

ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ

ЗАДАЧИ

1. Два заряженных шарика, подвешенных на нитях одинаковой длины, опускаются в керосин. Какова должна быть плотность материала шариков, чтобы угол расхождения нитей в воздухе и в керосине был один и тот же?
2. Два электрона в начальный момент времени находились на расстоянии 1 см друг от друга и начали двигаться под действием сил электростатического отталкивания. Какую скорость они будут иметь, когда расстояние между ними станет бесконечно большим? Какую скорость приобрели бы электроны, если бы их было три?
3. Два заряда распределены с одинаковой линейной плотностью λ на длине L параллельно и находятся на расстоянии D друг от друга. Найти силу взаимодействия между ними.
4. Электрон движется в вакууме в поле напряженностью 10 В/см , направленном вертикально вниз. Скорость электрона в нижней точке его траектории равна $2 \cdot 10^8 \text{ см/с}$. а) Каков радиус кривизны траектории в этой точке? б) Где вблизи электрона напряженность поля равна нулю?
5. Круглая пластинка радиусом R равномерно заряжена электричеством с плотностью заряда σ . Определить напряженность поля в точке, лежащей на расстоянии h от пластинки на перпендикуляре к плоскости пластинки, проходящем через ее геометрический центр.
6. Сфера радиуса R заряжена с поверхностной плотностью $\sigma = a \cdot R$, где a - постоянный вектор, R - радиус-вектор точки сферы относительно ее центра. Найти вектор напряженности электрического поля в центре сферы.
7. Вычислить магнитное поле на оси круглого витка радиусом R , обтекаемого током I , как функцию расстояния h от центра витка.
8. Вычислить магнитное поле в центре плоского прямоугольного контура со сторонами a и b , обтекаемого током I .
9. Заряженный диск радиусом R вращается с угловой скоростью ω вокруг оси перпендикулярной поверхности диска и проходящей через его центр. Найти индукцию магнитного поля на оси вращения диска на расстоянии h от его плоскости. Поверхностная плотность заряда равна σ .

10. Кольцо радиусом R из тонкой проволоки равномерно заряжено зарядом q . Вычислить потенциал точки, лежащей на перпендикуляре к плоскости кольца, проведенном через его центр, как функцию расстояния h точки от плоскости кольца. Найти напряженность как градиент потенциала и исследовать ее зависимость от h .
11. Ток идет по проводнику в форме полый цилиндрической трубы. Вычислить магнитное поле внутри и вне трубы. (Магнитная проницаемость материала трубы $\mu = 1$).
12. В равномерно заряженной сфере вырезано малое отверстие. Какова напряженность поля в центре отверстия?
13. Молекула воды и ион водорода находятся на расстоянии $3 \cdot 10^{-7}$ см. Определить наибольшее и наименьшее значения силы взаимодействия молекулы с ионом и вращающего момента, действующего на молекулу и на систему молекулы - ион. (Дипольный момент молекулы воды $6,2 \cdot 10^{-30}$ Кл \cdot м).
14. Намагниченная спица подвешена на нити в горизонтальном положении и колеблется под действием земного магнитного поля. Крутильный момент нити ничтожно мал. Как изменится период колебания, если спицу разломать пополам и подвесить половинку?
15. На расстоянии h от проводящей бесконечной плоскости находится точечный заряд $+q$. Определить напряженность поля в точке, отстоящей от плоскости и от заряда на расстоянии h .
16. Тонкое проволочное кольцо радиуса R имеет заряд q . Кольцо расположено параллельно безграничной проводящей плоскости на расстоянии h от последней. Найти: а) поверхностную плотность заряда в точке плоскости, расположенной симметрично относительно кольца; б) напряженность и потенциал электрического поля в центре кольца.
17. Тонкая бесконечно длинная нить имеет заряд λ на единицу длины и расположена параллельно безграничной проводящей плоскости. Расстояние между нитью и плоскостью равно h . Найти: а) силу, действующую на единицу длины нити; б) распределение поверхностной плотности заряда $s(x)$ на плоскости, где x - расстояние от плоскости, перпендикулярной к проводящей плоскости и проходящей через нить.
18. Вычислить напряженность электрического поля внутри и вне безграничного плоского слоя толщиной d , в котором равномерно распределен положительный заряд с объемной плотностью ρ . Слой представляет собой диэлектрик с проницаемостью ϵ .

19. Ток I протекает по прямому проводу диаметром $2R$, изготовленному из ферромагнитного материала с проницаемостью μ . Найти зависимость магнитного поля от расстояния r до оси провода.
20. Угольный стержень соединен последовательно с железным такой же толщины. При каком соотношении их длин сопротивление такой комбинации не зависит от температуры?
21. По сети длиной 5 км необходимо передать энергию от источника с напряжением 220В, имеющего мощность 5кВт. Какого минимального диаметра должен быть медный провод, чтобы потери энергии в сети не превышали 10% от мощности источника? Удельное сопротивление меди $1,7 \cdot 10^{-8}$ Ом · м.
22. В атмосфере Земли каждую секунду происходит около ста разрядов молний. Средние параметры молнии: продолжительность 1мс, разность потенциалов 10^9 В, сила тока 20кА. Вычислить годовой расход энергии во всех молниях земного шара. Сравнить полученный результат с годичной мировой выработкой электроэнергии (около $5 \cdot 10^{12}$ кВт · ч).
23. В результате слияния n одинаковых заряженных капелек ртути образовалась одна большая капля. Во сколько раз изменились потенциал и поверхностная плотность заряда?
24. Заряд q равномерно распределен по объему шара радиусом R . Принимая диэлектрическую проницаемость вещества шара равной ϵ , а окружающей среды - единице, определить: энергию электрического поля а) внутри шара; б) вне шара; в) во всем пространстве; г) изменение энергии при делении заряженного шара на два равных заряженных шара.
25. В чем состоит различие в явлениях в следующих случаях: а) емкость конденсатора уменьшают (раздвиганием пластин или выдвиганием диэлектрика) при сохранении величины заряда (т.е. отключив от источника тока); б) емкость уменьшают при сохранении напряжения (т.е. не отсоединяя от источника)?
26. Медный диск радиуса 10 см вращается в однородном магнитном поле, делая 100 оборотов в секунду. Магнитное поле направлено перпендикулярно к плоскости диска и имеет напряженность 10^5 А/м. Две щетки, одна на оси диска, другая на окружности, соединяют диск с внешней цепью, в которую включены реостат с сопротивлением 10 Ом и амперметр с сопротивлением 5 Ом. Что показывает амперметр?
27. В постоянном магнитном поле, индукция которого B , поворачивают кольцо радиуса R , сопротивлением которого можно пренебречь. В

начальный момент плоскость кольца параллельна направлению магнитного поля и ток в кольце равен нулю. Определить работу A , которую необходимо затратить, чтобы повернуть кольцо так, чтобы его плоскость стала перпендикулярной полю.

28. Плоский конденсатор с диэлектриком в виде парафинированной бумаги ($\epsilon = 2$) через $t = 10$ мин. сохранил заряд q , равный 0.9 первоначального заряда q_0 . Предполагая, что утечка произошла только через парафинированную бумагу, вычислить ее удельное сопротивление.

ВОПРОСЫ

29. Сила тока I , плотность тока j .
30. Напряженность электрического поля E .
31. Индукция магнитного поля B .
32. Скалярный потенциал φ и векторный потенциал A .
33. Поляризация P .
34. Намагниченность M .
35. Индукция электрического поля D .
36. Напряженность магнитного поля H .
37. Теоремы Гаусса и Стокса для электрического (E , D , P) и магнитного (H , B , M) полей в интегральной и дифференциальной форме.
38. Уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной форме.