Задание 10-18 ЭЛЕКТРОСТАТИКА. Напряжённость электрического поля. Теорема Гаусса

° - задачи с рисунком, * - задачи для решения дома

Задачи простые

А1*. Иногда говорят, что линия напряженности электростатического поля это линия, по которой будет двигаться электрический заряд во внешнем электростатическом поле. Всегда ли верно это утверждение? В каком случае заряд будет двигаться в электрическом поле вдоль силовых линий?

А2*. Могут ли силовые линии электростатического поля быть замкнутыми? Почему?

А3*. Объясните, почему силовые линии электростатического поля не пересекаются.

А4*. Является ли электрическое поле точечного заряда однородным? Почему? Каким будет движение другого точечного заряда, помещенного в это поле, - равномерным или равнопеременным?

А5*. На точечный заряд $3.0\cdot10^{-8}$ ***Кл***, внесенный в данную точку электростатического поля, действует сила равная $2.4\cdot10^{-3}$ ***Н***. Найдите напряженность поля в данной точке.

А6*. С какой силой действует электрическое поле Земли, с напряжённостью ***100 Н/Кл***, на точечный заряд 10^{-4} ***Кл***?

А7*. Какова напряженность поля в точке, в которой на заряд $5.0\cdot10^{-9}$ ***Кл*** действует сила $3.0\cdot10^{-4}$ ***Н***? Определите какой заряд создаёт поле, если он удалён от данной точки на ***100 мм***.

А8*. В каком случае напряженность электрического поля в какой-либо точке и сила, действующая на пробный заряд в той же точке, будут иметь противоположные направления?

А9*. Точечный заряд удалили от данной точки на расстояние в шесть раз превышающее первоначальное. Во сколько раз уменьшилась напряженность электрического поля в этой точке?

А10*. В технике напряженность электрических полей не превышает значения 10^{7} ***Н/Кл***. Сравните эту напряженность с напряженностью электрического поля ядра на орбите электрона в атоме водорода. Диаметр орбиты 10^{-10} ***м***.

А11*. Металлический шарик, подвешенный на пружине, поместили в однородное вертикальное электрическое поле с напряженностью ***0.4 мН/Кл***. При этом растяжение пружины увеличилось на ***0.1 м***. Найти заряд шарика, если жесткость пружины равна $0.2\cdot10^{2}$ ***Н/м***.

А12*. Найдите напряженность поля заряженной бесконечной пластины, если поверхностная плотность заряда на ней равна ***354 нКл/м²***.

А13*. Поле равномерно заряженной плоскости действует в вакууме на точечный заряд ***0.2 нКл*** с силой $2.26\cdot10^{-3}$ ***Н***. Определите напряжённость поля и поверхностную плотность заряда на плоскости.

А14*. Напряжённость электрического поля у поверхности Земли равна ***130 Н/Кл***. Оцените заряд Земли, если её радиус равен ***6400 км***, а заряд равномерно распределён по поверхности планеты.

А15*. Как будет двигаться небольшое тело с зарядом ***q***, помещённое в поле бесконечной заряженной плоскости? Силой тяжести пренебречь.

Задачи средние

Б1. Какова напряженность электрического поля в точках, расположенных на расстоянии ***3.0 см*** от точечного заряда, если на расстояниях ***12 см*** она равна $3.45\cdot10^{3}$ ***Н/Кл***? Что представляют собой геометрические места точек, имеющих одинаковую по модулю напряженность?

Б2. Два заряда, один из которых по модулю в ***4 раза*** больше другого, расположены на расстоянии ***a*** друг от друга. В какой точке поля напряженность равна нулю, если заряды одноименные? Разноименные?

Б3. В двух противоположных вершинах квадрата со стороной ***30 см*** находятся заряды по $2\cdot10^{-7}$ ***Кл***. Найдите напряженность поля в двух других вершинах квадрата.

Б4*. В вершинах основания равностороннего треугольника со стороной ***a*** находятся заряды по ***+q*** каждый, а в третьей вершине - заряд ***-q***. Найдите напряженность электрического поля в центре треугольника.

Б5. В вертикальном однородном электрическом поле находятся два шарика одинаковой массы ***m = 0.90 г***, связанные легкой изолирующей нитью, параллельной линиям поля. Шарики несут заряды $-5\cdot10^{-8}$ ***Кл*** и 10^{-9} ***Кл***. Определите величину напряженности электрического поля, при которой связанные шарики находятся в покое.

Б6. В однородном электрическом поле с напряженностью ***1 МВ/м***, направленной под углом ***30°*** к вертикали, висит на нити шарик массы ***2 г***, несущий заряд ***10 нКл***. Найдите силу натяжения нити.

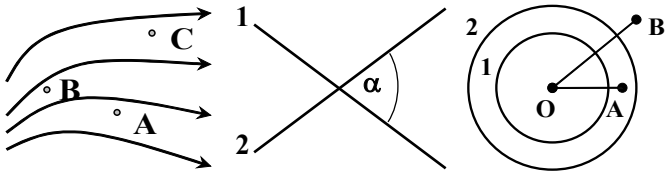
Б7*. Какой угол с вертикалью образует изолирующая идеальная нить, на которой висит шарик массы ***25 мг***, если поместить шарик в горизонтальное однородное электрическое поле с напряженностью ***35 В/м***, сообщив ему заряд ***7 мкКл***?

Б8. Нарисовать картину силовых линий поля между двумя зарядами в случаях: а) ***q*** и ***-q***; б) ***q*** и ***q***; в) ***q*** и ***3q***; г) ***q*** и ***-3q***.

Б9°*. Задана картина линий напряженности электрического поля (см. рисунок). В какой из точек ***A***, ***B*** или ***C*** сила, действующая на внесенный в поле пробный заряд, будет наибольшей?

Б10. Две бесконечные параллельные пластины равномерно заряжены с поверхностной плотностью заряда σ_1 и σ_2. Определите напряженность электростатического поля: 1) между пластинами; 2) вне пластин. Постройте график изменения величины напряжённости вдоль линии, перпендикулярной пластинам.

Б11°. Две пересекающиеся под углом α бесконечные плоскости ***1*** и ***2*** делят пространство на четыре области. Чему равна напряженность электрического поля в всех областях, если поверхностная плотность заряда плоскостей равна σ и $-\sigma$?



К задаче Б9 *К задаче Б11* *К задаче Б14*

Б12. С какой силой притягиваются друг к другу две параллельные плоскости разноименно заряженные с поверхностной плотностью заряда $\pm\sigma$. Площадь каждой плоскости ***S***, расстояние между ними много меньше размеров плоскостей. Чему равна сила, действующая на единицу площади поверхности плоскости (электрическое давление)?

Б13. Электрический заряд $9.0\cdot10^{-9}$ ***Кл*** равномерно распределен по поверхности шара радиусом ***1.0 м***. Чему равна напряженность поля у поверхности шара? на расстоянии ***2.0 м*** от центра шара? внутри шара?

Б14°. Поле создано двумя равномерно заряженными концентрическими сферами. Найдите напряженность в точках ***O***, ***A***, ***B***, зная, что заряды сфер равны Q_1 и Q_2, а расстояния ***OA*** и ***OB*** равны l_1 и l_2.

Задачи сложные

В1. Два одинаковых положительных заряда находятся на расстоянии ***a*** друг от друга. Найдите на прямой, перпендикулярной линии, соединяющей заряды и

проходящей через середину этой линии, точку, в которой напряженность поля максимальна.

В2*. Три одинаковых заряда, $q = 10^{-9}$ *Кл* каждый, расположены в вершинах прямоугольного треугольника с катетами $a = 40$ *см* и $b = 30$ *см*. Найти напряженность электрического поля, создаваемого всеми зарядами в точке пересечения гипотенузы с перпендикуляром, опущенным на нее из вершины прямого угла.

В3. Оцените, какой максимальный заряд можно сообщить капле радиуса R, если коэффициент поверхностного натяжения жидкости равен σ?

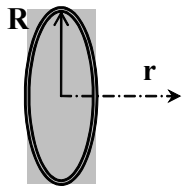
В4*. Мыльный пузырь имеет радиус *5 мм*. Какой заряд ему надо сообщить, чтобы он стал раздуваться?

В5*. Вычислите напряжённость электрического поля в центре правильного тетраэдра, три грани которого равномерно заряжены с поверхностной плотностью σ_1, а четвертая — с поверхностной плотностью σ_2.

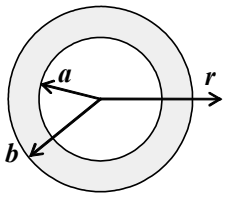
В6°. Вычислите напряженность электрического поля в точке P, расположенной на оси тонкого равномерно заряженного а) кольца радиуса R; б) диска радиуса R на расстоянии r от его центра.

В7. Используя теорему Гаусса, определите и изобразите графически напряженность электрического поля: а) внутри и вне равномерно объёмно заряженного бесконечного цилиндра радиуса R, если объёмная плотность заряда внутри цилиндра равна ρ; б) вне и внутри равномерно заряженной бесконечной пластины толщины h, если объемная плотность заряда в пластине равна ρ.

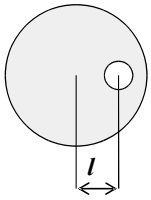
В8°*. Имеется непроводящий сферический слой с внутренним радиусом a и внешним — b, равномерно заряженная с объемной плотностью заряда ρ. Изобразите на графике зависимость $E(r)$ в всём пространстве.



К задаче В6



К задаче В8



К задаче В10

В9*. Электрическое поле создано равномерно объёмно-заряженным зарядом $q > 0$ шаром радиуса R_1 и концентрической равномерно заряженной зарядом $Q > 0$ сферой радиуса $R_2 > R_1$. Постройте график напряжённости поля во всём пространстве.

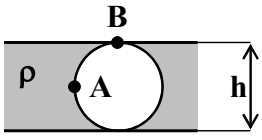
В10°. Внутри шара, равномерно заряженного с объёмной плотностью ρ, имеется сферическая полость. Расстояние между центрами шара и полости равно l. Покажите, что напряженность E электрического поля внутри полости равна $\rho l/3\varepsilon_0$, и направлена вдоль прямой, соединяющей центры сфер.

В11*. Внутри длинного, равномерно заряженного с объёмной плотностью заряда ρ цилиндра, имеется сквозное цилиндрическое отверстие. Оси цилиндра и отверстия параллельны, и расстояние между ними равно a. Покажите, что напряженность E поля внутри отверстия равна $\rho a/2\varepsilon_0$ и направлена перпендикулярно осям.

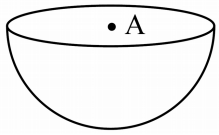
В12°. В равномерно объёмно заряженной бесконечной плоскопараллельной пластине вырезали сферическую полость так, как показано на рисунке. Толщина пластины h, объёмная плотность заряда ρ. Чему равна напряжённость электрического поля в точке A? в точке B? Найдите зависимость напряжённости электрического поля от расстояния от центра полости вдоль прямой, проходящей через точку A и центр полости.

В13°. Определите напряженность электрического поля, создаваемого равномерно заряженной: а) полусферой в центре сферы A; б) половиной полусферы; в) четвертой частью полусферы. Поверхностная плотность заряда равна σ.

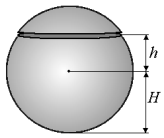
В14*. В центр равномерно заряженной полусферы, поверхностная плотность заряда которой равна σ, поместили заряд q. С какой силой этот заряд действует на половину полусферы?



К задаче В12



К задаче В13



К задаче В17

В15. Определите напряженность электрического поля в центре равномерно заряженного полушария с объемной плотностью заряда ρ.

В16. В равномерно заряженной с поверхностной плотностью σ сфере радиуса R вырезано маленькое отверстие. Какова напряженность электрического поля в центре отверстия?

В17°*. Равномерно заряженная сфера радиуса R разрезана на две части по плоскости, отстоящей на расстоянии h от центра сферы. Найдите силу, с которой отталкиваются друг от друга эти части. Полный заряд сферы равен Q. Какой минимальный заряд нужно поместить в центр сферы, чтобы ее части не разлетались?

Теория

1. Г.Я. Мякишев - Электродинамика. §§ 1.7-1.12.
2. Б.М. Яворский, А.А. Пинский – Основы физики Т.1. §§ 10.1-10.6, 37.1, 37.9.
3. Е.И. Бутиков, А.С. Кондратьев - Физика для углублённого изучения. Т.2. Электродинамика. Оптика. §§ 2-3, 5.
4. Г.С. Ландсберг - Элементарный учебник физики Т.2. §§ 12-19.
5. Д. Джанколи - Физика. Т.2. §§ 22.6-22.9, 23.1-23.3.