

## 10.10. Диэлектрики в электростатическом поле

**10.10.1.** С какой силой взаимодействуют два точечных заряда  $q_1 = 6,6$  мкКл и  $q_2 = 1,2$  мкКл в керосине на расстоянии  $R = 10$  см друг от друга? На каком расстоянии их следует поместить в вакууме, чтобы сила взаимодействия осталась прежней?

**10.10.2.** Около вертикальной равномерно заряженной плоскости на невесомой нерастяжимой нити висит маленький шарик, заряженный с плоскостью одноименно. При заполнении всего окружающего пространства маслом положение шарика относительно плоскости не изменилось. Найдите плотность материала шарика.

**10.10.3.** Два заряженных шарика с равными радиусами и массами, подвешенные на нитях одинаковой длины, опускают в жидкий диэлектрик. Угол расхождения нитей в воздухе и в диэлектрике оказался одним и тем же. Зная плотность материала шариков и плотность диэлектрика, определите проницаемость диэлектрика.

**10.10.4.** Заряженный шарик погрузили в масло. На каком расстоянии от шарика напряженность поля будет такой же, какой была до погружения его в масло на расстоянии  $R = 40$  см?

**10.10.5.** Шарик радиусом  $r$ , несущий положительный заряд  $q$ , висит на невесомой непроводящей пружине. Если этот шарик поместить в жидкость плотностью  $\rho$  и одновременно включить однородное электрическое поле, векторы напряженности которого направлены вертикально вниз, то длина пружины не изменится. Определите напряженность электрического поля.

**10.10.6.** Шарик радиусом  $r$ , несущий положительный заряд  $q$ , равномерно опускается в жидкости, где создано однородное электрическое поле, векторы напряженности которого направлены вертикально вверх. Плотности шарика и жидкости равны  $\rho$  и  $\rho_0$  соответственно, причем  $\rho > \rho_0$ . Определите напряженность электрического поля. Трением шарика о жидкость пренебречь.

**10.10.7.** Два одинаковых проводящих шарика с зарядами  $q_1 = 8 \cdot 10^{-9}$  Кл и  $q_2 = 52 \cdot 10^{-9}$  Кл находятся в воздухе на некотором расстоянии друг от друга. Затем шарики на некоторое время соединили и поместили в среду с диэлектрической проницаемостью  $\epsilon$  на прежнем расстоянии друг от друга. Сила взаимодействия между шариками при этом не изменилась. Определите диэлектрическую проницаемость среды.

**10.10.8.** Две большие пластины расположены горизонтально на небольшом расстоянии друг от друга, причем верхняя пластина заряжена положительно, а на нижней (диэлектрической) находится маленький шарик с зарядом  $q = 20$  мкКл. Насколько изменится вес шарика, если пространство между пластинами заполнить жид-

костью плотностью  $\rho = 800$  кг/м<sup>3</sup> с диэлектрической проницаемостью  $\epsilon = 2$ ? Объем шарика  $V = 1$  см<sup>3</sup>, напряженность электрического поля, создаваемого верхней пластиной,  $E = 100$  В/м.

**10.10.9.** Металлической сфере радиусом  $R_1 = 20$  см сообщен заряд  $q = 2$  мкКл (рис. 10.10.1). Сферу окружили слоем диэлектрика, внутренний радиус которого  $R_2 = 2R_1$ , а внешний —  $R_3 = 3R_1$ . Определите напряженность поля в точке, находящейся на расстоянии  $r = 50$  см от центра сферы. Относительная диэлектрическая проницаемость  $\epsilon = 2$ . Постройте график зависимости  $E(r)$ .

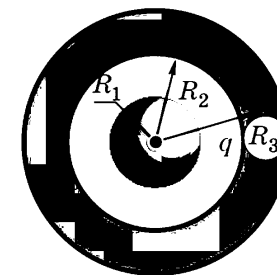


Рис. 10.10.1

**10.10.10.** Металлический шар с зарядом  $q = 4 \cdot 10^{-8}$  Кл погружают в керосин. Определите модуль и знак заряда, наведенного на границе металл—диэлектрик.

**10.10.11.** Пластина из стекла помещена в однородное электрическое поле напряженностью  $E = 1,6 \cdot 10^4$  В/м. Определите поверхностную плотность связанных зарядов на поверхностях пластины.

**10.10.12.** Точечный заряд  $q = 4 \cdot 10^{-8}$  Кл помещен в керосин. Найдите модуль и знак поляризационного заряда, возникающего вблизи точечного заряда.

**10.10.13.** Два точечных одинаковых заряда  $q$ , находящиеся на некотором расстоянии друг от друга, помещены в однородный безграничный диэлектрик с диэлектрической проницаемостью  $\epsilon$ . Найдите поляризационные заряды, возникающие вблизи точечных зарядов.

ОТВЕТЫ:

$$10.10.1. F = \frac{kq_1q_2}{\varepsilon R^2} \approx 3,56 \text{ Н}; R_2 = \sqrt{\varepsilon} R = 14,1 \text{ см.}$$

$$10.10.2. \rho = \frac{\varepsilon \rho_M}{\varepsilon - 1} = 1,8 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3,$$

где  $\rho_M$  — плотность масла.

$$10.10.3. \varepsilon = \frac{\rho_1}{\rho_1 - \rho_2},$$

где  $\rho_1$  — плотность материала шариков,  $\rho_2$  — плотность жидкости.

$$10.10.4. R_1 = \frac{R}{\sqrt{\varepsilon}} = 26,97 \text{ см.}$$

$$10.10.5. E = \frac{4\pi\rho g r^3}{3q}.$$

$$10.10.6. E = \frac{4\pi(\rho - \rho_0)g r^3}{3q}.$$

$$10.10.7. \varepsilon = \frac{(q_1 + q_2)^2}{4q_1q_2} \approx 2,16.$$

$$10.10.8. \text{ Уменьшится на } \Delta P = \frac{qE(\varepsilon - 1)}{\varepsilon} + \rho\sqrt{g} \approx 8,84 \cdot 10^{-3} \text{ Н.}$$

$$10.10.9. E = \frac{kq}{\varepsilon r^2} = 3,6 \cdot 10^4 \text{ В/м};$$

рис. 38.

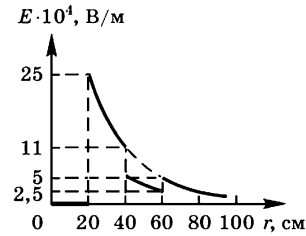


Рис. 38

$$10.10.10. q_1 = -q \frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon} = -2 \cdot 10^{-8} \text{ Кл.}$$

$$10.10.11.$$

$$\sigma = \varepsilon_0 E \frac{\varepsilon}{\varepsilon + 1} = 1,24 \cdot 10^{-7} \text{ Кл/м}^2.$$

$$10.10.12. q' = q \frac{1 - \varepsilon}{\varepsilon} = -2 \cdot 10^{-8} \text{ Кл.}$$

$$10.10.13. q' = q \frac{1 - \varepsilon}{\varepsilon}.$$