

10.8. Проводники в электростатическом поле

10.8.1. Докажите, что линии напряженности (силовые линии) всегда направлены перпендикулярно поверхности статически заряженного проводника.

10.8.2. В однородное электрическое поле напряженностью $E = 6$ кВ/м внесли пластину площадью $S = 1$ м² (рис. 10.8.1). Оцените напряженности поля внутри пластины, вне пластины и заряд, индуцированный на стороне пластины площадью S .

10.8.3. Две параллельные металлические пластины расположены на небольшом расстоянии друг от друга. Одной из пластин сообщают заряд $q = 4$ нКл (рис. 10.8.2). Какие заряды будут индуцированы на каждой стороне другой пластины? Какова напряженность поля внутри второй пластины?

10.8.4. На расстоянии $R = 1$ м от центра изолированного незаряженного металлического шара поместили точечный заряд $q = 4$ нКл. Определите потенциал шара.

10.8.5. Определите заряд заземленного металлического шара радиусом $r = 2$ см, если на расстоянии $l = 1$ м от его центра находится точечный заряд $q = 5$ мкКл.

10.8.6. Если зарядить два удаленных одинаковых шара, а затем сблизить их до расстояния $l = 0,9$ м между их центрами, то потенциал одного из них возрастает на $\Delta\varphi_1 = 1,2$ В, а потенциал другого уменьшается на $\Delta\varphi_2 = 2,0$ В. Оцените модули зарядов на шарах, считая, что радиусы шаров гораздо меньше расстояния между ними.

10.8.7. Металлический шар радиусом r заряжен до потенциала φ_0 и окружен концентрической сферической оболочкой радиусом $R = 3r$. Чему будет равен потенциал шара, если заземлить внешнюю оболочку?

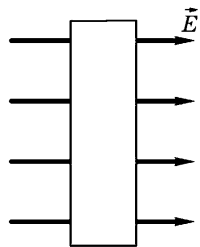


Рис. 10.8.1

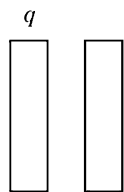


Рис. 10.8.2

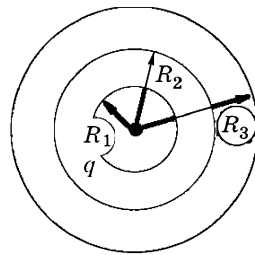


Рис. 10.8.3

10.8.8. Металлический шар радиусом $R_1 = R$ помещен в центр металлической оболочки, внутренний и внешний радиусы которой $R_2 = 2R$ и $R_3 = 3R$ соответственно (рис. 10.8.3). Заряд шара q . Запишите аналитические выражения и постройте графики зависимости напряженности поля E и потенциала φ от расстояния r до центра шара.

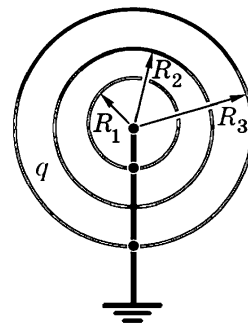


Рис. 10.8.4

10.8.9. Из трех концентрических тонких металлических сфер радиусами $R_1 = R$, $R_2 = 2R$ и $R_3 = 4R$ крайние заземлены, а средней сообщен заряд q (рис. 10.8.4). Найдите зависимость потенциала электрического поля от расстояния до центра сфер.

10.8.10. Две бесконечные параллельные проводящие плиты заряжены так, что поверхностная плотность заряда обеих поверхностей первой плиты равна σ_1 , а второй σ_2 . Найдите плотности заряда каждой поверхности обеих плит.

10.8.11. Две одинаковые параллельно расположенные и закороченные проводником пластины находятся друг от друга на расстоянии $d = 10$ см, малом по сравнению с их линейными размерами. Такая же пластина с зарядом $Q = 4 \cdot 10^{-8}$ Кл находится между ними на расстоянии $a = 2$ см от одной из них. Какой заряд протечет по закорачивающему проводнику, если заряженную пластину вынуть?

10.8.12. Три одинаковые параллельные друг другу пластины находятся на малых расстояниях одна от другой. Крайние пластины закорочены проводником и на них помещен некоторый заряд. Средней пластине сообщен заряд $q = 4$ нКл. Чему равна разность потенциалов между пластинами А и В (рис. 10.8.5)? Расстояния $a = 1$ см, $d = 3$ см; площадь каждой пластины $S = 100$ см².

10.8.13. Четыре параллельные пластины расположены так, как показано на рисунке 10.8.6. Найдите разность потенциалов между внутренними пластинами. Расстояния a и d много меньше линейных размеров пластин; $a = 6$ см, $d = 10$ см, $\Delta\varphi_1 = 30$ В, $\Delta\varphi_2 = 40$ В.

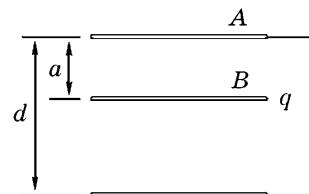


Рис. 10.8.5

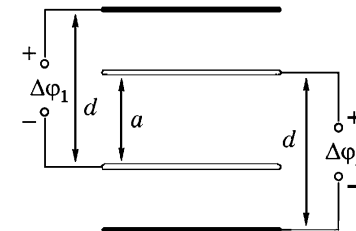


Рис. 10.8.6

10.8.14. Найдите напряженность электрического поля между тремя бесконечно большими параллельными пластинами в случае, если средняя пластина заземлена. Расстояния между средней пластиной и крайними равны a и b . Потенциалы крайних пластин равны φ .

10.8.15. Между двумя заземленными металлическими пластинами находится одинаковая с ними по размерам тонкая пластина с поверхностной плотностью заряда σ . Расстояния от нее до двух других пластин равны a и b и много меньше линейных размеров пластин. Найдите напряженности электрического поля в зазорах между пластинами и поверхностные плотности зарядов, индуцируемых на них.

Ответы:

10.8.2. $E_{\text{внутр}} = 0$; $E_{\text{внешн}} = 6 \text{ кВ/м}$;

$q = \varepsilon_0 S E = 5,31 \cdot 10^{-8} \text{ Кл}$.

10.8.3. На ближней к первой пластине стороне $q_1 = -\frac{q}{2} = -2 \text{ нКл}$, на дальней — $q_2 = \frac{q}{2} = 2 \text{ нКл}$; $E = 0$.

10.8.4. $\varphi = \frac{kq}{R} = 36 \text{ В}$.

10.8.5. $q_1 = -\frac{qr}{l} = -10^{-7} \text{ Кл}$.

10.8.6. $q_1 = \frac{\Delta\varphi_2 l}{k} = 2 \cdot 10^{-8} \text{ Кл}$;

$q_2 = \frac{\Delta\varphi_1 l}{k} = 1,2 \cdot 10^{-8} \text{ Кл}$.

10.8.7. $\varphi = \varphi_0 \frac{R-r}{R} = \frac{2}{3} \varphi_0$.

10.8.8. Рис. 36.

1) $0 \leq r \leq R$, $E = 0$, $\varphi_1 = \frac{kq}{6R}$;

2) $R \leq r \leq 2R$, $E = \frac{kq}{r^2}$,

$\varphi = hq \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{6R} \right)$;

3) $2R \leq r \leq 3R$, $E = 0$, $\varphi_3 = \frac{kq}{3R}$;

4) $r \geq 3R$, $E = \frac{kq}{r^2}$, $\varphi = \frac{kq}{r}$.

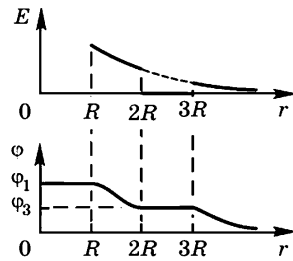


Рис. 36

10.8.11. $\Delta q = \frac{Q(d-2a)}{2d} = 6 \cdot 10^{-8} \text{ Кл}$.

10.8.12. $\Delta\varphi = q \frac{a(d-a)}{\varepsilon_0 d S} = 301,3 \text{ В}$.

10.8.13. $\Delta\varphi = \frac{(\Delta\varphi_1 + \Delta\varphi_2)a}{a+d} = 26,25 \text{ В}$.

10.8.14. $E_{1-2} = \frac{\varphi}{a}$; $E_{2-3} = \frac{\varphi}{b}$.

10.8.15. $E_1 = \frac{\sigma b}{\varepsilon_0(a+b)}$; $E_2 = \frac{\sigma a}{\varepsilon_0(a+b)}$;
 $\sigma_1 = -\frac{\sigma b}{a+b}$; $\sigma_2 = -\frac{\sigma a}{a+b}$.