

1. Два положительных заряда q_1 и q_2 находятся в точках с радиус-векторами r_1 и r_2 . Найти отрицательный заряд q_3 и радиус-вектор r_3 точки, в которую его надо поместить, чтобы сила, действующая на каждый из этих трех зарядов, была равна нулю.
2. Положительный точечный заряд 50 мкКл находится на плоскости xu в точке с радиус-вектором $r_0 = 2i + 3j$, где i и j — орты осей x и y . Найти модуль и направление вектора напряженности электрического поля E в точке с радиус-вектором $r = 8i - 5j$. Здесь r_0 и r в метрах.
3. В вершинах правильного шестиугольника со стороной $a=10 \text{ см}$ расположены точечные заряды $Q, 2Q, 3Q, 4Q, 5Q, 6Q$ ($Q=0,1 \text{ мкКл}$). Найти силу F , действующую на точечный заряд Q , лежащий в плоскости шестиугольника и равноудаленный от его вершин.
4. Тонкое полукольцо радиуса R заряжено равномерно зарядом q . Найти модуль вектора напряженности электрического поля в центре кривизны этого полукольца.
5. Кольцо радиуса r из тонкой проволоки имеет заряд q . Найти модуль напряженности электрического поля на оси кольца как функцию расстояния l до его центра. Исследовать полученную зависимость при $l \gg r$. Определить максимальное значение напряженности и соответствующее расстояние l . Изобразить примерный график функции $E(l)$.
6. Тонкое непроводящее кольцо радиуса R заряжено с линейной плотностью $\lambda = \lambda_0 \cos \varphi$, где λ_0 — постоянная, φ — азимутальный угол. Найти модуль вектора напряженности электрического поля:
 - а) в центре кольца;
 - б) на оси кольца в зависимости от расстояния x до его центра.
7. Находящийся в вакууме тонкий прямой стержень длины $2a$ заряжен равномерно зарядом q . Найти модуль вектора напряженности электрического поля как функцию расстояния r от центра стержня для точек прямой:
 - а) перпендикулярной к стержню и проходящей через его центр;
 - б) на оси стержня вне его.
8. Две длинные тонкостенные коаксиальные трубки радиусами $R_1=2 \text{ см}$ и $R_2=4 \text{ см}$ несут заряды, равномерно распределенные по длине с линейными плотностями $\tau_1=1 \text{ нКл/м}$ и $\tau_2=-0,5 \text{ нКл/м}$.

Пространство между трубками заполнено эбонитом.

Определить напряженность E поля в точках, находящихся на расстояниях $r_1=1$ см, $r_2=3$ см, $r_3=5$ см от оси трубок.

9. Сфера радиуса r заряжена с поверхностной плотностью $\sigma = ar$, где a — постоянный вектор, r — радиус-вектор точки сферы относительно ее центра. Найти вектор напряженности электрического поля в центре сферы.

10. Найти вектор напряженности электрического поля в центре шара радиуса R , объемная плотность заряда которого $\rho = ar$, где a — постоянный вектор, r — радиус-вектор, проведенный из центра шара.

11. Найти потенциал $\varphi(x, y)$ электростатического поля $E = a(yi + xj)$, где a — постоянная, i и j — орты осей x и y . Нулевой потенциал в начале координат.

12. Эбонитовый сплошной шар радиусом $R=5$ см несет заряд, равномерно распределенный с объемной плотностью $\rho = 10$ нКл/м³. Определить напряженность E и смещение D электрического поля в точках:

1) на расстоянии $r_1=3$ см от центра сферы;

2) на поверхности сферы;

3) на расстоянии $r_2=10$ см от центра сферы.

Построить графики зависимостей $E(r)$ и $D(r)$.

13. К источнику с э.д.с. ξ подключили последовательно два плоских воздушных конденсатора, каждый емкости C . Затем один из конденсаторов заполнили однородным диэлектриком с проницаемостью ϵ . Во сколько раз уменьшилась напряженность электрического поля в этом конденсаторе?

14. Имеется плоский воздушный конденсатор, площадь каждой обкладки которого равна S . Какую работу необходимо совершить, чтобы медленно увеличить расстояние между обкладками от x_1 до x_2 , если при этом поддерживать неизменным:

а) заряд конденсатора, равный q ;

б) напряжение на конденсаторе, равное U ?

15. Два элемента ($\xi_1=1,2$ В, $r_1=0,1$ Ом; $\xi_2=0,9$ В, $r_2=0,3$ Ом)

соединены одноименными полюсами. Сопротивление R соединительных проводов равно $0,2$ Ом. Определить силу тока I в цепи.

16. Лампочка и реостат, соединенные последовательно,

присоединены к источнику тока. Напряжение U на зажимах лампочки равно 40 В, сопротивление R реостата равно 10 Ом. Внешняя цепь потребляет мощность $P=120$ Вт. Найти силу тока I в цепи.

17. ЭДС батареи аккумуляторов $\xi=12$ В, сила тока I короткого замыкания равна 5 А. Какую наибольшую мощность P_{\max} можно получить во внешней цепи, соединенной с такой батареей?

18. К батарее аккумуляторов, ЭДС ξ которой равна 2 В и внутреннее сопротивление $r=0,5$ Ом, присоединен проводник. Определить:

1) сопротивление R проводника, при котором мощность, выделяемая в нем, максимальна;

2) мощность P , которая при этом выделяется в проводнике.

19. По двум бесконечно длинным прямым параллельным проводам текут токи $I_1=50$ А и $I_2=100$ А в противоположных направлениях. Расстояние d между проводами равно 20 см. Определить магнитную индукцию B в точке, удаленной на $r_1=25$ см от первого и на $r_2=40$ см от второго провода.

19. Тонкий провод изогнут в виде правильного шестиугольника. Длина d стороны шестиугольника равна 10 см. Определить магнитную индукцию B в центре шестиугольника, если по проводу течет ток $I=25$ А.

20. Квадратная проволочная рамка расположена в одной плоскости с длинным прямым проводом так, что две ее стороны параллельны проводу. По рамке и проводу текут одинаковые токи $I=1$ кА. Определить силу F , действующую на рамку, если ближайшая к проводу сторона рамки находится на расстоянии, равном ее длине.

21. Однородный ток плотности j течет внутри неограниченной пластины толщины $2d$ параллельно ее поверхности. Найти индукцию магнитного поля этого тока как функцию расстояния x от средней плоскости пластины. Магнитную проницаемость всюду считать равной единице.

22. Протон влетает со скоростью $v=100$ км/с в область пространства, где имеются электрическое ($E=210$ В/м) и магнитное ($B=3,3$ мТл) поля. Напряженность E электрического поля и магнитная индукция B совпадают по направлению. Определить ускорение протона для начального момента движения в поле, если направление вектора его скорости v :

1) совпадает с общим направлением векторов E и B ;

2) перпендикулярно этому направлению.

23. Короткая катушка, содержащая $N=1000$ витков, равномерно вращается в однородном магнитном поле с индукцией $B=0,04$ Тл с угловой скоростью $\omega=5$ рад/с относительно оси, совпадающей с диаметром катушки и перпендикулярной линиям индукции поля. Определить мгновенное значение ЭДС индукции ξ_i для тех моментов времени, когда плоскость катушки составляет угол $\alpha=60^\circ$ с линиями индукции поля. Площадь S катушки равна 100 см^2 .

24. П-образный проводник находится в однородном магнитном поле, перпендикулярном к плоскости проводника и изменяющемся во времени со скоростью $B = 0,10$ Т/с. Вдоль параллельных сторон этого проводника перемещают без начальной скорости проводник-перемычку с ускорением $w = 10$ см/с². Длина перемычки $l = 20$ см. Найти э. д. с. индукции в контуре через $t = 2,0$ с после начала перемещения, если в момент $t = 0$ площадь контура и индукция магнитного поля равны нулю. Индуктивностью контура пренебречь.

25. Некоторая точка движется вдоль оси x по закону $x = a \cos^2(\omega t + 3\pi/4)$. Найти:

а) амплитуду и период колебаний; изобразить график $x(t)$;

б) проекцию скорости v_x как функцию координаты x ; изобразить график $v_x(x)$.

26. Частица совершает гармонические колебания вдоль оси x около положения равновесия $x = 0$. Частота колебаний $\omega = 4,00$ рад/с. В некоторый момент координата частицы $x_0 = 25,0$ см и ее скорость $v_{x0} = 100$ см/с. Найти координату x и скорость v_x частицы через $t = 2,40$ с после этого момента.

27. Найти уравнения траектории точки $y(x)$, если она движется по законам:

а) $x = a \sin \omega t$, $y = a \cos \omega t$;

б) $x = a \sin \omega t$, $y = a \cos 2\omega t$.

Изобразить графики этих траекторий.

28. Методом векторных диаграмм сложить два колебания $x_1 = a \sin \omega t$ и $x_2 = b \sin(\omega t + \pi/4)$.

29. Колебательный контур имеет емкость $C = 10$ мкФ, индуктивность $L = 25$ мГ и активное сопротивление $R = 1,0$ Ом. Через сколько колебаний амплитуда тока в этом контуре

уменьшится в e раз?

30. Цепь, состоящую из последовательно соединенных конденсатора емкости C и сопротивления R , подключили к переменному напряжению $U = U_m \cos \omega t$ в момент $t = 0$. Найти ток в цепи как функцию времени t .

31. В однородной среде распространяется плоская упругая волна вида $\xi = a e^{-\gamma x} (\omega t - kx)$, где a , γ , ω и k — постоянные. Найти разность фаз колебаний в точках, где амплитуды смещения частиц среды отличаются друг от друга на $\eta = 1,0\%$, если $\gamma = 0,42 \text{ м}^{-1}$ и длина волны $\lambda = 50 \text{ см}$.

32. В однородной упругой среде установилась плоская стоячая волна вида $\xi = a \cos kx \cdot \cos \omega t$. Изобразить графики зависимостей от x величин ξ и $\partial \xi / \partial x$ в моменты $t = 0$ и $t = T/2$, где T — период колебаний.