

10.5. Напряженность электростатического поля бесконечной равномерно заряженной плоскости

10.5.1. Напряженность поля вблизи большой заряженной пластины, в ее центре, $E = 10^4$ В/м. Линии напряженности направлены к пластине. Оцените поверхностную плотность зарядов на пластине, если она заряжена равномерно.

10.5.2. На нити висит шарик массой $m = 20$ г и зарядом $q = 10^{-6}$ Кл. Найдите поверхностную плотность зарядов, появляющихся на пластине (рис. 10.5.1), чтобы сила натяжения нити:

- а) уменьшилась вдвое;
- б) увеличилась вдвое.

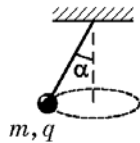


Рис. 10.5.2

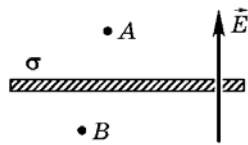


Рис. 10.5.3

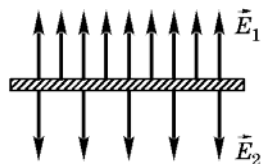


Рис. 10.5.4

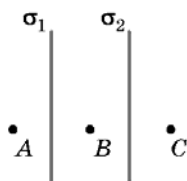


Рис. 10.5.5

10.5.3. Шарик массой $m = 10$ г и зарядом $q = 2 \cdot 10^{-6}$ Кл, подвешенный на шелковой нити длиной $l = 0,4$ м, движется в горизонтальной плоскости по окружности так, что нить составляет с вертикалью угол $\alpha = 60^\circ$. Под шариком расположена равномерно заряженная пластина с поверхностной плотностью зарядов $\sigma = 1,77 \cdot 10^{-7}$ Кл/м² (рис. 10.5.2). Найдите период обращения шарика.

10.5.4. Большая пластина с поверхностной плотностью зарядов $\sigma = 1,77$ мкКл/м² находится в однородном электрическом поле напряженностью $E = 2 \cdot 10^5$ В/м, которое перпендикулярно пластине (рис. 10.5.3). Найдите напряженности поля в точках A и B. Нарисуйте картину результирующего поля.

10.5.5. Заряд равномерно заряженной пластины $q = 10^{-7}$ Кл. Пластина находится в однородном электрическом поле напряженностью $E = 3 \cdot 10^4$ В/м, которое перпендикулярно пластине. Определите силу, действующую на пластину, и результирующую напряженность поля с обеих сторон пластины. Площадь пластины $S = 1$ м².

10.5.6. Заряд равномерно заряженной пластины $q = 10^{-7}$ Кл. Пластина находится в однородном электрическом поле (рис. 10.5.4). Результирующая напряженность поля над пластиной $E_1 = 5 \cdot 10^5$ В/м, под пластиной $E_2 = 2 \cdot 10^5$ В/м. Определите массу пластины, если она находится в равновесии в электрическом поле и поле силы тяжести.

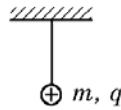


Рис. 10.5.1

10.5.7. Две бесконечные параллельные пластины находятся в вакууме на расстоянии $d = 20$ см друг от друга. Поверхностная плотность зарядов на первой пластине $\sigma_1 = 5$ мкКл/м², на второй — $\sigma_2 = -1,77$ мкКл/м² (рис. 10.5.5). Найдите: а) напряженность поля, создаваемого каждой пластиной; б) напряженность результирующего поля в точках A, B, C. Постройте график зависимости напряженности поля от координаты x (начало координат на левой пластине и ось X перпендикулярна пластинам).

10.5.8. Равномерно заряженные тонкие бесконечно большие пластины находятся на небольшом расстоянии друг от друга (рис. 10.5.6). Найдите поверхностные плотности их зарядов σ_1 и σ_2 , если напряженность поля в точке A равна $E_1 = 3000$ В/м, а в точке B равна $E_2 = 1000$ В/м.

10.5.9. Две тонкие металлические пластины, имеющие заряды q и $2q$, расположены параллельно друг другу. Сила взаимодействия пластин друг с другом равна F . Найдите напряженности электрического поля в точках A, B и C (рис. 10.5.7). Поле, создаваемое каждой из пластин, считать однородным.

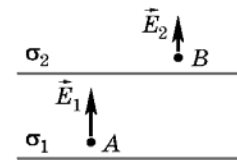


Рис. 10.5.6

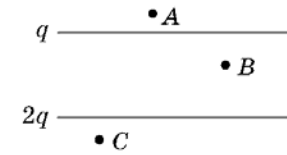


Рис. 10.5.7

10.5.10. Две разноименно заряженные металлические пластины, расположенные параллельно друг другу, взаимодействуют между собой с силой F . Насколько изменится сила, действующая на отрицательно заряженную пластину, если ее поместить между двумя положительно заряженными пластинами с прежними по модулю зарядами? Поле, создаваемое каждой из пластин, считать однородным.

10.5.11. Бесконечные проводящие плоскости 1 и 2 расположены параллельно друг другу и заряжены разноименными зарядами с одинаковой плотностью $\sigma = 10$ нКл/м². Найдите силу, действующую на положительный заряд $q = 2$ нКл, помещенный в точку A (рис. 10.5.8), лежащую между плоскостями.

10.5.12. Три тонкие металлические пластины, имеющие заряды q , $2q$ и $3q$, расположены параллельно друг другу так, как показано на рисунке 10.5.9. Площадь каждой пластины S . Найдите силу, действующую на среднюю пластину.

10.5.13. Две равномерно заряженные диэлектрические пластины расположены взаимно перпендикулярно (рис. 10.5.10). Поверхностная плотность зарядов одной пластины $\sigma_1 = -4 \cdot 10^{-7}$ Кл/м², второй — $\sigma_2 = 3 \cdot 10^{-7}$ Кл/м². Определите напряженности поля в точках A, B, C, D и нарисуйте картину линий напряженности поля.

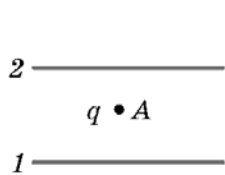


Рис. 10.5.8

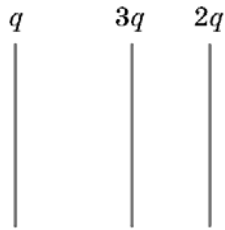


Рис. 10.5.9

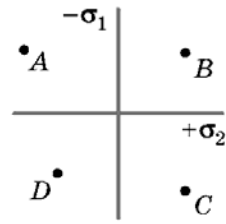


Рис. 10.5.10

Ответы:

10.5.1. $\sigma = -2\varepsilon_0 E = -1,77 \cdot 10^{-7} \text{ Кл/м}^2$.

10.5.2.

а) $\sigma = \frac{mg\varepsilon_0}{q} = 1,73 \cdot 10^{-6} \text{ Кл/м}^2$;

б) $\sigma = -\frac{4mg\varepsilon_0}{q} = -6,94 \cdot 10^{-6} \text{ Кл/м}^2$.

10.5.3. $T = \frac{8\pi^2\varepsilon_0 ml \cos\alpha}{2\varepsilon_0 mg - q\sigma} = 0,67 \text{ с.}$

10.5.4. $E_A = E + \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} = 3 \cdot 10^5 \text{ В/м}$;

$E_B = E - \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} = 10^4 \text{ В/м}$; рис. 33.

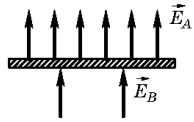


Рис. 33

10.5.5. $F = qE = 3 \text{ мН}$;

$E_1 = E + \frac{q}{2\varepsilon_0 S} = 3,56 \cdot 10^4 \text{ В/м}$;

$E_2 = E - \frac{q}{2\varepsilon_0 S} = 2,44 \cdot 10^4 \text{ В/м}$.

10.5.6. $m = \frac{q(E_1 + E_2)}{2g} \approx 3,5 \text{ г.}$

10.5.7. а) $E_1 = \frac{\sigma_1}{2\varepsilon_0} = 2,8 \cdot 10^5 \text{ В/м}$,

$E_2 = \frac{|\sigma_2|}{2\varepsilon_0} = 10^5 \text{ В/м}$;

б) $E_A = E_2 - E_1 = -1,8 \cdot 10^5 \text{ В/м}$;

$E_B = E_1 + E_2 = 3,8 \cdot 10^5 \text{ В/м}$;

$E_C = E_1 - E_2 = 1,8 \cdot 10^5 \text{ В/м}$.

10.5.8.

$\sigma_1 = \varepsilon_0(E_1 + E_2) = 35,4 \text{ мКл/м}^2$;

$\sigma_2 = \varepsilon_0(E_2 - E_1) = -17,7 \text{ мКл/м}^2$.

10.5.9. $E_A = -\frac{3F}{2q}$; $E_B = -\frac{F}{2q}$;

$E_C = \frac{3F}{2q}$.

10.5.10. $\Delta F = -F$.

10.5.11. $F = \frac{\sigma q}{\varepsilon_0} = 2,26 \cdot 10^{-6} \text{ Н}$.

10.5.12. $F = \frac{3q^2}{2\varepsilon_0 S}$.

10.5.13. $E_A = E_B = E_C = E_D =$
 $= \frac{\sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2}}{2\varepsilon_0} \approx 2,8 \cdot 10^4 \text{ В/м}$; рис. 34.

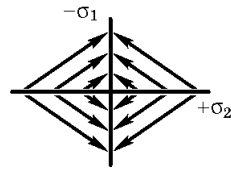


Рис. 34