ кг; $q_e=1,610 \cdot 10^{19}$ Кл. Ответ: а) $U=4,1$ В; б) $U=5,1$ В; в) $U=6,1$ В; г) $U=7,1$ В; д) $U=8,1$ В.

108. Сколько атомов двухвалентного металла выделится на 1 см^2 поверхности электрода за время $t=5$ мин при плотности тока $j=10 \text{ А/м}^2$. $q_e=1,610 \cdot 10^{19}$ Кл.

Ответ: а) $N=3,4 \cdot 10^{17}$; б) $N=5,4 \cdot 10^{17}$; в) $N=7,4 \cdot 10^{17}$; г) $N=9,4 \cdot 10^{17}$;
д) $N=11,4 \cdot 10^{17}$.

109. Найти электрохимический эквивалент k водорода. $F=96,5$ кКл/моль; $Z=1$; $m=1 \cdot 10^{-3}$ кг/моль.

Ответ: а) $k=1,04 \cdot 10^{-8}$ кг/Кл; б) $k=2,04 \cdot 10^{-8}$ кг/Кл; в) $k=3,04 \cdot 10^{-8}$ кг/Кл;
г) $k=4,04 \cdot 10^{-8}$ кг/Кл; д) $k=5,04 \cdot 10^{-8}$ кг/Кл.

110. Электрод в виде медной пластины площадью 25 см погружен в электролитическую ванну с раствором медного купороса.

При прохождении тока, плотность, которого $0,02 \text{ А/см}^2$, на пластине выделилось 100 мг меди. Определить время пропускания тока. $F=96,5 \text{ кКл/моль}$; $Z=1$; $\rho=64 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$.

Ответ: а) $t=602 \text{ с}$; б) $t=502 \text{ с}$; в) $t=403 \text{ с}$; г) $t=302 \text{ с}$; д) $t=202 \text{ с}$.

111. За какое время t при электролизе водного раствора хлорной меди (CuCl_2) на катоде выделится масса $m=4,74 \text{ г}$ меди, если ток $I=2 \text{ А}$? $F=96,5 \text{ кКл/моль}$; $Z=1$; $\rho=64 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$.

Ответ: а) $t=1 \text{ ч}$; б) $1,5 \text{ ч}$; в) 2 ч ; г) $2,5 \text{ ч}$; д) 3 ч .

112. За какое время t при электролизе медного купороса масса медной пластинки (катада) увеличится на $\Delta m=99 \text{ мг}$? Площадь пластинки $S=25 \text{ см}^2$, плотность тока $j=200 \text{ А/м}^2$. $F=96,5 \text{ кКл/моль}$; $Z=1$; $\rho=64 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$.

Ответ: а) $t=20 \text{ мин}$; б) $t=15 \text{ мин}$; в) $t=10 \text{ мин}$; г) $t=5 \text{ мин}$; д) $t=30 \text{ мин}$.

113. Никелирование металлического изделия с поверхностью площадью 120 см продолжалось 5 ч током 0,3 А. Валентность никеля равна 2. Определить толщину слоя никеля. $\rho=59 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$; $\rho=8,8 \text{ кг/м}^3$; $F=96,5 \cdot 10^3 \text{ Кл/моль}$.

Ответ: а) $d=12 \text{ мкм}$; б) $d=14 \text{ мкм}$; в) $d=16 \text{ мкм}$; г) $d=7 \text{ мкм}$; д) $d=20 \text{ мкм}$.

114. Найти толщину слоя меди на катоде (медной пластинке) при электролизе медного купороса. Плотность тока $j=200 \text{ А/м}^2$.

Время электролиза 10 мин. $F=96,5 \text{ кКл/моль}$; $Z=1$; $\rho=64 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$; $\rho=8,9 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$.

Ответ: а) $d=46,9 \text{ мкм}$; б) $d=76,9 \text{ мкм}$; в) $d=56,9 \text{ мкм}$; г) $d=18,9 \text{ мкм}$; д) $d=8,9 \text{ мкм}$.

Практическое занятие № 5

Магнитное поле в вакууме. Магнитное взаимодействие. Магнитное поле в веществе. Поток магнитной индукции.

115. По прямому бесконечно длинному проводнику течет ток $I=10 \text{ А}$. Определить, пользуясь теоремой о циркуляции вектора $\mathbf{B}$, магнитную индукцию в точке, расположенной на расстоянии $r=10 \text{ см}$ от проводника. $\mu_0=4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Гн/м}$.

Ответ: а) $B=210^{-5} \text{ Тл}$; б) $B=310^{-5} \text{ Тл}$; в) $B=410^{-5} \text{ Тл}$; г) $B=510^{-5} \text{ Тл}$; д) $B=610^{-5} \text{ Тл}$.

116. По прямому бесконечно длинному проводнику течет ток $I=5$ О. А. определить магнитную индукцию B в точке, удаленной на расстояние $r=5$ см от проводника. $\mu_0=4\pi\cdot 10^{-7}$ Гн/м.

Ответ: а) $B=500$ мкТл; б) $B=400$ мкТл; в) $B=300$ мкТл; г) $B=200$ мкТл; д) $B=100$ мкТл.

117. Два длинных параллельных провода находятся на расстоянии $r=10$ см один от другого. По проводам текут в противоположных направлениях одинаковые токи $I=10$ А каждый. Найти напряженность H магнитного поля в точке, находящейся на расстоянии $r_1=6$ см от одного и $r_2=8$ см от другого провода.

Ответ: а) $H=33,2$ А/м; б) $H=23,2$ А/м; в) $H=13,2$ А/м; г) $H=1,32$ А/м; д) $H=0,132$ А/м.

118. Два длинных параллельных провода находятся на расстоянии $r=5$ см один от другого. По проводам текут в противоположных направлениях одинаковые токи. Найти величину тока в проводах, если напряженность H магнитного поля в точке, находящейся на расстоянии $r_1=4$ см от одного и $r_2=3$ см от другого провода, равна $H=132$ А/м.

Ответ: а) $I=3$ А; б) $I=2$ А; в) $I=1$ А; г) $I=0,5$ А; д) $I=0,1$ А.

119. Расстояние d между двумя длинными параллельными проводами равно 5 см. По проводам в одном направлении текут одинаковые токи $I=30$ А каждый. Найти индукцию B магнитного поля в точке, находящейся на расстоянии $r_1=4$ см от одного и $r_2=3$ см от другого провода. $\mu_0=4\pi\cdot 10^{-7}$ Гн/м.

Ответ: а) $B=0,025 \cdot 10^{-4}$ Тл; б) $B=0,25 \cdot 10^{-4}$ Тл; в) $B=1,5 \cdot 10^{-4}$ Тл; г) $B=2,5 \cdot 10^{-4}$ Тл; д) $B=3,5 \cdot 10^{-4}$ Тл.

120. По двум бесконечно длинным проводам, скрещенным под прямым углом, текут токи $I_1=30$ А и $I_2=40$ А. Расстояние d между проводами равно 20 см. Определить магнитную индукцию B в точке С, одинаково удаленной от обоих проводов на расстояние, равное d . ($\mu_0=4\pi\cdot 10^{-7}$ Гн/м).

Ответ: а) $B=20 \cdot 10^{-6}$ Тл; б) $B=30 \cdot 10^{-6}$ Тл; в) $B=40 \cdot 10^{-6}$ Тл; г) $B=50 \cdot 10^{-6}$ Тл; д) $B=60 \cdot 10^{-6}$ Тл.

121. Два бесконечно длинных провода скрещены под прямым углом. По проводам текут токи $I_1=80$ А и $I_2=60$ А. Расстояние между проводами $d=10$ см. Определить магнитную индукцию B в точке А расположенной между проводами, удаленной от них на одинаковом расстоянии $r=d/2$. $\mu_0=4\pi\cdot 10^{-7}$ Гн/м.

Ответ: а) $B=6 \cdot 10^{-4}$ Тл; б) $B=5 \cdot 10^{-4}$ Тл; в) $B=4 \cdot 10^{-4}$ Тл; г) $B=3 \cdot 10^{-4}$ Тл; д) $B=2 \cdot 10^{-4}$ Тл.

122. По бесконечно длинному прямому проводу, согнутому под углом $\alpha=120^\circ$, течет ток $I=50$ А. Найти магнитную индукцию B в точке, лежащей на биссектрисе угла, удаленной от его вершины на

расстояние $a=5$ см. Точка расположена внутри угла. $\mu_0=4\pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м.

Ответ: а) $B=3,5 \cdot 10^{-4}$ Тл; б) $B=4,5 \cdot 10^{-4}$ Тл; в) $B=5,5 \cdot 10^{-4}$ Тл; г) $B=6,5 \cdot 10^{-4}$ Тл; д) $B=7,5 \cdot 10^{-4}$ Тл.

123. По бесконечно длинному прямому проводу, согнутому под углом $\alpha=120^\circ$, течет ток $I=50$ А. Найти магнитную индукцию B в точке, лежащей на биссектрисе угла и удаленной от его вершины на расстояние $a=5$ см. Точка расположена вне угла. $\mu_0=4\pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м.

Ответ: а) $B=3,5 \cdot 10^{-4}$ Тл; б) $B=2,5 \cdot 10^{-4}$ Тл; в) $B=1,5 \cdot 10^{-4}$ Тл; г) $B=1,5 \cdot 10^{-4}$ Тл; д) $B=15 \cdot 10^{-4}$ Тл.

124. По отрезку прямого провода длиной $L=80$ см течет ток $I=50$ А. Определить магнитную индукцию B поля, создаваемого этим током, в точке А равноудаленной от концов отрезка провода и

находящейся на расстоянии $r_0=30$ см от его середины. $\mu_0=4\pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м.

Ответ: а) $B=26,7$ мкТл; б) $B=36,7$ мкТл; в) $B=46,7$ мкТл; г) $B=56,7$ мкТл; д) $B=66,7$ мкТл.

125. По обмотке очень короткой катушки радиусом $r=16$ см течет ток $I=5$ А. Сколько витков N проволоки намотано на катушку, если напряженность H магнитного поля в ее центре равна 800 А/м?

Ответ: а) $N=51$; б) $N=61$; в) $N=71$; г) $N=81$; д) $N=91$.

126. По тонкому проводящему кольцу радиусом $R=10$ см течет ток $I=80$ А. Найти магнитную индукцию B в точке А, равноудаленной от всех точек кольца на расстоянии $r=20$ см. $\mu_0=4\pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м.

Ответ: а) $B=10,3 \cdot 10^{-5}$ Тл; б) $B=8,3 \cdot 10^{-5}$ Тл; в) $B=6,3 \cdot 10^{-5}$ Тл; г) $B=5,3 \cdot 10^{-5}$ Тл; д) $B=4,3 \cdot 10^{-5}$ Тл.

127. По двум прямым параллельным проводам длиной $l=2,5$ м каждый, находящимся на расстоянии $d=20$ см друг от друга, текут одинаковые токи $I=1$ кА, в одном направлении. Вычислить силу взаимодействия токов. $\mu_0=4\pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м.

Ответ: а) $F=2,5$ Н; б) $F=3,5$ Н; в) $F=4,5$ Н; г) $F=5,5$ Н; д) $F=6,5$ Н.

128. Электрон движется в однородном магнитном поле напряженностью $H=4000$ А/м со скоростью 10^4 км/с, направленной перпендикулярно к линиям напряженности. Найти силу F , с которой поле действует на электрон. $q_e=1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.

Ответ: а) $F_n=8,1 \cdot 10^{-15}$ Н; б) $F_n=10,1 \cdot 10^{-15}$ Н; в) $F_n=6,1 \cdot 10^{-15}$ Н; г) $F^*=12,1 \cdot 10^{-15}$ Н.

10^{-15} Н; д) $F_n = 4,1 \cdot 10^{-15}$ Н.

129. Электрон движется в однородном магнитном поле напряженностью $H = 4000$ А/м со скоростью 10^4 км/с, направленной перпендикулярно к линиям напряженности. Найти радиус r окружности, по которой он движется. $q_e = 1,610^{-19}$ Кл; $m_e = 9,110^{-31}$ кг; $\mu_0 = 12,56 \cdot 10^{-7}$ Гн/м.

Ответ: а) $r = 2,1 \cdot 10^{-2}$ м; б) $r = 1,510^{-2}$ м; в) $r = 1,1 \cdot 10^{-2}$ м; г) $r = 3,110^{-2}$ м; д) $r = 110^{-2}$ м.

130. Заряженная частица, обладающая скоростью $v = 2 \cdot 10^6$ м/с, влетела в однородное магнитное поле с индукцией $B = 0,52$ Тл. Найти отношение q/m заряда частицы к ее массе, если частица в поле описала дугу окружности радиусом $R = 4$ см.

Ответ: а) $q/m = 11,6 \cdot 10^7$ Кл/кг; б) $q/m = 9,6 \cdot 10^7$ Кл/кг; в) $q/m = 610^7$ Кл/кг; г) $q/m = 1,6 \cdot 10^7$ Кл/кг; д) $q/m = 7,610^7$ Кл/кг.

131. Вычислить скорость v α -частиц, выходящих из циклотрона, если, подходя к выходному окну, α -частицы движутся по окружности радиусом $R = 50$ см. Индукция B магнитного поля циклотрона равна 1,7 Тл. $q_e = 1,610^{-19}$ Кл; $m_p = 1,67 \cdot 10^{-27}$ кг.

Ответ: а) $v = 0,21 \cdot 10^8$ м/с; б) $v = 0,61 \cdot 10^8$ м/с; в) $v = 0,41 \cdot 10^8$ м/с; г) $v = 0,5110^8$ м/с; д) $v = 0,310^8$ м/с.

132. Ион, несущий один элементарный заряд, движется в однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,015$ Тл по окружности радиусом $r = 10$ см. Определить импульс p иона. $q_e = 1,610^{-19}$ Кл.

Ответ: а) $p = 6,4 \cdot 10^{-22}$ кг·м/с; б) $p = 5,410^{-22}$ кг·м/с; в) $p = 4,410^{-22}$ кг·м/с; г) $p = 3,410^{-22}$ кг·м/с; д) $p = 2,410^{-22}$ кг·м/с.

133. Частица, несущая один элементарный заряд, влетела в однородное магнитное поле с индукцией $B = 0,5$ Тл. Определить момент импульса, которым обладала частица при движении в магнитном поле, если ее траектория представляла дугу окружности радиусом $R = 0,2$ см. $q_e = 1,610^{-19}$ Кл.

Ответ: а) $L = 6,2 \cdot 10^{-25}$ кг·м²/с; б) $L = 1,2 \cdot 10^{-25}$ кг·м²/с; в) $L = 2,2 \cdot 10^{-25}$ кг·м²/с; г) $L = 5,2 \cdot 10^{-25}$ кг·м²/с; д) $L = 3,2 \cdot 10^{-25}$ кг·м²/с.

134. Ток $I = 4$ А существует в короткой катушке площадью поперечного сечения $S = 150$ см², содержащей $N = 200$ витков провода. Определить магнитный момент p_m катушки.

Ответ: а) $p_m = 18$ А·м²; б) $p_m = 16$ А·м²; в) $p_m = 14$ А·м²; г) $p_m = 12$ А·м²; д) $p_m = 10$ А·м².

135. В короткой катушке площадью поперечного сечения $S = 150$ см

, содержащей $N=200$ витков провода, существует ток $I=4$ А. Определить магнитный момент катушки.

Ответ: а) $p_T=12$ А/м²; б) $p_T=1,2 \cdot 10^{-3}$ А/м²; в) $p_T=0,12$ А/м²; г) $p_T=12 \cdot 10^{-3}$ А/м²; д) $p_T=2$ А/м².

136. Очень короткая катушка содержит $N=1000$ витков тонкого провода. Катушка имеет квадратное сечение со стороной длиной $a=10$ см. Найти магнитный момент p_T катушки при силе тока $I=1$ кА.

Ответ: а) $p_T=1 \cdot 10^4$ А-м²; б) $p_T=2 \cdot 10^4$ А-м²; в) $p_T=3 \cdot 10^4$ А-м²; г) $p_T=4 \cdot 10^4$ А-м²; д) $p_T=5 \cdot 10^4$ А-м².

137. Рамка гальванометра длиной $a=4$ см и шириной $b=1,5$ см, содержит $N=200$ витков тонкой проволоки. Каков магнитный момент p_T рамки, когда по виткам потечет ток силой $I=1$ мА?

Ответ: а) $p_T=5,2 \cdot 10^6$ А-м²; б) $p_T=4,2 \cdot 10^6$ А-м²; в) $p_T=3,2 \cdot 10^6$ А-м²; г) $p_T=2,2 \cdot 10^6$ А-м²; д) $p_T=1,2 \cdot 10^6$ А-м².

138. По кольцу радиусом R течет ток. На оси кольца на расстоянии $d=1$ м от его плоскости магнитная индукция $B=10$ нТл. Определить магнитный момент p_T кольца с током. Считать R много меньшим d . $\mu_0=4\pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м.

Ответ: а) $p_T=7 \cdot 10^2$ А-м²; б) $p_T=6 \cdot 10^2$ А-м²; в) $p_T=5 \cdot 10^2$ А-м²; г) $p_T=4 \cdot 10^2$ А-м²; д) $p_T=3 \cdot 10^2$ А-м².

139. Определить степень неоднородности магнитного поля ($\Delta B/\Delta x$), если максимальная сила, действующая на точечный магнитный диполь, $F_{\text{макс}}=10^{-3}$ Н. Магнитный момент точечного диполя $p_T=2 \cdot 10^3$ А-м².

Ответ: а) $\Delta B/\Delta x=0,6$ Тл/м; б) $\Delta B/\Delta x=0,5$ Тл/м; в) $\Delta B/\Delta x=0,4$ Тл/м; г) $\Delta B/\Delta x=0,3$ Тл/м; д) $\Delta B/\Delta x=0,5$ Тл/м.

Практическое занятие № 6

Явление электромагнитной индукции. Самоиндукция.

140. Рамка гальванометра длиной $a=4$ см и шириной $b=1,5$ см, содержащая $N=200$ витков тонкой проволоки, находится в магнитном поле с индукцией $B=0,1$ Тл. Плоскость рамки параллельна линиям индукции. Какой вращающий момент M действует на рамку, когда по виткам потечет ток силой $I=1$ мА?

Ответ: а) $M=42 \cdot 10^{-6}$ Н м; б) $M=32 \cdot 10^{-6}$ Н-м; в) $M=22 \cdot 10^{-6}$ Н м; г) $M=12 \cdot 10^{-6}$ Н-м; д) $M=0,21 \cdot 10^{-6}$ Н-м.

141. Проволочный виток радиусом $r=5$ см, по которому течет ток

$I=20$ А, находится в однородном магнитном поле напряженностью $H=2 \cdot 10^3$ А/м. Плоскость витка образует угол $\alpha=60^\circ$ с направлением поля. Найти вращающий момент M , действующий на виток. $\mu_0=4\pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м.

Ответ: а) $M=0,2 \cdot 10^3$ Н м; б) $M=3 \cdot 10^3$ Н м; в) $M=0,4 \cdot 10^3$ Н м; г) $M=0,5 \cdot 10^3$ Н-м; д) $M=0,6 \cdot 10^3$ Н-м.

142. Короткая катушка площадью S поперечного сечения, равной 150 см^2 , содержит $N=200$ витков провода, по которому течет ток $I=4$ А. Катушка помещена в однородное магнитное поле напряженностью $H=8$ кА/м. Определить вращающий момент M , действующий на нее со стороны поля, если ось катушки, лежащая в ее плоскости, составляет угол $\alpha=60^\circ$ с линиями индукции. $\mu_0=4\pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м.

Ответ: а) $M=20 \cdot 10^3$ Н-м; б) $M=30 \cdot 10^3$ Н-м; в) $M=40 \cdot 10^3$ Н-м; г) $M=50 \cdot 10^3$ Н-м; д) $M=60 \cdot 10^3$ Н-м.

143. Квадратная рамка со стороной 2 см, содержащая 100 витков тонкого провода подвешена на упругой нити, постоянная кручения которой $9,8 \cdot 10^{-6}$ (Н-м)/град. Плоскость рамки совпадает с направлением линий напряженности внешнего магнитного поля. Определить напряженность внешнего магнитного поля, если при пропускании по рамке тока силой 1 А она повернулась на угол 60° . $\mu_0=4\pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м.

Ответ: а) $H=4,3 \cdot 10^4$ А/м; б) $H=3,3 \cdot 10^4$ А/м; в) $H=2,3 \cdot 10^4$ А/м; г) $H=1,3 \cdot 10^4$ А/м; д) $H=0,3 \cdot 10^4$ А/м.

145. Плоский контур, площадь S которого равна 25 см^2 , находится в однородном магнитном поле с индукцией $B=0,04$ Тл. Определить магнитный поток Φ , пронизывающий контур, если его плоскость составляет угол ($\beta=30^\circ$ с линиями индукции).

Ответ: а) $\Phi=10 \cdot 10^{-6}$ Вб; б) $\Phi=20 \cdot 10^{-6}$ Вб; в) $\Phi=30 \cdot 10^{-6}$ Вб; г) $\Phi=40 \cdot 10^{-6}$ Вб; д) $\Phi=50 \cdot 10^{-6}$ Вб.

146. Плоский контур площадью $S=20 \text{ см}^2$ находится в однородном магнитном поле ($B=0,03$ Тл). Определить магнитный поток Φ , пронизывающий контур, если плоскость его составляет угол $\phi=60^\circ$ с направлением линий индукции.

Ответ: а) $\Phi=62 \cdot 10^{-6}$ Вб; б) $\Phi=52 \cdot 10^{-6}$ Вб; в) $\Phi=42 \cdot 10^{-6}$ Вб; г) $\Phi=32 \cdot 10^{-6}$ Вб; д) $\Phi=22 \cdot 10^{-6}$ Вб.

147. На длинный картонный каркас диаметром $D=5$ см уложена виток к витку однослойная обмотка из проволоки диаметром $d=0,2$ мм. Определить магнитный поток Φ , создаваемый таким соленоидом при силе тока $I=0,5$ А. $\mu_0=4\pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м.

Ответ: а) $\Phi=7,210^{-6}$ Вб; б) $\Phi=6,2 \cdot 10^{-6}$ Вб; в) $\Phi=5,210^{-6}$ Вб; г) $\Phi=4,2 \cdot 10^{-6}$ Вб.

10^6 Вб; д) $\Phi = 3,2 \cdot 10^6$ Вб.

148. Соленоид длиной $\ell = 1$ м и сечением $S = 16$ см содержит $N = 200$ витков. Вычислить потокоцепление 4^x при силе тока I в обмотке 10 А. $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м.

Ответ: а) $V = 0,410^3$ Вб; б) $\Psi' = 0,610^3$ Вб; в) $\Psi' = 0,810^3$ Вб; г) $Y = 1,010^3$ Вб; д) $\Psi' = 1,810^3$ Вб.

149. Магнитный поток Φ сквозь сечение соленоида равен 50 мкВб. Длина соленоида $\ell = 50$ см. Найти магнитный момент p_m

соленоида, если его витки плотно прилегают друг к другу. $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м.

Ответ: а) $p_m = 50$ А-м²; б) $p_m = 40$ А-м²; в) $p_m = 30$ А-м²; г) $p_m = 20$ А-м²; д) $p_m = 10$ А-м².

150. Определить магнитный поток Φ , пронизывающий соленоид, если его длина $\ell = 50$ см и магнитный момент $p_m = 0,4$ А-м². $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м.

Ответ: а) $\Phi = 1 \cdot 10^6$ Вб; б) $\Phi = 2 \cdot 10^6$ Вб; в) $\Phi = 3 \cdot 10^6$ Вб; г) $\Phi = 4 \cdot 10^6$ Вб; д) $\Phi = 5 \cdot 10^6$ Вб.

156. Квадратный контур со стороной $a = 10$ см, по которому течет ток $I = 50$ А, свободно установился в однородном магнитном поле ($B = 10$ мТл). Определить изменение ΔW потенциальной энергии контура при повороте вокруг оси, лежащей в плоскости контура, на угол $\phi = 180^\circ$.

Ответ: а) $\Delta W = 6 \cdot 10^{-3}$ Дж; б) $\Delta W = 8 \cdot 10^{-3}$ Дж; в) $\Delta W = 10 \cdot 10^{-3}$ Дж; г) $\Delta W = 12 \cdot 10^{-3}$ Дж; д) $\Delta W = 14 \cdot 10^{-3}$ Дж.

162. Определить число ампер витков тороида без сердечника, внешний диаметр которого $d_x = 30$ см, а внутренний диаметр $d_2 = 20$ см. Индукция магнитного поля внутри тороида $B = 1,6 \cdot 10^{-3}$ Тл. $\mu_0 = 12,56 \cdot 10^{-7}$ Гн/м.

Ответ: а) $N_1 = 200$ ав; б) $N_1 = 400$ ав; в) $N_1 = 600$ ав; г) $N_1 = 800$ ав; д) $N_1 = 1000$ ав.

163. Определить напряженность магнитного поля на оси тороида без сердечника, по обмотке которого, содержащей $N = 200$ витков, идет ток силой 5 А. Внешний диаметр тороида $d_x = 30$ см, внутренний диаметр $d_2 = 20$ см.

Ответ: а) $H = 1,3 \cdot 10^3$ А/м; б) $H = 2,3 \cdot 10^3$ А/м; в) $H = 3,3 \cdot 10^3$ А/м; г) $H = 4,3 \cdot 10^3$ А/м; д) $H = 5,3 \cdot 10^3$ А/м.

164. Чугунный тороид, длина которого по средней линии $\ell = 1,00$ м, имеет воздушный зазор $\ell_2 = 5,00$ мм. По обмотке тороида, пустили ток $I = 4$ А, в результате чего индукция в зазоре стала $B_2 = 0,5$ Тл. Сколько витков

содержит обмотка тороида? Рассеиванием магнитного поля в воздушном зазоре можно пренебречь. При индукции магнитного поля в зазоре $B_2=0,5$ Тл, напряженность магнитного поля в сердечнике тороида $H=1500$ А/м.

Ответ: а) $N=773$; б) $N=873$; в) $N=973$; г) $N=1073$; д) $N=1171$.

165. В проволочное кольцо, присоединенное к баллистическому гальванометру, вставили прямой магнит. При этом по цепи прошел заряд $q=50$ мкКл. Определить изменение магнитного потока $\Delta\Phi$ через кольцо, если сопротивление цепи гальванометра $R=10$ Ом.

Ответ: а) $\Delta\Phi=0,5 \cdot 10^3$ Вб; б) $\Delta\Phi=0,410^3$ Вб; в) $\Delta\Phi=0,3 \cdot 10^3$ Вб; г) $\Delta\Phi=0,2 \cdot 10^3$ Вб; д) $\Delta\Phi=0,1 \cdot 10^3$ Вб.

166. Проволочный виток радиусом $r=4$ см, имеющий сопротивление $R=0,01$ Ом, находится в однородном магнитном поле с индукцией $B=0,04$ Тл. Плоскость витка составляет угол ($\alpha=30^\circ$ с линиями индукции поля. Какое количество электричества q протечет по витку, если магнитное поле исчезнет?

Ответ: а) $q=16 \cdot 10^3$ Кл; б) $q=14 \cdot 10^3$ Кл; в) $q=10 \cdot 10^3$ Кл; г) $q=6 \cdot 10^3$ Кл; д) $q=2 \cdot 10^3$ Кл.

167. Проволочный виток диаметром $D=5$ см и сопротивлением $R=0,02$ Ом находится в однородном магнитном поле ($B=0,3$ Тл). Плоскость витка составляет угол $\alpha=40^\circ$ с линиями индукции. Какой заряд q протечет по витку при выключении магнитного поля?

Ответ: а) $q=1,9 \cdot 10^3$ Кл; б) $q=0,19 \cdot 10^3$ Кл; в) $q=9 \cdot 10^3$ Кл; г) $q=19 \cdot 10^3$ Кл; д) $q=29 \cdot 10^3$ Кл.

168. На расстоянии $a=1$ м от длинного прямого провода с током $I=1$ кА находится кольцо радиусом $r=1$ см. Кольцо расположено так, что поток, пронизывающий его, максимален. Определить количество электричества q , которое протечет по кольцу, когда ток в проводнике будет выключен. Сопротивление R кольца равно 10 Ом. Поле в пределах кольца считать однородным.

Ответ: а) $q=6,28 \cdot 10^9$ Кл; б) $q=5,28 \cdot 10^9$ Кл; в) $q=4,28 \cdot 10^9$ Кл; г) $q=3,28 \cdot 10^9$ Кл; д) $q=2,28 \cdot 10^9$ Кл.

169. Проволочное кольцо радиусом $r=10$ см лежит на столе. Какое количество электричества q протечет по кольцу, если его повернуть с одной стороны на другую? Сопротивление R кольца равно 1 Ом. Вертикальная составляющая индукции магнитного поля Земли равна 50 мкТл.

Ответ: а) $q=3,14 \cdot 10^6$ Кл; б) $q=4,14 \cdot 10^6$ Кл; в) $q=5,14 \cdot 10^6$ Кл; г) $q=6,14 \cdot 10^6$ Кл.

10^6 Кл; д) $q=7,14 \cdot 10^6$ Кл.

170. Рамка из провода сопротивлением $R=0,04$ Ом равномерно вращается в однородном магнитном поле ($B=0,6$ Тл). Ось вращения лежит в плоскости рамки и перпендикулярна линиям индукции. Площадь рамки $S=200$ см². Определить заряд q , который потечет по рамке при изменении угла между нормалью к рамке и линиями индукции от 0 до 45° .

Ответ: а) $q=10810^3$ Кл; б) $q=98 \cdot 10^3$ Кл; в) $q=88 \cdot 10^3$ Кл; г) $q=78 \cdot 10^3$ Кл; д) $q=68 \cdot 10^3$ Кл.

171. Рамка из провода сопротивлением $R=0,04$ Ом равномерно вращается в однородном магнитном поле ($B=0,6$ Тл). Ось вращения лежит в плоскости рамки и перпендикулярна линиям индукции. Площадь рамки $S=200$ см². Определить заряд q , который потечет по рамке при изменении угла между нормалью к рамке и линиями индукции от 45° до 90° .

Ответ: а) $q=0,61$ Кл; б) $q=0,51$ Кл; в) $q=0,41$ Кл; г) $q=0,31$ Кл; д) $q=0,21$ Кл.

172. Тонкий медный провод массой $m=1$ г согнут в виде квадрата, и его концы замкнуты. Квадрат помещен в однородное магнитное поле ($B=0,1$ Тл) так, что его плоскость перпендикулярна линиям поля. Определить заряд q , который потечет по проводнику, если квадрат, потянув за противоположные вершины, вытянуть в линию. $\rho_{\text{си}}=1,7 \cdot 10^8$ Ом-м; плотность меди $\rho=8,9 \cdot 10^3$ кг/м³.

Ответ: а) $q=61 \cdot 10^3$ Кл; б) $q=110^3$ Кл; в) $q=5,110^3$ Кл; г) $q=51 \cdot 10^3$ Кл; д) $q=4110^3$ Кл.

173. В однородном магнитном поле с индукцией $B=0,4$ Тл в плоскости, перпендикулярной линиям индукции поля, вращается стержень длиной $l=10$ см. Ось вращения проходит через один из концов стержня. Определить разность потенциалов U на концах стержня при частоте вращения $\omega=16$ с⁻¹.

Ответ: а) $U \approx 0,5$ В; б) $U=0,4$ В; в) $U=0,3$ В; г) $U=0,2$ В; д) $U=0,1$ В.

174. В однородном магнитном поле ($B=0,1$ Тл) равномерно с частотой $\omega=5$ с⁻¹ вращается стержень длиной $l=50$ см так, что плоскость его вращения перпендикулярна линиям напряженности, а ось вращения проходит через один из его концов. Определить индуцируемую на концах стержня разность потенциалов U .

Ответ: а) $U=0,5$ В; б) $U=0,4$ В; в) $U=0,3$ В; г) $U=0,2$ В; д) $U=0,1$ В.

175. В однородном магнитном поле с индукцией $B=0,5$ Тл

вращается с частотой $\pi=10 \text{ с}^{-1}$ стержень длиной $l=20 \text{ см}$. Ось вращения параллельна линиям индукции и проходит через один из концов стержня перпендикулярно его оси. Определить разность потенциалов U на концах стержня.

Ответ: а) $U=0,53 \text{ В}$; б) $U=0,63 \text{ В}$; в) $U=0,73 \text{ В}$; г) $U=0,83 \text{ В}$; д) $U=0,93 \text{ В}$.

176. В однородном магнитном поле с индукцией $B=0,5 \text{ Тл}$ в плоскости, перпендикулярной линиям индукции поля, вращается стержень длиной $l=20 \text{ см}$. Ось вращения проходит через один из концов стержня. Определить разность потенциалов U на концах стержня при частоте вращения $\pi=10 \text{ с}^{-1}$.

Ответ: а) $U=330 \text{ мВ}$; б) $U=430 \text{ мВ}$; в) $U=530 \text{ мВ}$; г) $U=630 \text{ мВ}$; д) $U=730 \text{ мВ}$.

177. Прямой проводящий стержень длиной $l=40 \text{ см}$ находится в однородном магнитном поле ($B=0,1 \text{ Тл}$). Концы стержня замкнуты гибким проводом, находящимся вне поля. Сопротивление всей цепи $R=0,5 \text{ Ом}$. Какая мощность P потребуется для равномерного перемещения стержня перпендикулярно линиям магнитной индукции со скоростью $v=10 \text{ м/с}$?

Ответ: а) $P=0,12 \text{ Вт}$; б) $P=0,22 \text{ Вт}$; в) $P=0,32 \text{ Вт}$; г) $P=0,42 \text{ Вт}$; д) $P=0,52 \text{ Вт}$.

178. В однородном магнитном поле с индукцией $B=0,35 \text{ Тл}$ равномерно с частотой $\pi=480 \text{ мин}^{-1}$ вращается рамка, содержащая

$N=500$ витков площадью $S=50 \text{ см}^2$. Ось вращения лежит в плоскости рамки и перпендикулярна линиям индукции. Определить максимальную ЭДС индукции $E_{\text{тах}}$, возникшую в рамке.

Ответ: а) $E_{\text{тах}}=84 \text{ В}$; б) $E_{\text{тах}}=74 \text{ В}$; в) $E_{\text{тах}}=64 \text{ В}$; г) $E_{\text{тах}}=54 \text{ В}$; д) $E_{\text{тах}}=44 \text{ В}$.

179. Рамка, содержащая $N=200$ витков тонкого провода, может свободно вращаться относительно оси, лежащей в плоскости рамки. Площадь рамки $S=50 \text{ см}^2$. Ось рамки перпендикулярна линиям индукции однородного магнитного поля ($B=0,05 \text{ Тл}$). Определить максимальную Э.Д.С. $E_{\text{тах}}$, которая индуцируется в рамке при ее вращении с частотой $\pi=40 \text{ с}^{-1}$.

Ответ: а) $E_{\text{тах}}=32,6 \text{ В}$; б) $E_{\text{тах}}=12,6 \text{ В}$; в) $E_{\text{тах}}=42,6 \text{ В}$; г) $E_{\text{тах}}=1,26 \text{ В}$; д) $E_{\text{тах}}=2,6 \text{ В}$.

180. Короткая катушка, содержащая $N=1000$ витков, равномерно вращается в однородном магнитном поле с индукцией $B=0,04 \text{ Тл}$ с

угловой скоростью $\omega = 5$ рад/с относительно оси, совпадающей с диаметром катушки и перпендикулярной линиям индукции поля. Определить мгновенное значение ЭДС индукции E_x для тех моментов времени t , когда плоскость катушки составляет угол ($\beta = 60^\circ$) с линиями индукции поля. Площадь S катушки равна 100 см^2 .

Ответ: а) $E = 0,5 \text{ В}$; б) $E \sim 1 \text{ В}$; в) $E_f = 1,5 \text{ В}$; г) $E = 2,5 \text{ В}$; д) $E = 3,5 \text{ В}$.

181. Короткая катушка, содержащая $N = 10$ витков, равномерно вращается с частотой $\nu = 10 \text{ с}^{-1}$ относительно оси АВ, лежащей в плоскости катушки и перпендикулярной линиям однородного магнитного поля ($B = 0,04 \text{ Тл}$). Определить мгновенное значение ЭДС

индукции для тех моментов времени, когда плоскость катушки составляет угол $\alpha = 60^\circ$ с линиями поля. Площадь катушки $S = 100 \text{ см}^2$.

Ответ: а) $E = 1,26 \text{ В}$; б) $E = 12,6 \text{ В}$; в) $E = 126 \text{ В}$; г) $E = 26 \text{ В}$; д) $E = 56 \text{ В}$.

182. Рамка площадью $S = 200 \text{ см}^2$ равномерно вращается с частотой $\nu = 10 \text{ с}^{-1}$ относительно оси, лежащей в плоскости рамки и перпендикулярно линиям индукции однородного магнитного поля ($B = 0,2 \text{ Тл}$). Каково среднее значение ЭДС индукции $\langle E_j \rangle$ за время, в течение которого магнитный поток Φ , пронизывающий рамку, изменится от нуля до максимального значения?

Ответ: а) $\langle E_j \rangle = 0,06 \text{ В}$; б) $\langle E^* \rangle = 0,16 \text{ В}$; в) $\langle E_j \rangle = 0,26 \text{ В}$; г) $\langle E_j \rangle = 0,36 \text{ В}$; д) $\langle E_j \rangle = 0,46 \text{ В}$.

2

3

183. Соленоид сечением $S = 10 \text{ см}^2$ содержит $N = 10$ витков. При силе тока $I = 5 \text{ А}$ магнитная индукция B поля внутри соленоида равна $0,05 \text{ Тл}$. Определить индуктивность L соленоида.

Ответ: а) $L = 0,02 \text{ Гн}$; б) $L = 0,015 \text{ Гн}$; в) $L = 0,02 \text{ Гн}$; г) $L = 0,01 \text{ Гн}$; д) $L = 0,05 \text{ Гн}$.

184. Соленоид с сердечником из немагнитного материала содержит $N = 1200$ витков провода, плотно прилегающих друг к другу. При силе тока $I = 4 \text{ А}$ магнитный поток $\Phi = 6 \text{ мВб}$. Определить индуктивность L соленоида.

Ответ: а) $L = 5,8 \cdot 10^{-3} \text{ Гн}$; б) $L = 4,8 \cdot 10^{-3} \text{ Гн}$; в) $L = 3,8 \cdot 10^{-3} \text{ Гн}$; г) $L = 2,8 \cdot 10^{-3} \text{ Гн}$; д) $L = 1,8 \cdot 10^{-3} \text{ Гн}$.

185. По длинному соленоиду с немагнитным сердечником сечением $S = 5,0 \text{ см}^2$, содержащему $N = 1200$ витков, течет ток силой $I = 2,00 \text{ А}$. Индукция магнитного поля в центре соленоида $B = 10,0 \text{ мТл}$. Определить его индуктивность.

Ответ: а) $L = 3,0 \cdot 10^{-3} \text{ Гн}$; б) $L = 4,0 \cdot 10^{-3} \text{ Гн}$; в) $L = 5,0 \cdot 10^{-3} \text{ Гн}$; г) $L = 6,0 \cdot 10^{-3} \text{ Гн}$; д) $L = 7,0 \cdot 10^{-3} \text{ Гн}$.

186. По катушке индуктивностью $L = 8 \text{ мГн}$ течет ток $I = 6 \text{ А}$.

Определить среднее значение ЭДС $\langle E_s \rangle$ самоиндукции, возникающей в контуре, если сила тока изменяется практически до нуля за время $\Delta t = 5$ мс.

Ответ: а) $\langle E_s \rangle = 12,6 \cdot 10^3$ В; б) $\langle E_s \rangle = 7,6 \cdot 10^3$ В; в) $\langle E_s \rangle = 10,6 \cdot 10^3$ В; г) $\langle E_s \rangle = 8,6 \cdot 10^3$ В; д) $\langle E_s \rangle = 9,6 \cdot 10^3$ В.

187. В электрической цепи, содержащей резистор сопротивлением $R = 20$ Ом и катушку индуктивностью $L = 0,06$ Гн, течет ток $I = 20$ А. Определить силу тока I в цепи через $t = 0,2$ мс после ее размыкания.

Ответ: а) $I = 20,7$ А; б) $I = 18,7$ А; в) $I = 28,7$ А; г) $I = 16,7$ А; д) $I = 38,7$ А.

188. Источник тока замкнули на катушку сопротивлением $R = 20$ Ом. Через время $t = 0,1$ с сила тока I в катушке достигла 0,95 предельного значения. Определить индуктивность L катушки.

Ответ: а) $L = 0,67$ Гн; б) $L = 0,60$ Гн; в) $L = 0,70$ Гн; г) $L = 0,77$ Гн; д) $L = 0,87$ Гн.

189. Две катушки намотаны на один общий сердечник. Когда сила тока I_1 в первой катушке изменяется со скоростью dI_1/dt А/с, во второй катушке возникает ЭДС индукции $E_2 = 0,1$ В. Определить коэффициент L_{21} взаимной индукции катушек.

Ответ: а) $L_{21} = 0,04$ Гн; б) $L_{21} = 0,03$ Гн; в) $L_{21} = 0,02$ Гн; г) $L_{21} = 0,01$ Гн; д) $L_{21} = 0,25$ Гн.

Практическое занятие № 7

Работа по перемещению проводника с током в магнитном поле. Энергия магнитного поля.

190. Плоский квадратный контур со стороной $a = 10$ см, по которому течет ток $I = 100$ А, свободно установился в однородном магнитном поле индукцией $B = 1$ Тл. Определить работу, совершаемую внешними силами при повороте контура относительно оси, проходящей через середину его противоположных сторон, на угол $\alpha = 90^\circ$. При повороте контура сила тока в нем поддерживается постоянной.

Ответ: а) $A = 5$ Дж; б) $A = 4$ Дж; в) $A = 3$ Дж; г) $A = 2$ Дж; д) $A = 1$ Дж.

191. Виток, по которому течет ток $I = 20$ А, свободно установился в однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,016$ Тл. Диаметр d витка равен 10 см. Определить работу A , которую нужно совершить, чтобы повернуть виток на угол $\alpha = \pi/2$ относительно оси, совпадающей с диаметром.

Ответ: а) $A = 2,5 \cdot 10^{-3}$ Дж; б) $A = 3,5 \cdot 10^{-3}$ Дж; в) $A = 4,5 \cdot 10^{-3}$ Дж; г) $A = 5,5 \cdot 10^{-3}$ Дж; д) $A = 6,5 \cdot 10^{-3}$ Дж.

192. Плоский контур с током $I=5$ А свободно установился в однородном магнитном поле ($B=0,4$ Тл). Площадь контура $S=200$ см². Поддерживая ток в контуре неизменным, его повернули относительно оси, лежащей в плоскости контура, на угол $\alpha=40^\circ$. Определить численное значение работы, совершенной внешними силами.

Ответ: а) $A=6,4 \cdot 10^3$ Дж; б) $A=7,4 \cdot 10^3$ Дж; в) $A=8,4 \cdot 10^3$ Дж; г) $A=9,4 \cdot 10^3$ Дж; д) $A=10,4 \cdot 10^3$ Дж.

193. Квадратная рамка со стороной $a=10$ см, по которой течет ток $I=200$ А, свободно установилась в однородном магнитном поле с индукцией $B=0,2$ Тл. Определить работу A , которую необходимо совершить внешним силам при повороте рамки вокруг оси, лежащей в плоскости рамки и перпендикулярной линиям магнитной индукции, на угол $\alpha=27^\circ$.

Ответ: а) $A=0,3$ Дж; б) $A=0,4$ Дж; в) $A=0,5$ Дж; г) $A=0,6$ Дж; д) $A=0,7$ Дж.

194. Виток, в котором поддерживается постоянная сила тока $I=60$ А, свободно установился в однородном магнитном поле ($B=20$ мТл). Диаметр витка $d=10$ см. Какую работу A нужно совершить внешним силам для того, чтобы повернуть виток относительно оси, совпадающей с диаметром, на угол $\alpha=n/21$

Ответ: а) $A=1,4 \cdot 10^3$ Дж; б) $A=10,4 \cdot 10^3$ Дж; в) $A=9,4 \cdot 10^3$ Дж; г) $A=8,4 \cdot 10^3$ Дж; д) $A=7,4 \cdot 10^3$ Дж.

195. Плоский контур с током $I=50$ А расположен в однородном магнитном поле ($B=0,6$ Тл) так, что нормаль к контуру перпендикулярна линиям магнитной индукции. Площадь контура $S=1$ м². Определить работу, совершаемую силами поля при медленном повороте контура около оси, лежащей в плоскости контура, на угол $\alpha=30^\circ$.

Ответ: а) $A=10$ Дж; б) $A=15$ Дж; в) $A=20$ Дж; г) $A=25$ Дж; д) $A=30$ Дж.

196. В однородном магнитном поле перпендикулярно линиям индукции расположен плоский контур площадью $S=100$ см². Поддерживая в контуре постоянную силу тока $I=50$ А, его переместили из поля в область пространства, где поле отсутствует. Определить магнитную индукцию B поля, если при перемещении контура внешними силами была совершена работа $A=0,4$ Дж.

Ответ: а) $B=0,9$ Тл; б) $B=0,8$ Тл; в) $B=0,7$ Тл; г) $B=0,6$ Тл; д) $B=0,5$ Тл.

197. По проводу согнутому в виде квадрата со стороной длиной $a=10$ см, течет ток $I=20$ А, сила которого поддерживается неизменной.

Плоскость квадрата составляет угол $\alpha=20^\circ$ с линиями индукции однородного магнитного поля ($B=0,1$ Тл). Вычислить работу A , которую необходимо совершить внешним силам для того, чтобы удалить провод за пределы поля.

Ответ: а) $A=6,84$ мДж; б) $A=8,84$ мДж; в) $A=10,84$ мДж; г) $A=12,84$ мДж; д) $A=14,84$ мДж.

198. По проводу, согнутому в виде квадрата со стороной длиной $a=10$ см, течет ток $I=20$ А, сила которого поддерживается неизменной. Плоскость квадрата составляет угол $\alpha=20^\circ$ с линиями индукции однородного магнитного поля ($B=0,1$ Тл). Вычислить работу A , которую необходимо совершить внешним силам для того, чтобы удалить провод за пределы поля.

Ответ: а) $A=7,8 \cdot 10^3$ Дж; б) $A=6,8 \cdot 10^3$ Дж; в) $A=5,8 \cdot 10^3$ Дж; г) $A=4,8 \cdot 10^3$ Дж; д) $A=3,81 \cdot 10^3$ Дж.

199. Квадратный контур со стороной $a=10$ см, в котором течет ток $I=6$ А, находится в магнитном поле ($B=0,8$ Тл) под углом $\alpha=60^\circ$ к линиям индукции. Какую работу A нужно совершить (внешним силам), чтобы при неизменной силе тока в контуре изменить его форму на окружность?

Ответ: а) $A=-2,5 \cdot 10^3$ Дж; б) $A=-3,5 \cdot 10^3$ Дж; в) $A=-4,5 \cdot 10^3$ Дж; г) $A=-5,5 \cdot 10^3$ Дж; д) $A=-6,5 \cdot 10^3$ Дж.

200. Соленоид с сердечником из немагнитного материала содержит $N=1200$ витков провода, плотно прилегающих друг к другу. При силе тока $I=4$ А магнитный поток $\Phi=6$ мВб. Определить энергию магнитного поля соленоида.

Ответ: а) $W=3,44 \cdot 10^2$ Дж; б) $W=2,44 \cdot 10^2$ Дж; в) $W=1,44 \cdot 10^2$ Дж; г) $W=0,144 \cdot 10^2$ Дж; д) $W=0,44 \cdot 10^2$ Дж.

201. На железное кольцо намотано в один слой $N=200$ витков. Определить энергию W магнитного поля, если при силе тока $I=2,5$ А магнитный поток Φ в железе равен 0,5 мВб.

Ответ: а) $W=125 \cdot 10^3$ Дж; б) $W=225 \cdot 10^3$ Дж; в) $W=155 \cdot 10^3$ Дж; г) $W=255 \cdot 10^3$ Дж; д) $W=325 \cdot 10^3$ Дж.

202. Индуктивность L соленоида при длине $l=1$ м и площади поперечного сечения $S=20$ см² равна 0,4 мГн. Определить силу тока I в соленоиде, при которой объемная плотность энергии магнитного поля внутри соленоида равна 0,1 Дж/м³.

Ответ: а) $I=5$ А; б) $I=4$ А; в) $I=3$ А; г) $I=2$ А; д) $I=1$ А.

Практическое занятие № 8

Электромагнитные колебания и волны.

203. Колебательный контур состоит из конденсатора емкостью $C=5$ мкФ и катушки с индуктивностью $L=0,200$ Гн. Определить максимальную силу тока I_0 в контуре, если максимальная разность потенциалов на обкладках конденсатора $U_0=90$ В. Активным сопротивлением контура R пренебречь.

Ответ: а) $I_0=0,35$ А; б) $I_0=0,55$ А; в) $I_0=0,45$ А; г) $I_0=0,65$ А; д) $I_0=0,25$ А.

204. В цепи, состоящей из последовательно соединенных резистора, катушки индуктивности и конденсатора, действует синусоидальная ЭДС. Определить частоту ЭДС ω , при которой в цепи наступит резонанс, если $C=0,1$ мкФ, $L=1,0$ мГн.

Ответ: а) $\omega_{\text{рез}}=3,010^5$ рад/с; б) $\omega_{\text{рез}}=4,0 \cdot 10^5$ рад/с; в) $\omega_{\text{рез}}=2,0 \cdot 10^5$ рад/с; г) $\omega_{\text{рез}}=5,010^5$ рад/с; д) $\omega_{\text{рез}}=1,0 \cdot 10^5$ рад/с.

205. Определить длину λ электромагнитной волны в вакууме, на которую настроен колебательный контур, если максимальный заряд на обкладках конденсатора $q_m=50$ нКл, а максимальная сила тока в контуре $I_m=1,5$ А. Активным сопротивлением R контура пренебречь.

Ответ: а) $\lambda=62,8$ м; б) $\lambda=82,8$ м; в) $\lambda=22,8$ м; г) $\lambda=52,8$ м; д) $\lambda=32,8$ м.

206. Плоская монохроматическая электромагнитная волна распространяется вдоль оси x . Амплитуда напряженности электрического поля волны $E_0=5$ мВ/м, амплитуда напряженности магнитного поля волны $H_0=1$ мА/м. Определить энергию W , перенесенную волной за время $t=10$ мин через площадку, расположенную перпендикулярно оси x , площадью поверхности

$S=15$ см². Период волны $T \ll t$.

Ответ: а) $W=0,45 \cdot 10^6$ Дж; б) $W=4510^6$ Дж; в) $W=2,510^3$ Дж; г) $W=0,25 \cdot 10^3$ Дж; д) $W=4,5 \cdot 10^6$ Дж.

207. Определить энергию, которую переносит за время $t=1$ мин плоская синусоидальная электромагнитная волна, распространяющаяся в вакууме, через площадку $S=10$ см², расположенную перпендикулярно направлению распространения волны. Амплитуда напряженности электрического поля волны $E_0=1$ мВ/м. Период волны $T \ll t$. $\epsilon_0=8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м; $\mu_0=12,56 \cdot 10^{-7}$ Гн/м.

Ответ: а) $W=4,110^{12}$ Дж; б) $W=91 \cdot 10^{12}$ Дж; в) $W=710 \cdot 10^{12}$ Дж; г) $W=8 \cdot 10^{12}$ Дж; д) $W=3 \cdot 10^{12}$ Дж.

208. В вакууме вдоль оси x распространяется плоская электромагнитная волна и падает перпендикулярно на поверхность тела,

полностью ее поглощающего. Амплитуда напряженности магнитного поля волны $H_0 = 0,15$ А/м. Определить давление p , оказываемое волной на это тело.

Ответ: а) $p = 0,54 \cdot 10^{-7}$ Па; б) $p = 0,44 \cdot 10^{-7}$ Па; в) $p = 0,34 \cdot 10^{-7}$ Па; г) $p = 0,24 \cdot 10^{-7}$ Па; д) $p = 0,14 \cdot 10^{-7}$ Па.

Список рекомендуемой литературы

1. Савельев, И. В. Курс общей физики [Текст]: учебник: в 3 т. / И. В. Савельев. - Изд. 11-е, стер. - СПб.: Лань, 2011. - Т. 2: Электричество и магнетизм. Волны. Оптика. - 496 с.
2. Трофимова Т.И. Курс физики [Текст]: учеб. пособие для вузов./ Т.И. Трофимова. - 7-е изд., стер. - М.: Высш. шк., 2002. - 542 с.
3. Физика: постоянный ток, электромагнетизм, волновая оптика [Электронный ресурс]: практикум: учебное пособие / В.И. Барсуков, О.С. Дмитриев, В.Е. Иванов, Ю.П. Ляшенко.- Тамбов: ТГТУ, 2014. - 104 с. - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=277918>
4. Барсуков, В. И. Физика: постоянный ток, электромагнетизм, волновая оптика [Электронный ресурс]: практикум / В. И. Барсуков, О. С. Дмитриев, В. Е. Иванов, Ю. П. Ляшенко - Тамбов : Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2014. - 104 с.- Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=277918>
5. Яковенко, А., Соболев В. Р., Бондарь В. А. Общая физика: сборник задач [Электронный ресурс]: учебное пособие / В. А. Яковенко, В. Р. Соболев, В. А. Бондарь и др. ; под общ. ред. В. Р. Соболева. - Минск : Высшая школа, 2015. - 456 с. - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=448270>
6. Алтунин, К. К. Методы математической физики [Электронный ресурс]: учебное пособие / К. К. Алтунин. - 3-е изд. - М. : Директ-Медиа, 2014. - 123 с. - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=240552>
7. Перунова, М. Трудные вопросы курса физики: электромагнитная индукция [Электронный ресурс]: учебное пособие / М. Перунова; ОГУ. - Оренбург : ОГУ, 2014. - 120 с. - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259218>
8. Малышев, Л. Г. Избранные главы курса физики: электромагнетизм [Электронный ресурс]: учебное пособие / Л. Г. Малышев, А. А. Повзнер; Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина. - Екатеринбург : Издательство

Уральского университета, 2014. - 157 с. - Режим доступа:
<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=275795>

Чертов А. Г., Воробьев А. А. Задачник по физике: учеб. пособие для
втузов.-7-е изд., перераб. и доп. -М.: Издательство Физико-
математической литературы, 2003.-640 с.