

**МПС  
УРАЛЬСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ**

**КАФЕДРА ФИЗИКИ  
СБОРНИК КОНТРОЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ  
ПО КУРСУ ФИЗИКИ ( РАЗДЕЛ ЭЛЕКТРОМАГНЕТИЗМ )  
ДЛЯ СТУДЕНТОВ ЗАОЧНОЙ И ОЧНОЙ ФОРМ ОБУЧЕНИЯ**

**МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ РАЗРАБОТАЛ:  
к.ф.м.н. доцент кафедры физики Е.Б.ХАН**

**г. ЕКАТЕРИНБУРГ 1997 г.**

## УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

1. Контрольная работа (КР) должна быть выполнена в школьной тетради, Предмет , ФИО, шифр, домашний адрес , номер контрольной работы, курс, ФИО преподавателя.
2. Условие задачи в КР необходимо переписать полностью.
3. Указать основные законы и формулы, на которые базируется решение, и дать словесную формулировку этих законов.
4. Представить чертеж, поясняющий содержание задачи.
5. Сопровождать решения задач краткими пояснениями.
6. В конце КР привести литературу, которой студент пользовался при выполнении задания,
7. В контрольной работе студент должен решить 8 задач того варианта, номер которого совпадает с последней цифрой его шифра.

Номера задач, которые студент должен включить в свою контрольную работу, определяются по « ТАБЛИЦАМ ВАРИАНТОВ».

**ТАБЛИЦА ВАРИАНТОВ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ № 3  
(ЭЛЕКТРОСТАТИКА)**

ВАРИАНТ	Номера задач							
1	1	12	34	35	5	29	45	59
2	2	13	33	36	6	28	46	58
3	7	14	37	38	27	47	57	62
4	8	15	39	66	26	55	56	61
5	40	65	32	59	24	25	54	60
6	9	16	41	64	22	23	52	53
7	10	17	42	63	20	21	50	51
8	3	32	43	62	19	48	49	55
9	4	18	31	61	24	28	46	59
10	11	30	44	60	26	29	56	58

**ТАБЛИЦА ВАРИАНТОВ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ № 4  
(ЭЛЕКТРОМАГНЕТИЗМ)**

ВАРИАНТ	Номера задач							
1	67	88	129	101	109	76	119	113
2	68	94	128	102	85	110	111	112
3	69	92	95	127	81	76	108	114
4	70	91	96	126	87	82	107	115
5	71	90	97	125	80	85	106	116
6	72	89	98	124	79	83	105	117
7	73	88	99	123	78	84	104	118
8	74	87	100	122	77	94	103	119
9	75	86	101	121	69	128	107	115
10	76	85	102	120	81	97	108	114

## РАЗДЕЛ ЭЛЕКТРОСТАТИКА

1. Точечные заряды  $Q_1 = 20 \cdot 10^{-6}$  Кл и  $Q_2 = 10 \cdot 10^{-6}$  Кл находятся на расстоянии  $R = 5$  см друг от друга. Определить силу, действующую на заряд  $Q_3 = 10^{-6}$  Кл в точке, удаленной на  $R_2 = 3$  см и  $R_3 = 4$  см от зарядов  $Q_1$  и  $Q_2$ .
2. Три одинаковых точечных заряда  $Q_1 = Q_2 = Q_3 = 2 \cdot 10^{-9}$  Кл находятся на вершинах равностороннего треугольника со стороной  $S = 10$  см. Определить силу, действующую на один из зарядов со стороны других.
3. На вершинах шестиугольника со стороной  $S = 0,1$  м расположены точечные заряды  $+Q, +2Q, +3Q, +4Q, +5Q, +6Q$ . ( $Q = 10^{-7}$  Кл). Найти силу, действующую на точечный заряд  $+Q$ , лежащий в центре шестиугольника.
4. На вершинах квадрата находятся заряды:  $+Q_1 = +Q_2 = +Q_3 = +Q_4 = 0,3 \cdot 10^{-9}$  Кл. Какой отрицательный заряд  $-q$  нужно поместить в центре квадрата, чтобы заряды находились в равновесии?
5. Четыре одинаковых заряда  $+Q_1 = +Q_2 = +Q_3 = +Q_4 = 40 \cdot 10^{-9}$  Кл закреплены в вершинах квадрата со стороной  $S = 0,1$  м. Найти силу  $F$ , действующую на один из этих зарядов со стороны трех остальных.
6. Три одинаковых точечных заряда  $+Q_1 = +Q_2 = +Q_3 = 2 \cdot 10^{-9}$  Кл находятся на вершинах равностороннего треугольника со стороной  $a = 0,1$  м. Какой заряд нужно поместить на пересечении биссектрис, чтобы заряды находились в равновесии?
7. Определить, с какой силой действует заряженная с линейной плотностью  $\tau = 10^{-7}$  Кл/м полуокружность радиуса  $R = 0,2$  м на точечный заряд  $Q = 5 \cdot 10^{-6}$  Кл, расположенный в центре полуокружности.
8. Тонкий стержень длиной  $L = 20$  см равномерно заряжен с линейной плотностью  $\tau = 1,5 \cdot 10^{-7}$  Кл/м. На продолжении оси стержня на расстоянии  $12$  см находится заряд  $Q$ , на который действует сила  $F = 2/25 \cdot 10^{-3}$  Н. Чему равен заряд  $Q$ ?
9. Из тонкой нити, заряженной с линейной плотностью  $\tau = 0,2 \cdot 10^{-8}$  Кл/м, сделан квадрат со стороной  $a = 0,06$ . На оси квадрата на расстоянии  $L = 0,04$  от его центра находится заряд  $Q = 10^{-7}$  Кл. Определить силу, с которой заряженный по периметру квадрат действует на точечный заряд?
10. Стороны основания правильного тетраэдра сделаны из нити, заряженной с линейной плотностью  $\tau = 10^{-8}$  Кл/м. На вершину тетраэдра поместили точечный заряд  $Q = 10^{-7}$  Кл. Найти силу, действующую на данный заряд.
11. Кольцо радиуса  $R = 0,15$  м равномерно заряжено положительным зарядом  $Q = 10^{-6}$  Кл. Найти силу, с которой заряженное кольцо действует на точечный заряд  $+q = 10^{-8}$  Кл, находящийся на оси кольца, на расстоянии  $h = 0,1$  м от центра кольца?
12. Поле создано заряженным по периметру с линейной плотностью  $\tau = 10^{-7}$  Кл/м квадратом. Сторона квадрата  $a = 0,2$  м. Рассчитать напряженность электрического поля в центре квадрата.

13. Определить напряженность электрического поля, создаваемого стержнем длиной  $L = 6$  см равномерно заряженным с линейной плотностью  $\tau = 20 \cdot 10^{-6}$  Кл/м в точке, равно стоящей от концов стержня на расстоянии  $S = 5$  см.
14. Тонкий стержень длиной  $L = 10$  см заряжен линейной плотностью  $\tau = 4 \cdot 10^{-7}$  Кл/м. Найти напряженность электрического поля в точке, лежащей на перпендикуляре, проведенном через один из концов стержня, на расстоянии  $S = 5$  см от его конца.
15. Две параллельные нити длиной  $L_1 = L_2 = 17,4$  см, расположенные на расстоянии  $8$  см, заряжены линейной плотностью  $\tau_1 = \tau_2 = + 10^{-9}$  Кл/м. Найти величину и направление напряженности электрического поля в точке пересечения перпендикуляров, проведенных через средние точки нити, на расстоянии  $S = 10$  см от них.
16. Электрическое поле создано квадратом, заряженным по периметру с линейной плотностью  $\tau = 10^{-7}$  Кл/м. Сторона квадрата  $a = 0,2$  м. Рассчитать напряженность поля в точке, лежащей на оси квадрата, на расстоянии  $S = 0,1$  м от его центра.
17. Электрическое поле создано тремя нитями, сходящимися к одной точке А под углом  $60$  градусов друг к другу. Длина нити равна  $a = b = c = 0,1$  м. Нити заряжены одноименными зарядами линейной плотностью  $\tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = 10^{-7}$  Кл/м. Рассчитать напряженность электрического поля в точке А.
18. Электрическое поле создано заряженными кольцом и нитью, лежащей на оси кольца с одной его стороны. Радиус кольца равен  $0,2$  м, длина нити равна  $0,3$  м. Линейные плотности зарядов кольца и нити одинаковые и равны  $0,4 \cdot 10^{-7}$  Кл/м. Определить напряженность электрического поля в точке; лежащей на оси кольца по другую его сторону на расстоянии  $0,4$  м от центра.
19. По тонкой нити, изогнутой по дуге окружности радиуса  $R = 10$  см, равномерно распределен заряд  $Q = 20 \cdot 10^{-9}$  Кл. Определить напряженность электрического поля в точке, совпадающей с центром кривизны дуги, если длина нити равна четверти длины окружности.
20. Кольцо из проволоки радиуса  $R = 0,1$  м равномерно заряжено зарядом  $Q = 10^{-9}$  Кл. На каком расстоянии на оси кольца от его центра напряженность электрического поля будет максимальной.
21. Определить напряженность электрического поля, в центре полусферы, если поля создаются заряженной по поверхности полусферой  $\sigma_1 = 10^{-9}$  Кл/м<sup>2</sup> и заряженным по поверхности диском  $\sigma_2 = 2 \cdot 10^{-9}$  Кл/м<sup>2</sup> радиуса  $R = 0,1$  м, расположенным параллельно основанию полусферы и отстоящим от него на расстоянии  $a = 0,2$  м. (Ось диска совпадает с осью полусферы).
22. Бесконечно протяженная заряженная с линейной плотностью  $\tau = 10^{-7}$  Кл/м нить образует петлю радиуса  $R = 0,2$  м. Определить напряженность электрического поля в центре петли.
23. Два разноименно заряженных с поверхностной плотностью  $\sigma_1 = \sigma_2 = 10^{-9}$  Кд/м<sup>2</sup> тонких параллельно расположенных вдоль одной оси дисков радиусами  $R_1 = R_2 = 10$  см находятся на расстоянии  $a = 12$  см. Вычислить напряженность электрического поля в точке, лежащей на оси дисков и равноудаленной от обоих дисков.

24. Вычислить напряженность электрического поля в точке, расположенной в центре полукольца радиуса  $R = 0,05$  см, если по этому полукольцу равномерно распределен заряд  $Q = 3 \cdot 10^{-7}$  Кл.
25. По тонкому кольцу с внешним и внутренним радиусами ( $R_1 = 5$  см,  $R_2 = 10$  см) равномерно распределен заряд с поверхностной плотностью  $\sigma = 10^{-9}$  Кл/м<sup>2</sup>, Вычислить напряженность электрического поля в точке, лежащей на оси кольца, на расстоянии  $a = 10$  см от его центра.
26. Методом интегрирования определить напряженность электрического поля, созданного бесконечно протяженной равномерно заряженной поверхностной плотностью  $\rho = 10^{-9}$  Кл/м<sup>2</sup> пластиной, в точке, отстоящей от пластины на расстоянии  $a = 0.1$  м
27. Электрическое поле создано заряженной по объему с объемной плотностью заряда  $\rho = 5 \cdot 10^{-9}$  Кл/м<sup>3</sup> полусферой, радиуса  $R = 0,2$  м. Рассчитать напряженность электрического поля в центре полу сферы.
28. Заряд равномерно распределен по поверхности диска с поверхностной плотностью  $\sigma = 10^{-9}$  Кл/м<sup>2</sup>. Найти напряженность электрического поля в точке, лежащей на оси диска и отстоящей от центра диска на расстоянии  $a = 5$  см,  $R = 0.1$  м
29. Поле создается частью сферы радиуса  $R$ , получаемой между двумя параллельными плоскостями, одна из которых рассекает сферу пополам, вторая проходит на расстоянии  $R/2$  от первой. Поверхностная плотность сферы равна  $\sigma = 10^{-9}$  Кл/м<sup>2</sup>. Параллельные плоскости заряжены. Вычислить напряженность электрического поля в центре сферы.
30. По поверхности Сферы, /радиуса  $R$  равномерно распределен заряд  $Q$ . Доказать, что напряженность электрического поля в центре сферы равна нулю.
31. Методом интегрирования доказать, что напряженность электрического поля, созданного бесконечно протяженной равномерно заряженной по поверхности пластиной, в любой точке, вычисляется по формуле:  $E = \sigma / 2\epsilon_0$
32. Методом интегрирования определить напряженность электрического поля, созданного бесконечно протяженной заряженной по поверхности плоскостью в точке А, отстоящей от поверхности на расстоянии  $S = 0,1$  м. ( $\sigma = 10^{-9}$  Кл/м.).
33. Бесконечно длинная нить заряжена с линейной плотностью;  $\tau = 10^{-6}$  Кл/м. Перпендикулярно ей расположен стержень длиной  $L = 10$  см. Ближайший конец стержня находится на расстоянии,  $a = 20$  см от нити. Определить силу, действующую на стержень, если он заряжен с линейной плотностью  $\tau = 2 \cdot 10^{-6}$  Кл/м
34. Шар радиусом  $R = 10$  см содержит заряд  $Q = 10^{-7}$  Кл. На расстоянии равном радиусу шара от его, поверхности. находится конец нити, вытянутой вдоль силовой линий. По нити равномерно распределен заряд  $q = 10^{-8}$  Кл. Длина нити равна,  $a = 20$  см. Определить силу, действующую на нить со стороны электрического поля шара.

35. Заряд равномерно распределен по поверхности диска, радиуса  $R=10$  см. Поверхностная плотность диска равна  $\sigma = 10^{-9}$  Кл/м<sup>2</sup>. Найти напряженность электрического поля на оси диска на расстоянии  $S = 5$  см от его центра.
36. Электрическое поле образовано заряженным по поверхности диском ( $R = 0,04$  м и  $Q = 10^{-8}$  Кл). Вычислить разность потенциалов в точках, лежащих на оси диска, на расстояниях  $S_1 = 0,02$  м и  $S_2 = 0,002$  м от центра диска.
37. Две бесконечно протяженные равномерно заряженные с поверхностной плотностью  $+\sigma_1 = +\sigma_2 = 10^{-7}$  Кл/м<sup>2</sup> плоскости пересекаются под углом 60 градусов. Найти величину и направление напряженности электрического поля в произвольной точке, лежащей на биссектрисе двугранного угла.
38. Рассчитать потенциал в центре сферы радиуса  $R = 0,04$  м, равномерно заряженной по объему с объемной плотностью  $\rho = 10^{-9}$  Кл/м<sup>3</sup>.
39. На расстоянии 8 см от бесконечно протяженной заряженной с поверхностной плотностью  $-\sigma = 2 \cdot 10^{-7}$  Кл/м<sup>2</sup> плоскости проведена параллельно ей бесконечно длинная нить, заряженная с линейной плотностью  $+\tau = 8 \cdot 10^{-7}$  Кл/м. Вычислить напряженность электрического поля в точке, равноотстоящей от плоскости и от нити.
40. В комнату влетела шаровая молния радиуса  $R = 3$  см и объемной плотностью заряда  $\rho = 5 \cdot 10^{-6}$  Кл/м<sup>3</sup>. Чему равен поток вектора напряженности электрического поля  $N$ , выходящий за пределы комнаты.
41. Резиновый воздушный шарик несет заряд  $Q = 10^{-7}$  Кл, равномерно распределенный по его поверхности. Радиус шарика равен  $R_1 = 0,02$  м. Шарик начинают надувать до радиуса  $R_2 = 0,04$  м. Рассчитать напряженность электрического поля в точках, отстоящих от центра шара на расстояниях  $S_1 = 0,03$  м и  $S_2 = 0,05$  м до и после его надувания.
42. За пределами двух бесконечно протяженных параллельных равномерно заряженных с поверхностными плотностями  $+\sigma_1 = 3 \cdot 10^{-7}$  Кл/м<sup>2</sup> и  $-\sigma_2 = 2 \cdot 10^{-7}$  Кл/м<sup>2</sup> пластин находится заряд  $+Q = 4 \cdot 10^{-7}$  Кл. Чему равна сила, действующая на заряд  $Q$ ?
43. Бесконечно длинный цилиндр (внутренний радиус  $r = 0,05$  м, внешний радиус  $R = 0,07$  м) равномерно заряжен с объемной плотностью  $\rho = 4 \cdot 10^{-9}$  Кл/м<sup>3</sup>. Рассчитать напряженность электрического поля в точке, отстоящей от оси цилиндра на расстоянии  $S = 0,1$  м.
44. На бесконечно длинном тонкостенном цилиндре диаметром  $\Phi = 20$  см равномерно распределен заряд с поверхностной плотностью  $\sigma = 4 \cdot 10^{-6}$  Кл/м<sup>2</sup>. Определить напряженность электрического поля в точке, отстоящей от оси цилиндра на расстоянии  $S = 40$  см.
45. Две бесконечно длинные параллельные нити находятся на расстоянии  $a = 5$  см друг от друга. На нитях равномерно распределены заряды с линейными плотностями  $\tau_1 = -5 \cdot 10^{-9}$  Кл/м и  $\tau_2 = +10 \cdot 10^{-9}$  Кл/м. Определить напряженность электрического поля в точке, удаленной от первой нити на расстоянии  $b = 3$  см и от второй -  $c = 4$  см.

46. Две бесконечно протяженные взаимно перпендикулярные плоскости заряжены с поверхностными плотностями  $\sigma_1 = -4 \cdot 10^{-6} \text{ Кл/м}^2$  и  $\sigma_2 = +5 \cdot 10^{-6} \text{ Кл/м}^2$ . Найти напряженность электрического поля в точке, равноотстоящей от обеих пластин.
47. Заряд  $Q = 5 \cdot 10^{-8} \text{ Кл}$  равномерно распределен по поверхности шара радиуса  $R = 0,04 \text{ м}$ . По какому закону убывает напряженность электрического поля вдоль оси  $X$ , совпадающей с диаметром шара, начиная от его центра до точки, отстоящей от центра на расстоянии  $S = 0,1 \text{ м}$ ? Начертить график зависимости  $E = E(X)$ .
48. Шар радиуса  $R = 10 \text{ см}$  равномерно заряжен с объемной плотностью  $\rho = 10^{-6} \text{ Кл/м}^3$ . Определить разность потенциалов в двух точках, лежащих на радиальной прямой и удаленных от центра шара на расстояниях  $S_1 = 2 \text{ см}$  и  $S_2 = 4 \text{ см}$ .
49. Стержень согнутый в полукольцо радиуса  $R = 5 \text{ см}$ , заряжен линейной плотностью заряда  $\tau = 133 \cdot 10^{-9} \text{ Кл/м}$ . Какую работу надо совершить, чтобы перенести заряд  $Q = 6 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$  из центра полукольца в бесконечность.
50. По тонкому кольцу радиуса  $R = 0,03 \text{ м}$  равномерно распределен заряд  $Q = 10^{-8} \text{ Кл}$ . Определить потенциал в центре кольца.
51. Найти поверхностную плотность заряда бесконечно протяженной плоскости, если точечный заряд  $Q = 10^{-7} \text{ Кл}$  под действием электрического поля перемещается вдоль силовой линии на расстояние  $S = 2 \text{ см}$ , при этом силы поля совершают работу равную  $A = 5 \cdot 10^{-6} \text{ Дж}$ .
52. Тонкий стержень длиной  $L = 10 \text{ см}$  несет равномерно распределенный заряд  $Q = 10^{-9} \text{ Кл}$ . Определить потенциал электрического поля в точке, лежащей на оси стержня на расстоянии  $S = 20 \text{ см}$  от ближайшего его конца.
53. Найти линейную плотность заряда бесконечно длинной нити, если в поле нити движется заряд  $Q = 10^{-9} \text{ Кл}$  вдоль радиальной прямой от точек, находящихся на расстояниях  $a = 1 \text{ см}$  от нити до  $b = 4 \text{ см}$ , при этом скорость заряда увеличилась от  $2 \cdot 10^5 \text{ м/с}$  до  $3 \cdot 10^6 \text{ м/с}$ .
54. Шар радиуса  $R = 5 \text{ см}$  несет заряд  $Q = 10^{-9} \text{ Кл}$ . Найти работу по перемещению заряда  $q = 10^{-8} \text{ Кл}$  вдоль радиальной прямой из одной точки в другую, отстоящие от центра шара на расстояниях,  $a = 13 \text{ см}$  и  $b = 16$ , соответственно.
55. Поле образовано заряженным кольцом ( $R = 0,02 \text{ м}$ ,  $Q = 10^{-6} \text{ Кл}$ ). Вычислить разность потенциалов в точках, лежащих на оси кольца, отстоящих от центра кольца на расстояниях  $S_1 = 0,01 \text{ м}$  и  $S_2 = 0,03 \text{ м}$ .
56. Кольцо радиуса  $R = 10 \text{ см}$  заряжено линейной плотностью  $\tau = 3 \cdot 10^{-6} \text{ Кл/м}$ . Какую работу надо совершить, чтобы перенести заряд  $Q = 10^{-6} \text{ Кл}$  из центра кольца в точку, расположенную на оси кольца на расстоянии  $L = 20 \text{ см}$  от его центра.
57. На расстоянии  $S = 4 \text{ см}$  от бесконечно длинной заряженной нити находится заряд  $Q = 10^{-8} \text{ Кл}$ .

Под действием поля заряд перемещается по радиальной прямой к нити до расстояния  $L = 2$  см. При этом совершается работа  $A = 5 \cdot 10^{-5}$  Дж. Найти линейную плотность заряда нити.

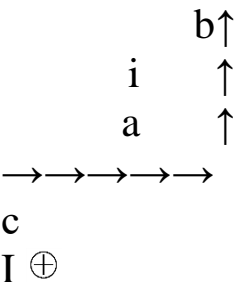
58. Дана бесконечно протяженная равномерно заряженная объемной плотностью  $\rho = 10^{-5}$  Кл/м<sup>3</sup> пластина толщиной  $d = 2$  см. Вычислить работу по перемещению электрона из точки  $a = 4$  см до точки  $b = 5$  см, лежащих вдоль одной прямой от центра пластин.
59. Поле образовано бесконечно длинной нитью, заряженной с линейной плотностью  $\tau = 20 \cdot 10^{-9}$  Кл/м. Определить разность потенциалов в двух точках поля, отстоящих от нити на расстояниях,  $a = 8$  см и  $b = 12$  см.
60. Электрическое поле образовано бесконечно протяженной равномерно заряженной с поверхностной плотностью заряда  $\sigma = 40 \cdot 10^{-9}$  Кл/м<sup>2</sup> плоскостью. Определить разность потенциалов в двух точках, лежащих на перпендикуляре к плоскости и отстоящих от плоскости на расстояниях  $A = 15$  см и  $B = 20$  см.
61. Электрическое поле образовано заряженной нитью, длиной  $L = 0,2$  м и  $\tau = 10^{-9}$  Кл/м. Вычислить разность потенциалов в двух точках, лежащих на перпендикуляре, проведенном через середину нити, на расстояниях  $A = 0,1$  м и  $B = 0,25$  м от нити.
62. Тонкий стержень длиной  $L = 10$  см несет равномерно распределенный заряд  $Q = 10^{-9}$  Кл. Найти работу по перемещению заряда  $q = 10^{-8}$  Кл вдоль оси стержня из точки  $A$  в точку  $B$ , отстоящих от ближайшего конца стержня на расстояниях  $5$  см и  $10$  см, соответственно.
63. Поле образовано заряженным кольцом радиуса  $R = 0,02$  м. Линейная плотность заряда  $\tau = 10^{-9}$  Кл/м. Вычислить разность потенциалов в точках, лежащих на оси кольца, на расстояниях  $A = 0,01$  м и  $B = 0,03$  м от центра кольца.
64. Поле образовано заряженным по поверхности бесконечно тонким диском радиуса  $R = 0,04$  м. Поверхностная плотность диска  $\sigma = 10^{-8}$  Кл/м<sup>2</sup>. Вычислить разность потенциалов в точках, лежащих на оси диска, на расстояниях  $A = 0,02$  м и  $B = 0,05$  м от центра диска.
65. Рассчитать потенциал в центре полусферы радиуса  $R = 0,02$  м, равномерно заряженной по ее поверхности с поверхностной плотностью  $\sigma = 10^{-8}$  Кл/м<sup>2</sup>.
66. Рассчитать потенциал в точке, лежащей на оси цилиндра радиуса  $R = 0,03$  м и высоты  $H = 0,04$  м, и отстоящей от ближайшего основания цилиндра на расстоянии  $A = 0,02$  м, если цилиндр заряжен объемной плотностью  $\rho = 10^{-9}$  Кл/м<sup>3</sup>.

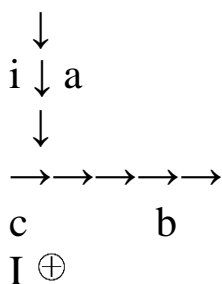


## РАЗДЕЛ ЭЛЕКТРОМАГНЕТИЗМ

67. По тонкому проволочному кольцу течет ток. Не изменяя силы тока в проводнике ему придали форму квадрата. Во сколько раз изменилась индукция: магнитного поля в центре квадрата.
68. Индукция магнитного поля в точке пересечения биссектрис равностороннего треугольника, по которому течет ток  $I = 40$  А, равна  $B = 0,12 \cdot 10^{-3}$  Тл. Не изменяя силы тока в контуре, ему придали форму окружности. Чему равна индукция магнитного поля в центре окружности ?
69. По проводнику, изогнутому в виде окружности, течет ток. Индукция в центре окружности равна  $B = 6 \cdot 10^{-5}$  Тл, Не изменяя силы тока в проводнике, ему придали форму квадрата. Определить индукцию магнитного поля в точке пересечения диагоналей квадрата.
70. По двум длинным параллельным проводам текут в одинаковом направлении токи силой  $I_1 = 10$  А и  $I_2 = 15$  А Расстояние между проводами  $a = 10$  см. Определить индукцию магнитного поля в точке, удаленной от первого провода на  $b = 8$  см и от второго на  $c = 6$  см.
71. По тонкому проводнику, изогнутому в виде правильного шестиугольника со стороной  $a = 10$  см течет ток силой  $I = 20$  А. Определить индукцию магнитного' поля в центре шестиугольника.
72. По двум бесконечно длинным проводникам, скрещенным под прямым углом, текут токи силой  $I_1 = 10$  А и  $I_2 = 5$  А Наикратчайшее расстояние между проводниками  $S = 0,2$  см. Определить индукцию магнитного поля в точке, равноудаленной от обоих проводников на  $R_1 = R_2 = 0,1$  м.
73. По проводнику, согнутому в виде прямоугольника со сторонами  $a = 8$  см и  $b = 12$  см, течет ток силой  $I = 50$  А. Определить индукцию магнитного поля в точке пересечения диагоналей прямоугольника.
74. Индукция магнитного поля в центре кругового витка радиуса  $R = 8$  см равна  $B = 3,7 \cdot 10^{-5}$  Тл. Определить индукцию магнитного поля на оси витка в точке, расположенной на расстоянии  $S = 6$  см от центра витка.
75. По контуру в виде равностороннего треугольника течет ток  $I = 5$  А. Сторона треугольника  $a = 20$  см. Определить индукцию магнитного поля в точке пересечения высот.
76. Бесконечно длинный провод образует круговую петлю, касательную к проводу. По проводу течет ток силой  $I = 5$  А. Найти радиус петли, если известно, что индукция магнитного поля в центре петли равна  $B = 0,5 \cdot 10^{-4}$  Тл.
77. Два одинаковых круговых витка радиуса  $R = 0,02$  м расположены в двух взаимно-перпендикулярных плоскостях так, что центры этих витков совпадают. По виткам текут одинаковые токи равные  $I = 5$  А. Вычислить индукцию магнитного поля в центре витков.
78. Индукция магнитного поля в центре шестиугольника, по которому течет ток  $I = 25$  А, равна  $B = 0,17 \cdot 10^{-3}$  Тл. Не изменяя силы тока в проводнике, ему придали форму окружности. Чему равна индукция магнитного поля в центре окружности.

79. По двум параллельным бесконечно длинным прямым проводникам текут токи  $I_1 = 20$  А и  $I_2 = 30$  А в одном направлении. Расстояние между проводниками  $S = 10$  см. Найти **индукцию** магнитного поля в точке, удаленной от обоих проводников на одинаковые расстояния  $d = 10$  см.
80. Два проводника скрещены под прямым углом. Наикратчайшее расстояние между ними  $d = 10$  см. По проводникам текут токи 8 А и 6 А. Чему равна индукция магнитного поля в точке, удаленной от обоих проводников на расстоянии  $S = 10$  см.
81. По правильному шестиугольнику течет ток. Не изменяя силы тока в проводнике, ему придали форму окружности. Во сколько раз индукция магнитного поля в центре окружности отличается от магнитной индукции поля в центре шестиугольника.
82. По кольцу радиуса  $R = 0,1$  м течет ток  $I = 2$  А. Вдоль оси кольца расположен проводник длиной  $L = 0,05$  м, по которому течет ток  $I = 1$  А. Расстояние между ближайшим концом проводника и центром равно  $S = 0,02$  м. Определить силу, с которой магнитное поле кольца действует на проводник с током.
83. По бесконечно длинному проводу течет ток  $I = 2$  А. В одной плоскости с проводом лежит квадрат со стороной,  $a = 0,1$  м, по которой течет ток  $I = 0,5$  А. Расстояние от ближайшей стороны квадрата до провода равно  $b = 0,2$  м. Найти направления и величины сил, действующих на каждую сторону квадрата.
84. По двум длинным прямым проводам, расположенным параллельно друг другу на расстоянии 3 см, текут токи в одном направлении равные 2 А. Параллельно им на расстоянии 7 см от каждого расположен третий проводник длиной 10 см и током 0,5 А. Найти величину и направление силы, действующей на данный проводник.
85. По периметру квадрата стороной  $a = 0,1$  м течет ток  $I = 10$  А. На оси квадрата расположен проводник длиной  $L = 10$  см, по которому течет ток  $i = 1$  А. Расстояние между ближайшим концом проводника и центром квадрата равно  $S = 0,05$  м. Определить силу, с которой поле квадрата действует на проводник с током.
86. По соленоиду длиной  $L = 2$  м, имеющему  $n = 1000$  витков, течет  $I = 1$  А. В центре соленоида находится виток, радиуса  $R = 2$  см, по которому течет ток  $i = 0,3$  А. Плоскость витка параллельна линиям индукции магнитного поля. Найти направления и величины сил, действующих на контур.

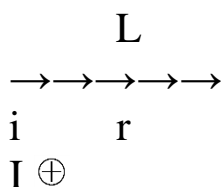
- 87.
- 
- По длинному проводу течет ток  $I = 2$  А. В плоскости, перпендикулярной проводу, расположен проводник с током  $i = 0,5$  А, согнутый под прямым углом и ориентированный так, как показано на рис. Размеры проводника:  $a = 5$  см,  $b = 10$  см. Расстояние от конца проводника до провода  $c = 5$  см. Найти величину и направление силы, действующей на проводник со стороны магнитного поля провода с током.



88. По длинному прямому проводу перпендикулярно плоскости листа течет ток  $I = 2$  А. В плоскости листа расположен проводник  $i = 0,5$  А согнутый под прямым углом со сторонами  $a = 10$  см и  $b = 4$  см. Расстояние от вершины угла проводника до провода  $c = 4$  см. Найти величины и направления сил, действующих на проводник со стороны магнитного поля прямого провода с током.

89. По бесконечно длинному проводу течет ток  $I = 2$  А. В одной плоскости с проводником лежит квадрат со стороной  $a = 0,5$  м, по которой течет ток  $i = 0,5$  А. Расстояние от ближайшей стороны квадрата до провода равно  $b = 0,2$  м. Найти направление и величины сил, действующих на каждую сторону квадрата.

90. По трем параллельным длинным прямым проводам, находящимся на одинаковом расстоянии  $a = 0,1$  м друг от друга, текут одинаковые токи по 100 А. В двух проводах направления токов совпадают. Вычислить силу, действующую на единицу длины одного из проводников со стороны двух других. Показать все вектора на чертеже



91. По длинному проводу сверху вниз течет ток  $I = 2$  А. Перпендикулярно проводу расположен проводник длиной  $L = 10$  см и током  $i = 0,5$  А. Расстояние от середины проводника до провода  $r = 5$  см. Найти величины и направления сил, действующих на проводник со стороны магнитного поля провода с током.

92. Проводник в виде тонкого полукольца радиуса  $0,1$  м находится в однородном магнитном поле с индукцией  $B = 0,5 \cdot 10^{-4}$  Тл. По проводу течет ток  $I$  А. Найти величину и направление силы, действующей на проводник, если плоскость полукольца параллельна, линиям индукции магнитного поля.

93. Заряженная частица прошла ускоряющую разность потенциалов  $U = 104$  В и влетела в скрещенные под прямым углом электрическое ( $E = 10$  кВ/м) и магнитное ( $B = 0,1$  Тл) поля. Найти отношение заряда частицы к ее массе, если, двигаясь перпендикулярно обоим полям, частица не испытывает отклонения от прямолинейной траектории.

94. Заряженная частица, прошедшая ускоряющую разность потенциалов  $U = 2$  кВ, движется в однородном магнитном поле с индукцией  $B = 15$  кТл по окружности радиуса  $R = 1$  см. Чему равно отношение заряда частицы к ее массе?

95. Протон, прошедший ускоряющую разность потенциалов  $U = 600$  В, влетел в однородное магнитное поле с индукцией  $B = 0,3$  Тл и начал двигаться по окружности. Вычислить радиус окружности.

96. Чему равна скорость электрона, который не испытывает отклонения в скрещенных электрическом ( $E = 8,8$  кВ/м) и магнитном ( $B = 3,5$  мТл) полях? (Показать на чертеже силовые линии электрических и магнитных полей, а также действующие силы).

97. Электрон движется в однородном магнитном поле с индукцией  $B = 10^{-6}$  Тл по винтовой линии. Чему равна скорость электрона, если шаг винтовой линии  $h = 20$  см,  $R = 5$  см ?
98. Электрон, ускоренный разностью потенциалов  $U = 3000$  В, влетел в магнитное поле соленоида под углом  $\alpha = 30$  градусов к его оси. Число витков  $N = 5000$ . Длина соленоида  $L = 0.25$  м. Ток соленоида  $I = 0,1$  А. Найти шаг винтовой траектории электрона в магнитном поле соленоида.
99. Электрон и протон, ускоренный одинаковой разностью потенциалов, влетают в однородное магнитное поле. Во сколько раз радиус кривизны траектории электрона больше радиуса кривизны траектории протона?
100. Плоский конденсатор, между пластинами которого создано электрическое поле ( $E = 100$  В/м), помещен в магнитное поле так, что силовые линии полей взаимно перпендикулярны. Какова должна быть индукция магнитного поля, чтобы электрон, влетевший со скоростью  $V = 10^6$  м/с в пространство между пластинами конденсатора, перпендикулярно силовым линиям магнитного поля, не изменил направление скорости? (Показать на чертеже силовые линии магнитного и электрического полей)
101. В однородном магнитном поле с индукцией  $B = 2$  Тл движется электрон. Траектория его движения представляет собой винтовую линию радиуса  $R = 0,1$  м и шага  $h = 0,6$  м. Вычислить кинетическую энергию электрона ?
102. Электрон влетел в пространство, где на него действуют два взаимно перпендикулярных магнитных поля с магнитными индукциями равными  $B = 1,73 \cdot 10^{-6}$  Тл и  $B = 2,3 \cdot 10^{-6}$  Тл. Начальная скорость электрона  $V = 5 \cdot 10^5$  м/с. Вектор скорости электрона перпендикулярен векторам индукции магнитных полей. Вычислить радиус кривизны траектории движения электрона.
103. Перпендикулярно магнитному полю с индукцией  $B = 0,1$  Тл возбуждено электрическое поле напряженностью  $E = 100$  кВ/м. Перпендикулярно обоим полям движется, не отклоняясь от прямолинейной траектории, электрон. Вычислить скорость электрона. Показать на чертеже геометрическую картину полей и направления всех сил.
104. Электрон, ускоренный разностью потенциалов 300 В, движется параллельно длинному проводу на расстоянии 4 мм от него. Определить величину и направление силы, действующей на электрон, если по проводу пустить ток 5 А.
105. Электрон прошел ускоряющую разность потенциалов и влетел в скрещенные под прямым углом электрическое ( $E = 400$  В/м) и магнитное ( $B = 0,2$  Тл) поля, не испытывая отклонений от прямолинейной траектории. Определить ускоряющую разность потенциалов.
106. Однородное магнитное поле, индукция которого  $B = 0,01$  Тл., направлено перпендикулярно однородному электрическому полю напряженностью  $E = 17$  кВ/м. Ион, пройдя ускоряющую разность потенциалов  $U = 15$  кВ и влетев в область, занятую полями, движется равномерно и прямолинейно. Определить отношение заряда к массе иона.
107. Электрон движется в магнитном поле с индукцией  $B = 0,02$  Тл по окружности радиуса  $R = 1$  см. Определить кинетическую энергию электрона.
108. Протон влетел в однородное магнитное поле под углом  $\alpha = 60$  градусов к направлению линий поля и движется по спирали радиуса  $R = 2,5$  см. Индукция магнитного поля  $B = 0,05$  Тл. Найти кинетическую энергию протона.

109. Электрон, имеющий скорость  $V = 10$  км/с, пересекает под углом  $90$  градусов ось окружности на расстоянии  $S = 0,05$  м от его центра. Радиус окружности  $R = 0,1$  м. По окружности течет ток  $I = 0,5$  А. Определить величину и направление силы, действующей на электрон.
110. Протоны движутся по окружности радиуса  $R = 8,1$  см в магнитном поле с индукцией  $B = 0,58$  Тл. Какое по величине и направлению электрическое поле надо приложить, чтобы протоны двигались по прямой.
111. Две заряженные частицы с одинаковым зарядом, пройдя одну и ту же ускоряющую разность потенциалов, влетели в однородное магнитное поле перпендикулярно силовым линиям магнитной индукции. Одна частица, масса которой  $M = 12$  ед., описала дугу окружности радиуса  $R_1 = 0,02$  м. Определить массу другой частицы, которая описала дугу окружности радиуса  $R_2 = 0,023$  м.
112. Диск радиуса  $R = 10$  см несет равномерно распределенный по поверхности заряд  $Q = 0,2 \cdot 10^{-6}$  Кл. Диск равномерно вращается относительно оси, совпадающей с диаметром диска. Частота вращения равна  $f = 20$  1/с. Определить магнитный момент кругового тока, создаваемого вращающимся диском.
113. Тонкое кольцо радиуса  $R = 10$  см несет заряд  $Q = 10^{-8}$  Кл. Кольцо равномерно вращается с частотой  $f = 10$  1/с относительно оси, совпадающей с одним из диаметров кольца. Определить магнитный момент кругового тока, созданного вращающимся кольцом.
114. В вершинах правильного шестиугольника расположены 3 положительных и три отрицательных заряда одинаковой величины и равные  $Q = 10^{-7}$  Кл. Шестиугольник вращается относительно оси: проходящей через фигуры и разделяющей ее пополам. Сторона шестиугольника равна  $a = 3$  см. Частота вращения  $f = 20$  1/с. Определить магнитный момент кругового тока, обусловленного вращением шестиугольника.
115. Индукция магнитного поля в центре кругового тока равна  $B = 0,05$  Тл. Магнитный момент витка  $P = 6$  А·м<sup>2</sup>. Вычислить силу тока и радиус витка.
116. По пластине длиной  $L = 0,5$  м и шириной  $S = 0,2$  м равномерно распределен заряд с поверхностной плотностью  $\sigma = 10^{-7}$  Кл/м<sup>2</sup>. Пластина равномерно вращается с частотой  $f = 20$  1/с относительно оси, проходящей через край пластины, параллельно стороне. Определить магнитный момент кругового тока, вызванного вращением пластины вокруг заданной оси.
117. Тонкое полукольцо радиуса  $R = 10$  см несет заряд  $Q = 2 \cdot 10^{-6}$  Кл. Полукольцо равномерно вращается с частотой  $f = 15$  1/с относительно оси, совпадающей с диаметром, и проходящей через середину полукольца. Определить магнитный момент кругового тока, вызванного вращением полукольца.
118. По тонкому стержню длиной  $L = 20$  см равномерно распределен заряд с линейной плотностью  $\tau = 2 \cdot 10^{-8}$  Кл/м. Стержень равномерно вращается с частотой  $f = 10$  1/с относительно оси, параллельной стержню, и отстоящей от него на расстоянии  $a = 10$  см. Определить магнитный момент кругового тока, вызванного вращением стержня вокруг оси.

119. По сфере радиуса  $R = 10$  см равномерно распределен заряд  $Q = 10^{-8}$  Кл, Сфера вращается с частотой  $f = 10$  1/с относительно оси, проходящей через центр сферы. Найти магнитный момент кругового тока, создаваемого вращающейся сферой.
120. Определить магнитный момент электрона в атоме водорода, движущегося по круговой орбите радиуса  $R = 0,5 \cdot 10^{-10}$  м вокруг ядра, если линейная скорость равна  $10^7$  м/с.
121. Тонкое полукольцо радиуса  $R = 4$  см несет заряд  $Q = 10^{-8}$  Кл. Полукольцо равномерно вращается с частотой  $f = 20$  1/с относительно оси, проходящей через концы полукольца. Определить магнитный момент полукольца, связанный с вращением полукольца
122. Диск радиуса  $R = 10$  см несет равномерно распределенный по поверхности заряд  $Q = 0,2 \cdot 10^{-6}$  Кл. Диск равномерно вращается относительно оси диска. Частота вращения  $f = 20$  1/с. Определить магнитный момент кругового тока, создаваемого вращающимся диском.
123. Виток радиуса  $r = 1$  см помещен в центр другого витка радиуса  $R = 15$  см так, что плоскости витков взаимно перпендикулярны. Сила тока в обоих витках одинаковая и составляет  $I = 3$  А. Определить механический момент, действующий на малый виток со стороны магнитного поля большого витка.
124. Виток радиуса  $R = 1$  см помещен в центр квадратной рамки со стороной  $a = 20$  см так, что плоскость витка и рамки взаимно перпендикулярны. Сила тока в витке и в рамке одинаковая и равна  $I = 3$  А. Определить механический момент, действующий на виток со стороны магнитного поля квадратной рамки.
125. Кольцо внешним радиусом  $R = 10$  см и внутренним радиусом  $r = 5$  см несет равномерно распределенный по поверхности заряд  $Q = 4 \cdot 10^{-6}$  Кл. Кольцо равномерно вращается относительно оси, перпендикулярной плоскости кольца и проходящей через центр кольца. Частота вращения равна  $f = 15$  1/с. Определить магнитный момент кругового тока, создаваемого кольцом.
126. Тонкое кольцо радиуса  $R = 10$  см несет заряд  $Q = 10^{-8}$  Кл. Кольцо равномерно вращается с частотой  $f = 10$  1/с относительно оси, совпадающей с одним из диаметров кольца. Определить магнитный момент кольца.
127. По тонкому стержню длиной  $L = 20$  см равномерно распределен заряд с линейной плотностью  $Q = 2 \cdot 10^{-8}$  Кл/м. Стержень равномерно вращается с частотой  $f = 10$  1/с относительно оси, перпендикулярно стержню, и проходящей через его конец. Определить магнитный момент кругового тока, создаваемого вращающимся стержнем.
128. В вершинах правильного шестиугольника расположены 3 положительных и 3 отрицательных точечных заряда одинаковых по величине и равных  $Q = 10^{-7}$  Кл. Шестиугольник вращается относительно оси, проходящей через центр фигуры и разделяющей ее пополам. Сторона шестиугольника  $a = 3$  см. Частота вращения  $f = 20$  1/с. Определить магнитный момент, обусловленный вращением шестиугольника.
129. Диск радиуса  $R = 10$  см несет равномерно распределенный по поверхности заряд  $Q = 2 \cdot 10^{-7}$  Кл. Диск равномерно вращается относительно своей оси с частотой  $f = 20$  1/с. Определить магнитный момент кругового тока, создаваемого вращающимся диском.