

ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ

3. ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ

3.1. СИЛЫ В ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОМ ПОЛЕ

Качественные задачи

3.1.1. Электрически нейтральная капля
разделилась на две.

Первая из них обладает положительным зарядом $+Q$. Каким зарядом обладает вторая капля?

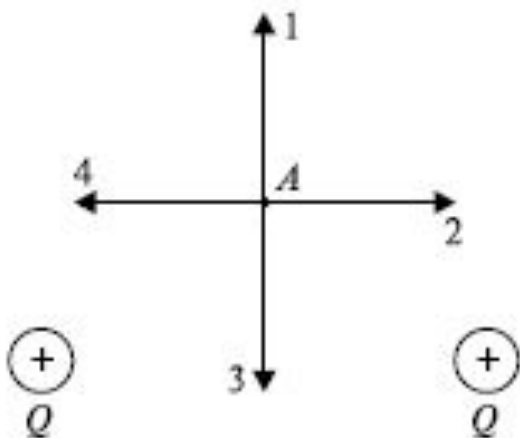
3.1.2. Почему при определении напряженности
электрического поля используется пробный
заряд?

3. ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ

3.1. СИЛЫ В ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОМ ПОЛЕ

Качественные задачи

3.1.3. Какое направление (из указанных на рисунке) имеет в точке A вектор напряженности электрического поля двух одинаковых точечных электрических зарядов, расположенных на равном расстоянии относительно точки A ?



3.1.4. Какое направление имеет вектор силы, действующей на отрицательный заряд, помещенный в ту же точку?

3. ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ

3.1. СИЛЫ В ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОМ ПОЛЕ

Качественные задачи

3.1.5. Два маленьких шарика с одноименными зарядами подвешены на изолирующих нитях одинаковой длины l в одной точке. Что произойдет с шариками в условиях невесомости?

3.1.6. Изменится ли напряженность однородного электрического поля между двумя разноименно заряженными плоскостями, если расстояние между ними увеличить в два раза?

3. ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ

3.1. СИЛЫ В ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОМ ПОЛЕ

Качественные задачи

3.1.7. Когда электроскоп заряжают, его листочки отталкиваются друг от друга и располагаются под углом. Какая сила компенсирует электрическое отталкивание, не давая листочкам расходиться еще дальше?

3.1.8. Почему силовые линии никогда не пересекаются?

3.1.9. Объясните, что будет происходить с электрическим диполем в неоднородном электрическом поле?

3. ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ

3.1. СИЛЫ В ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОМ ПОЛЕ

Качественные задачи

3.1.10. Отрицательный точечный заряд помещен строго посередине между двумя равными по величине положительными точечными зарядами. Крайние заряды закреплены. Отрицательный заряд может двигаться только вдоль прямой, соединяющей крайние заряды. Как он будет двигаться? Находится ли он в равновесии? Если да, то какого типа это равновесие?

3. ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ

3.1. СИЛЫ В ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОМ ПОЛЕ

Качественные задачи

3.1.11. Положительный точечный заряд помещен строго посередине между двумя равными по величине положительными точечными зарядами. Крайние заряды закреплены. Средний заряд может двигаться только вдоль прямой, соединяющей крайние заряды. Как он будет двигаться? Находится ли он в равновесии? Если да, то какого типа это равновесие?

3. ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ

3.1. СИЛЫ В ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОМ ПОЛЕ

Качественные задачи

3.1.14. Между горизонтально расположенными пластинами большого плоского конденсатора подвешен на нити маленький металлический шарик, заряженный положительно. Как изменится период колебаний такого маятника, если верхнюю пластину конденсатора зарядить положительно? Отрицательно?

3. ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ

3.1. СИЛЫ В ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОМ ПОЛЕ

Качественные задачи

3.1.15. Две бесконечные пластины расположены под прямым углом друг к другу и несут равномерно распределенные по площади положительные заряды с поверхностной плотностью σ . Начертить картину силовых линий.

3.1.16. Почему птицы слетают с проводов высокого напряжения, когда включают напряжение?

3. ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ

3.1. СИЛЫ В ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОМ ПОЛЕ

Качественные задачи

3.1.17. Если поток вектора напряженности электрического поля через замкнутую поверхность равен нулю, означает ли это, что напряженность электрического поля равна нулю во всех точках поверхности? Справедливо ли обратное: если $E=0$ во всех точках поверхности, то поток через замкнутую поверхность равен нулю?

3. ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ

3.1. СИЛЫ В ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОМ ПОЛЕ

• Качественные задачи

3.1.18. Обусловлена ли напряженность электрического поля E , фигурирующая в теореме Гаусса $\int E dS = \frac{Q}{\epsilon_0}$, только зарядом Q ? А поток?

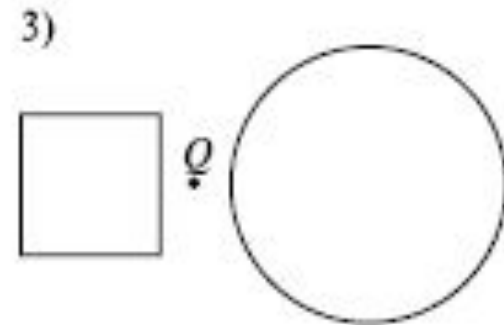
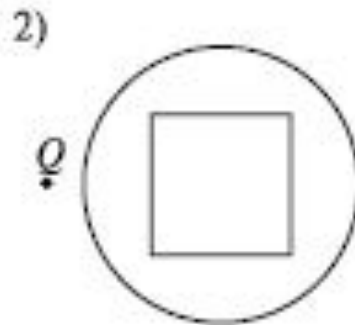
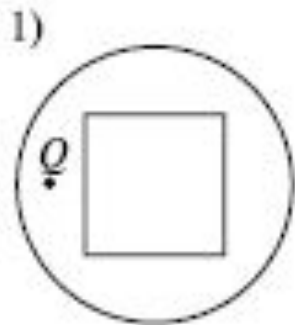
3.1.19. Точечный заряд окружен сферической поверхностью радиусом R . Как изменится значение потока вектора напряженности через поверхность, окружающую заряд, если сферу заменить кубом со стороной $R/2$? Заряд находится в центре куба.

3. ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ

3.1. СИЛЫ В ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОМ ПОЛЕ

Качественные задачи

3.1.20. Будут ли равны потоки вектора напряженности электрического поля от точечного заряда $+Q$ через замкнутую сферическую поверхность радиусом $R = 0,1$ м и через куб с ребром $l = 0,1$ м? Почему? Заряд и поверхности расположены так, как изображено на рисунке.

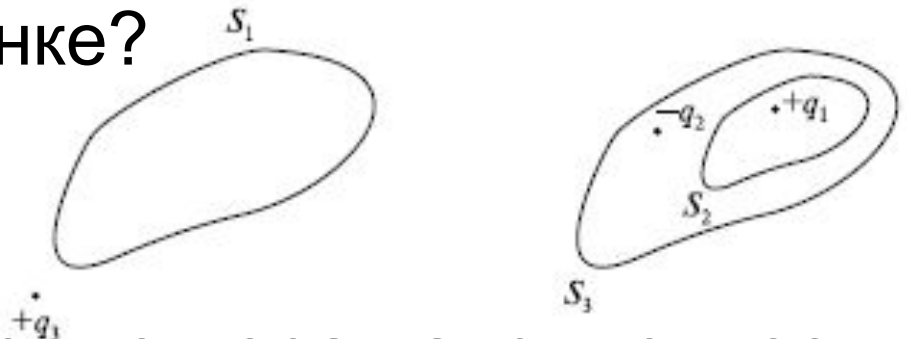


3. ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ

3.1. СИЛЫ В ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОМ ПОЛЕ

Качественные задачи

3.1.21. Чему равен поток вектора напряженности электрического поля через поверхности, изображенные на рисунке?



3.1.22. Чему равен поток вектора напряженности электрического поля через одну грань куба от заряда $+Q$, помещенного в центр куба?

3. ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ

3.1. СИЛЫ В ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОМ ПОЛЕ

Качественные задачи

3.1.23. В центре замкнутой сферической поверхности радиусом R расположен заряд $+q$. Если заряд сместить на расстояние $a = R/2$, то изменятся ли:

- а) напряженность электрического поля для точек поля, принадлежащих этой поверхности;
- б) поток вектора напряженности электрического поля через заданную поверхность?

3. ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ

3.1. СИЛЫ В ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОМ ПОЛЕ

Качественные задачи

3.1.24. Что Вы можете сказать о величине потока вектора напряженности электрического поля через замкнутую поверхность, окружающую электрический диполь?

3.1.25. Можно ли применить теорему Гаусса для вычисления напряженности электрического поля диполя?

3. ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ

3.1. СИЛЫ В ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОМ ПОЛЕ

Качественные задачи

3.1.26. Напряженность электрического поля E равна нулю во всех точках замкнутой поверхности. Значит ли это, что внутри нет зарядов? Ответ обоснуйте или приведите пример.

3. ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ

3.1. СИЛЫ В ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОМ ПОЛЕ

Качественные задачи

3.1.27. Напряженность электрического поля E равна нулю во всех точках замкнутой поверхности. Значит ли это, что внутри нее нет точечных зарядов? Ответ обоснуйте или приведите пример.

3.1.28. Если суммарный заряд внутри замкнутой поверхности равен нулю, то обязательно ли равна нулю напряженность поля во всех точках поверхности?

3. ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ

3.1. СИЛЫ В ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОМ ПОЛЕ

Задачи с решениями

3.1.29. Два точечных заряда $q_1 = 1$ мкКл и $q_2 = -1$ мкКл расположены на расстоянии $l = 0,1$ м.

Определить силу F , действующую на точечный заряд $q_0 = 0,1$ мкКл, удаленный на расстояния

$x_1 = 0,06$ м от первого и $x_2 = 0,08$ м от второго зарядов.

3. ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ

3.1. СИЛЫ В ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОМ ПОЛЕ

Задачи с решениями

3.1.29. *Решение.* Согласно принципу суперпозиции, на заряд q_0 будет действовать сила \vec{F} , определяемая векторной суммой

$$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2,$$

где \vec{F}_1 и \vec{F}_2 - силы, действующие со стороны зарядов q_1 и q_2 .

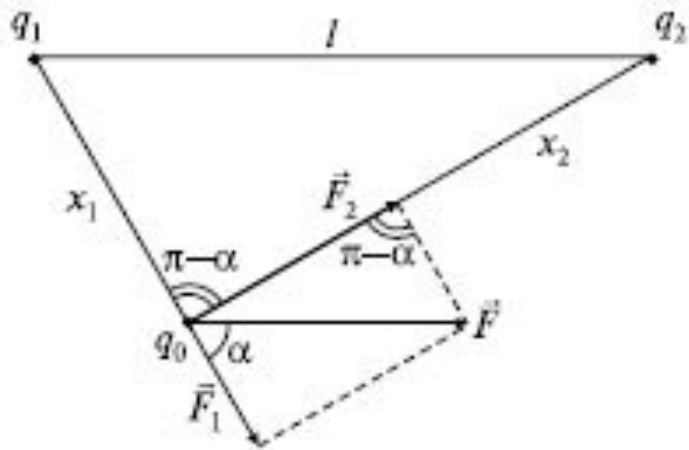
Направление сил \vec{F}_1 и \vec{F}_2 показано на следующем слайде.

3. ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ

3.1. СИЛЫ В ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОМ ПОЛЕ

Задачи с решениями

3.1.29. *Решение.*



Абсолютная величина сил F_1 и F_2 определяется выражениями

$$F_1 = \frac{q_0 q_1}{4\pi \epsilon_0 x_1^2},$$
$$F_2 = \frac{q_0 q_2}{4\pi \epsilon_0 x_2^2}$$

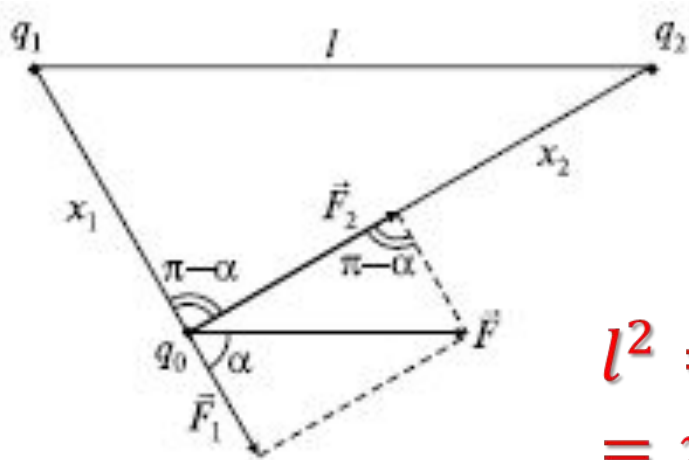
Абсолютная величина силы F может быть найдена по теореме косинусов: $F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + F_1 F_2 \cos \alpha}$

3. ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ

3.1. СИЛЫ В ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОМ ПОЛЕ

Задачи с решениями

3.1.29. Решение.



Здесь α — угол между векторами \vec{F}_1 и \vec{F}_2

Из треугольника со сторонами l , x_1 , x_2 находим

$$l^2 = x_1^2 + x_2^2 - 2x_1x_2 \cos(\pi - \alpha) = x_1^2 + x_2^2 + 2x_1x_2 \cos \alpha$$

Оценим угол α :

$$\cos \alpha = \frac{l^2 - x_1^2 - x_2^2}{2x_1x_2} = \frac{0,01 - 0,0036 - 0,0064}{2 \cdot 0,06 \cdot 0,08} = 0$$

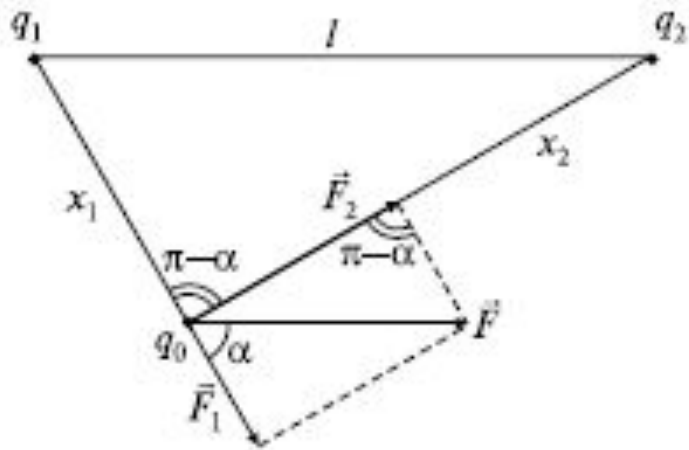
3. ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ

3.1. СИЛЫ В ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОМ ПОЛЕ

Задачи с решениями

3.1.29. *Решение.*

Следовательно, $\alpha = \pi/2$ и



$$F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2}$$

$$= \sqrt{\left(\frac{q_0 q_1}{4\pi\epsilon_0 x_1^2}\right)^2 + \left(\frac{q_0 q_2}{4\pi\epsilon_0 x_2^2}\right)^2} =$$

$$= \frac{q_0 \sqrt{q_1^2 x_2^4 + q_2^2 x_1^4}}{4\pi\epsilon_0 x_1^2 x_2^2} = 0,286 \text{ Н}$$

3. ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ

3.1. СИЛЫ В ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОМ ПОЛЕ

Задачи с решениями

3.1.30. В одной плоскости с бесконечно длинной равномерно заряженной нитью ($\tau = 2 \text{ мкКл/м}$) расположен стержень под углом $\alpha = 30^\circ$ к нити.

Стержень равномерно заряжен зарядом

$q = 2,4 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$, длина стержня $l_0 = 0,08 \text{ м}$.

Расстояние от нити до ближайшей точки стержня $x_0 = 0,04 \text{ м}$. Определить силу F , действующую на стержень.

3. ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ

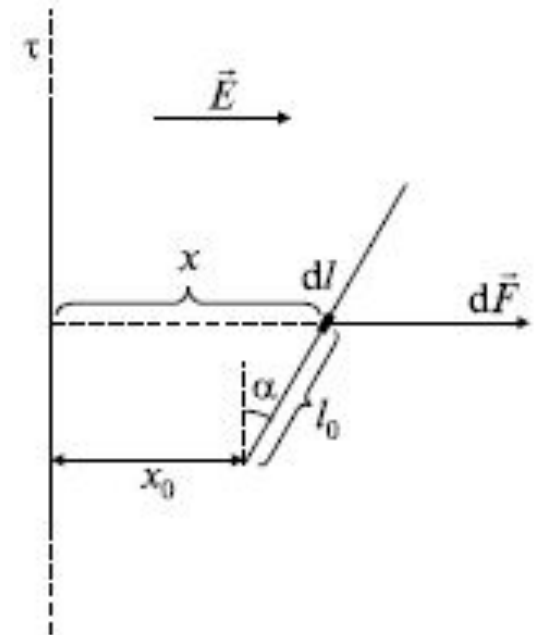
3.1. СИЛЫ В ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОМ ПОЛЕ

Задачи с решениями

3.1.30. *Решение.* Так как стержень имеет конечную длину l_0 , то его необходимо разбить на элементарно малые элементы dl , к которым можно применить закон Кулона.

Пусть малый элемент dl находится на расстоянии x от нити и на расстоянии l от нижнего конца стержня. Сила, действующая на этот элемент,

$$dF = Edq$$



3. ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ

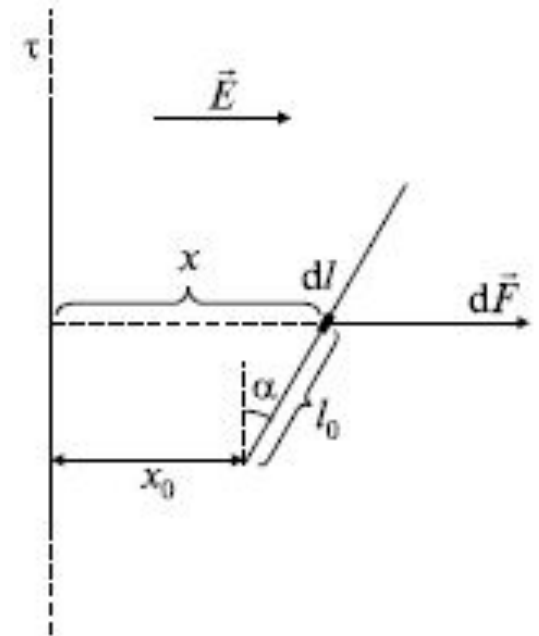
3.1. СИЛЫ В ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОМ ПОЛЕ

Задачи с решениями

3.1.30. *Решение.* Здесь $E = \tau / (2\pi\epsilon_0 x)$ — напряженность поля нити на расстоянии x от нее, а $dq = q dl / l_0$ — заряд рассматриваемого элемента, причем элемент dl настолько мал, что поле в его пределах можно считать постоянным.

Следовательно,

$$dF = \frac{\tau q dl}{2\pi\epsilon_0 x l_0}$$



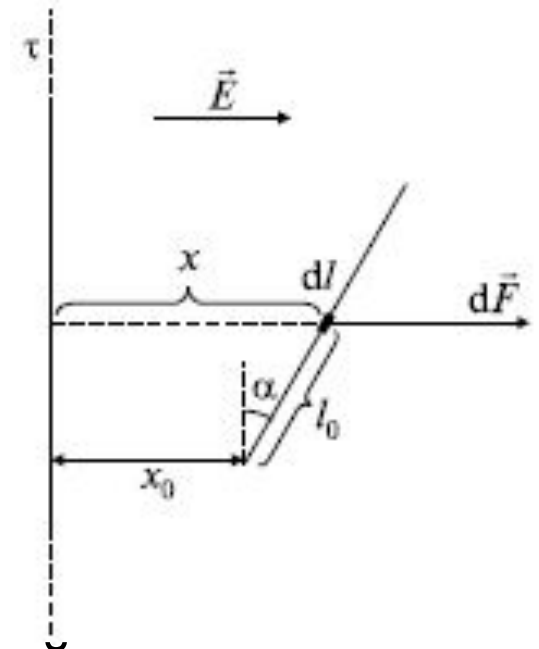
3. ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ

3.1. СИЛЫ В ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОМ ПОЛЕ

Задачи с решениями

3.1.30. *Решение.* Так как вектор напряженности E перпендикулярен нити, то при переходе от одного элемента dl к другому направление элементарных сил dF меняться не будет и, следовательно,

результатирующая сила может быть найдена непосредственным интегрированием dF по всему стержню. Из рисунка видно, что $x = x_0 + l \sin \alpha$, $dx = dl \sin \alpha$, отсюда $dl = dx / \sin \alpha$.



3. ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ

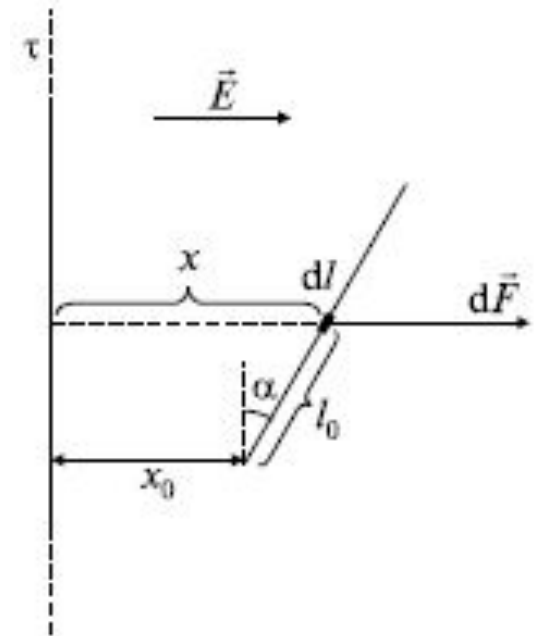
3.1. СИЛЫ В ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОМ ПОЛЕ

Задачи с решениями

3.1.30. *Решение.* Подставляя полученное выражение для $d\vec{l}$ в формулу для $d\vec{F}$ и интегрируя по всему стержню, т.е. в пределах от x_0 до $x_0 + l_0 \sin \alpha$, получаем

$$F = \frac{\tau q}{2\pi\epsilon_0 l_0 \sin \alpha} \int_{x_0}^{x_0 + l_0 \sin \alpha} \frac{dx}{x} =$$

$$= \frac{\tau q}{2\pi\epsilon_0 l_0 \sin \alpha} \ln \frac{x_0 + l_0 \sin \alpha}{x_0} = 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ Н}$$



3. ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ

3.1. СИЛЫ В ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОМ ПОЛЕ

Задачи с решениями

3.1.31. Кольцо радиусом R равномерно заряжено зарядом Q . Определить напряженность поля E в точке, находящейся на перпендикуляре к кольцу, проходящем через его центр, на расстоянии h от плоскости кольца.

Решение. Так как заряд распределен по кольцу, то закон Кулона в виде (3.1.1) использовать нельзя, и кольцо следует разбить на элементарные участки dl , которые в силу равномерного распределения заряда по кольцу несут на себе элементарный заряд

$$dQ = \frac{Q}{2\pi R} dl. \quad (1)$$

3. ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ

3.1. СИЛЫ В ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОМ ПОЛЕ

Задачи с решениями

Тогда согласно (3.1.3) напряженность поля dE , создаваемого элементарным участком dQ ,

$$dE = \frac{dQ}{4\pi\epsilon_0\epsilon r^2}. \quad (2)$$

Однако dE — это абсолютное значение вектора напряженности поля, создаваемого элементарным зарядом dQ . Поэтому определим проекции этого вектора $d\vec{E}$ на оси x , y , z и только после этого проинтегрируем соответствующие проекции элементарных напряженностей dE_x , dE_y , dE_z .

3. ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ

3.1. СИЛЫ В ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОМ ПОЛЕ

Задачи с решениями

Из рис. 3.6 видно, что $dE_z = dE \cos\beta$, $r^2 = R^2 + h^2$ и, учитывая (1), запишем

$$E_z = \int dE \cos\beta = \int \frac{Qdl}{4\pi\epsilon_0\epsilon \cdot 2\pi R(R^2 + h^2)^{3/2}} \cos\beta.$$

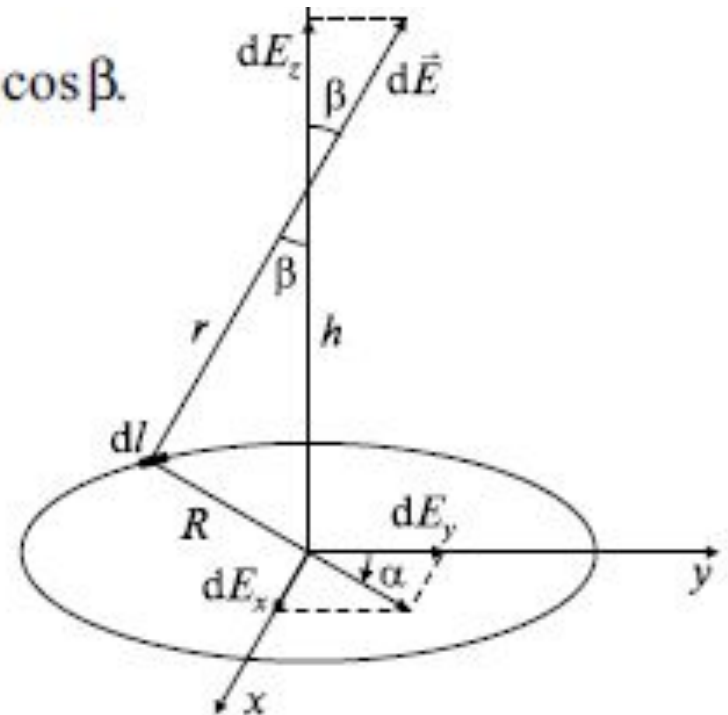


Рис. 3.6

3. ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ

3.1. СИЛЫ В ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОМ ПОЛЕ

Задачи с решениями

Так как $\cos\beta = h/r = h/(R^2 + h^2)^{1/2}$, а элемент дуги dl связан с поворотом на элементарный угол $d\alpha$ соотношением $dl = R d\alpha$, окончательно получим

$$E_z = \int_0^{2\pi} \frac{QhR d\alpha}{4\pi\epsilon_0\epsilon \cdot 2\pi(R^2 + h^2)^{3/2}} = \frac{Qh}{4\pi\epsilon_0\epsilon \cdot 2\pi(R^2 + h^2)^{3/2}} \alpha \Big|_0^{2\pi} =$$
$$= \frac{Qh}{4\pi\epsilon_0\epsilon(R^2 + h^2)^{3/2}}.$$

3. ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ

3.1. СИЛЫ В ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОМ ПОЛЕ

Задачи с решениями

Учитывая, что $\sin \beta = R/(R^2 + h^2)^{1/2}$, найдем проекцию вектора E_x на ось x :

$$\begin{aligned} E_x &= \int_{\text{по кольцу}} dE \sin \beta \sin \alpha = \int_{\text{по кольцу}} \frac{QdlR \sin \alpha}{4\pi\epsilon_0\epsilon \cdot 2\pi(R^2 + h^2)^{3/2}} = \\ &= \int_0^{2\pi} \frac{QR \sin \alpha d\alpha}{4\pi\epsilon_0\epsilon \cdot 2\pi(R^2 + h^2)^{3/2}} = \frac{QR}{4\pi\epsilon_0\epsilon \cdot 2\pi(R^2 + h^2)^{3/2}} \int_0^{2\pi} \sin \alpha d\alpha = \\ &= \frac{QR}{4\pi\epsilon_0\epsilon \cdot 2\pi(R^2 + h^2)^{3/2}} \cos \alpha \Big|_0^{2\pi} = 0. \end{aligned}$$

3. ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ

3.1. СИЛЫ В ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОМ ПОЛЕ

Задачи с решениями

Аналогично можно показать, что проекция вектора напряженности на ось y также равна $E_y = 0$.

$$\text{Следовательно, } E_x = E_y = 0; E_z = E = \frac{Qh}{4\pi\epsilon_0\epsilon(R^2 + h^2)^{3/2}}.$$

$$\text{Ответ: } E_x = E_y = 0; E_z = E = \frac{Qh}{4\pi\epsilon_0\epsilon(R^2 + h^2)^{3/2}}.$$

3. ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ

3.1. СИЛЫ В ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОМ ПОЛЕ

Задачи с решениями

3.1.32. В вакууме образовалось скопление зарядов в форме шара радиусом R с постоянной объемной плотностью ρ . Найти напряженность поля E в точках, лежащих внутри и вне шара.

Решение. В данном случае непрерывное распределение зарядов обладает центральной симметрией, поэтому для нахождения напряженности поля E воспользуемся теоремой Гаусса (3.1.5).

Рассмотрим вначале точки, лежащие внутри заряженного шара. В качестве поверхности интегрирования S_1 выбираем сферу радиусом r_1 , concentricкую заряженному шару (рис. 3.7, а). Тогда

$$\oint_{S_1} \vec{E}_1 \cdot d\vec{S} = \int_{S_1} E_1 \, dS \cos \alpha = E_1 \int_{S_1} dS = E_1 \cdot 4\pi r_1^2.$$

3. ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ

3.1. СИЛЫ В ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОМ ПОЛЕ

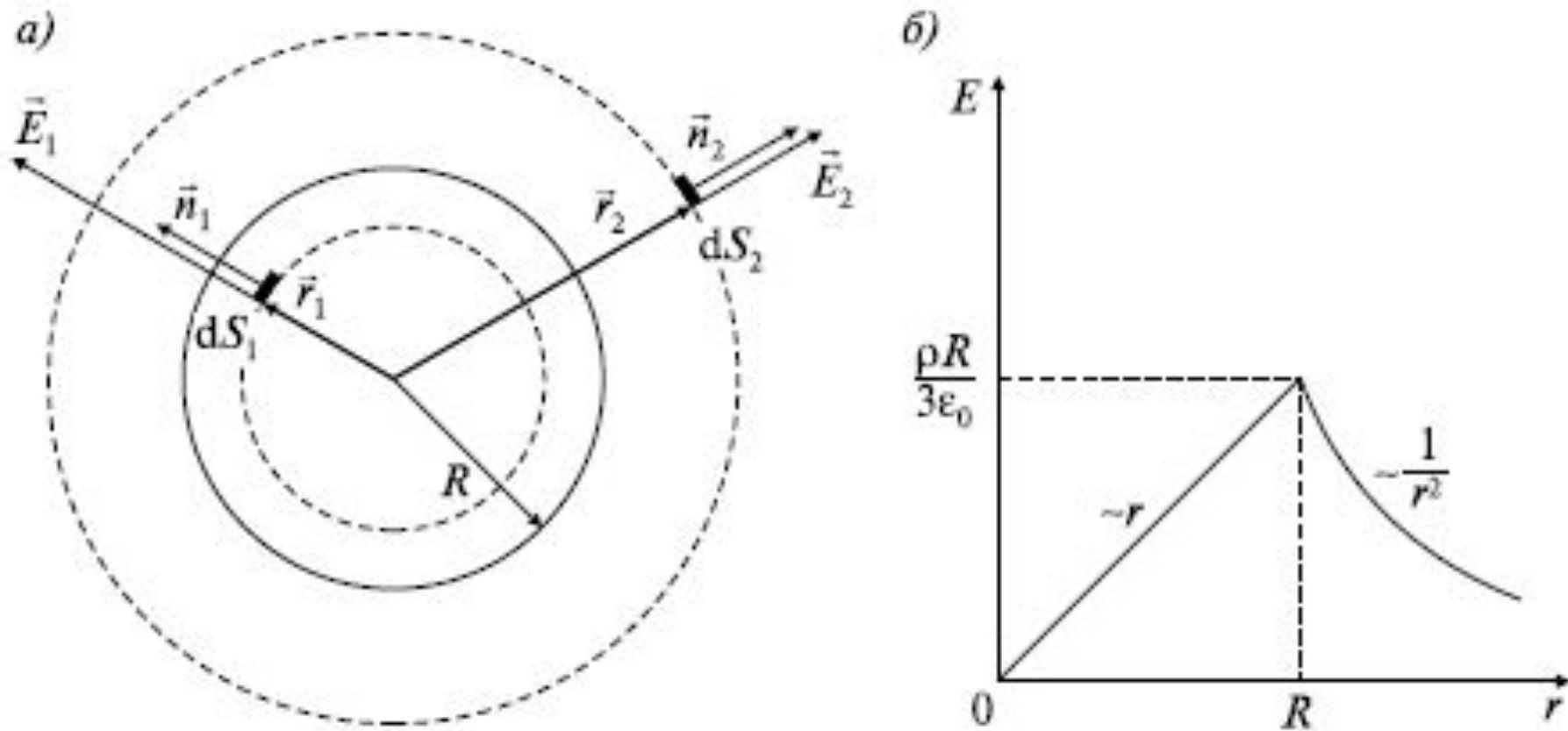
Задачи с решениями

Здесь мы учли, что $\cos\alpha = 1$ ($\alpha = 0$), так как положительная нормаль \vec{n}_1 к поверхности S_1 совпадает с направлением вектора напряженности \vec{E}_1 .

3. ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ

3.1. СИЛЫ В ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОМ ПОЛЕ

Задачи с решениями



3. ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ

3.1. СИЛЫ В ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОМ ПОЛЕ

Задачи с решениями

Такая сфера заключает в себе заряд $q_1 = 4\pi r_1^3 \rho / 3$. Используя (3.1.5), запишем $E_1 \cdot 4\pi r_1^2 = 4\pi r_1^3 \rho / 3\epsilon_0$. С учетом того, что r_1 было выбрано произвольно ($r_1 < R$), окончательно получим напряженность E_1 внутри заряженного по объему шара:

$$E_1 = \rho r / 3\epsilon_0.$$

Аналогично поступаем для точек, лежащих на сфере с радиусом $r_2 > R$, т.е.

$$\oint_{S_2} \vec{E}_2 \cdot d\vec{S} = \int_{S_2} E_2 \, dS \cos 0 = E_2 \int_{S_2} dS = E_2 \cdot 4\pi r_2^2.$$

3. ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ

3.1. СИЛЫ В ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОМ ПОЛЕ

Задачи с решениями

Однако при $r_2 > R$ внутрь произвольной сферы попадает весь заряд q , создающий поле, следовательно, $E_2 \cdot 4\pi r_2^2 = \rho \cdot 4\pi R^3 / 3\epsilon_0$. Так как r_2 выбрано произвольно ($r_2 > R$), то

$$E_2 = \rho R^3 / 3\epsilon_0 r^2.$$

При значениях $r_1 = r_2 = R$ напряженность $E = \rho R / 3\epsilon_0$; следовательно, в точке $r = R$ вектор напряженности E не терпит разрыва, а имеет конечное значение.

На рис. 3.7, б изображен график зависимости величины напряженности поля E заряженного по объему шара от расстояния r .

Ответ: $E_1 = \rho r / 3\epsilon_0$, $E_2 = \rho R^3 / 3\epsilon_0 r^2$.

3. ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ

3.1. СИЛЫ В ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОМ ПОЛЕ

Задачи без решений

3.1.33. В центр квадрата, в вершинах которого находится по заряду $q = 2 \cdot 10^{-9}$ Кл, помещен отрицательный заряд. Найти величину этого заряда Q , если результирующая сила F , действующая на каждый заряд q , равна нулю.

3.1.34. Вычислить, чему равна напряженность поля E равномерно заряженной бесконечной плоскости. Поверхностная плотность заряда σ .

3.1.35. Две бесконечные параллельные пластины равномерно заряжены с поверхностной плотностью заряда $\sigma_1 = 10^{-2}$ мкКл/м² и $\sigma_2 = -3 \cdot 10^{-2}$ мкКл/м². Какова сила взаимодействия F/S , приходящаяся на единицу площади пластин?

3. ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ

3.1. СИЛЫ В ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОМ ПОЛЕ

Задачи без решений

3.1.36. Две параллельные, бесконечно длинные прямые нити несут заряд, равномерно распределенный по длине с линейной плотностью $\tau_1 = 0,1$ мкКл/м и $\tau_2 = 0,2$ мкКл/м. Определить силу взаимодействия F/l , приходящуюся на единицу длины нити, если расстояние между нитями $r = 0,1$ м.

3.1.37. Два точечных заряда $q_1 = 2q$ и $q_2 = -q$ находятся на расстоянии d друг от друга. Найти положение точки на прямой, проходящей через эти заряды, в которой $E_j = 0$.

3.1.38. Две бесконечно длинные равномерно заряженные нити расположены параллельно друг к другу на расстоянии $a = 0,1$ м. Найти геометрическое место точек, где результирующая напряженность поля равна нулю, если нити заряжены с линейными плотностями $\tau_1 = 4 \cdot 10^{-7}$ Кл/м и $\tau_2 = 2 \cdot 10^{-7}$ Кл/м.

3. ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ

3.1. СИЛЫ В ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОМ ПОЛЕ

Задачи без решений

3.1.39. В плоском горизонтально расположенном конденсаторе заряженная капелька ртути находится в равновесии при напряженности электрического поля $E = 6 \cdot 10^4$ В/м. Заряд капли $q = 8 \cdot 10^{-19}$ Кл. Найти радиус r капли. Плотность ртути $\rho = 13,6 \cdot 10^3$ кг/м³.

3.1.40. Два одинаковых шарика массой $m = 5 \cdot 10^{-3}$ кг подвешены на двух нитях так, что их поверхности соприкасаются. Какой заряд q_0 нужно сообщить шарикам, чтобы натяжение нити стало $T = 0,098$ Н? Расстояние от точки подвеса до центра шарика $l = 0,1$ м.

3.1.41. Вычислить напряженность электрического поля E внутри и вне конденсатора, поверхностная плотность заряда пластин которого равна σ .

3. ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ

3.1. СИЛЫ В ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОМ ПОЛЕ

Задачи без решений

3.1.42. Вычислить, чему равна напряженность поля E вблизи поверхности металлического проводника, заряженного с поверхностной плотностью заряда σ ?

3.1.43. Определить напряженность поля E внутри и вне безграничного плоского слоя толщиной d , в котором равномерно распределен положительный заряд с объемной плотностью ρ ?

3.1.44. Плоская квадратная пластина со стороной $a = 0,1$ м находится на некотором расстоянии от бесконечной, равномерно заряженной плоскости ($\sigma = 1$ мкКл/м²). Плоскость пластины составляет угол $\beta = 30^\circ$ с линиями поля. Найти поток N_E вектора напряженности через эту пластину.

3. ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ

3.1. СИЛЫ В ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОМ ПОЛЕ

Задачи без решений

3.1.45. К бесконечной вертикальной заряженной плоскости на непроводящей нити прикреплен одноименно заряженный шарик массой $m = 4 \cdot 10^{-5}$ кг с зарядом $q = 6,67 \cdot 10^{-10}$ Кл. Натяжение нити, на которой висит шарик, равно $T = 4,9 \cdot 10^{-4}$ Н. Найти поверхностную плотность заряда σ плоскости.

3.1.46. Диск радиусом R заряжен равномерно с поверхностной плотностью σ . Определить силу F , действующую на заряд q_0 , помещенный в точке, находящейся на перпендикуляре к диску, проходящем через его центр, на расстоянии h от диска.

3. ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ

3.1. СИЛЫ В ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОМ ПОЛЕ

Задачи без решений

3.1.47. Тонкий стержень длиной $l_0 = 0,1$ м равномерно заряжен положительным зарядом $Q = 10^{-7}$ Кл. Найти силу F , действующую на точечный заряд $q = 2 \cdot 10^{-9}$ Кл, расположенный на продолжении стержня на расстоянии $x_0 = 0,2$ м от него. Найти напряженность поля $E(x)$ в точках, лежащих на продолжении стержня, как функцию расстояния x от стержня.

3.1.48. В центре полукольца радиусом $R = 0,05$ м, по которому равномерно распределен заряд $Q = 3 \cdot 10^{-7}$ Кл, расположен точечный заряд $q = 1,5 \cdot 10^{-9}$ Кл. Найти силу F , действующую на точечный заряд со стороны полукольца.

3. ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ

3.1. СИЛЫ В ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОМ ПОЛЕ

Задачи без решений

3.1.49. Две концентрические металлические заряженные сферы радиусом $R_1 = 0,06$ м и $R_2 = 0,10$ м несут соответственно заряды $q_1 = 1$ нКл и $q_2 = -0,5$ нКл. Найти напряженности поля E_1 , E_2 и E_3 в точках, отстоящих от центра сфер на расстояниях $r_1 = 0,05$ м, $r_2 = 0,09$ м и $r_3 = 0,15$ м.

3.1.50. Вычислить напряженность электрического поля E между двумя коаксиальными металлическими цилиндрами. Заряд, приходящийся на каждую единицу длины цилиндра, равен τ .

3.1.51. Заряд с постоянной объемной плотностью ρ распределен в виде тонкого длинного цилиндра радиусом R . Найти напряженность поля E в точках, лежащих внутри и вне цилиндра.