

10.3. Напряженность электростатического поля точечного заряда

10.3.1. В однородном электрическом поле напряженностью $E = 1$ МВ/м, силовые линии¹⁾ которого направлены вертикально вниз, висит на невесомой непроводящей нити шарик массой $m = 2$ г, обладающий зарядом $q = 10$ нКл. Чему равна сила натяжения нити?

10.3.2. Заряженный шарик, подвешенный на невесомой диэлектрической нити, находится во внешнем электрическом поле, силовые линии которого горизонтальны. При этом нить образует угол $\alpha = 45^\circ$ с вертикалью. На сколько изменится угол отклонения нити при уменьшении заряда шарика на $\eta = 10\%$?

10.3.3. Шарик, несущий положительный заряд q , положили на непроводящую невесомую пластинку, прикрепленную к столу с помощью пружины жесткостью k (рис. 10.3.1). При включении однородного электрического поля, вектор напряженности \vec{E} которого направлен вертикально вниз, длина пружины изменилась на Δx . Определите напряженность электрического поля.

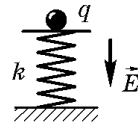


Рис. 10.3.1

10.3.4. Какой заряд приобрел бы шарик объемом $V = 1$ см³, изготовленный из железа ${}^{56}_{26}\text{Fe}$, если бы удалось убрать $\eta = 1\%$ его электронов? Найдите напряженность электрического поля на расстоянии $R = 1$ м от центра шарика.

10.3.5. Определите напряженность E_1 электрического поля в точке, удаленной на расстояние $R_1 = 0,6$ м от точечного заряда, если в точке, удаленной от этого заряда на расстояние $R_2 = 0,2$ м, напряженность поля $E_2 = 900$ В/м.

10.3.6. На расстоянии $R = 20$ см от точечного заряда напряженность созданного им электрического поля $E = 900$ В/м. На каком расстоянии от заряда напряженность поля будет на $\Delta E = 500$ В/м: а) меньше; б) больше?

10.3.7. Вследствие стекания заряда с маленького шарика напряженность электрического поля на расстоянии $R = 30$ см от него уменьшилась на $\Delta E = 200$ В/м. На сколько изменился заряд шарика?

10.3.8. Нарисуйте график зависимости напряженности электрического поля точечного заряда $q = 1$ нКл от расстояния R . Рассмотрите случаи, когда заряд: а) положительный; б) отрицательный.

10.3.9. Вследствие стекания заряда с маленького шарика напряженность электрического поля на расстоянии $R = 30$ см от него уменьшилась на $\eta = 36\%$. Как и на сколько следует изменить расстояние от заряда до точки наблюдения, чтобы напряженность в ней была такая же, как и вначале?

¹⁾ Во многих задачах данного раздела линии напряженности называют силовыми линиями. С помощью таких линий электрическое поле изображают графически. Эти линии проводят так, чтобы касательная в каждой точке пространства совпадала с вектором \vec{E} в той же точке.

10.3.10. Заряд, создающий поле, повысили на $\eta_1 = 20\%$, а расстояние до точки наблюдения увеличили на $\eta_2 = 20\%$. Как и на сколько процентов изменилась напряженность электрического поля?

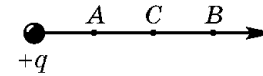


Рис. 10.3.2

10.3.11. В точке А напряженность поля, созданного положительным зарядом, равна $E_A = 36$ В/м, а в точке С она равна $E_C = 16$ В/м (рис. 10.3.2). Найдите напряженность поля в точке В, если $AC = CB$.

10.3.12. Напряженности поля, созданного положительным зарядом, в точках А и С равны $E_A = 400$ В/м, $E_C = 600$ В/м соответственно (рис. 10.3.3). Найдите напряженность поля в точке В.

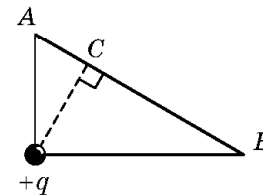


Рис. 10.3.3

10.3.13. Заряд $q = 10^{-6}$ Кл расположен в плоскости XOY в точке, определяемой радиусом-вектором $\vec{r}_0 = 2\vec{i} + 4\vec{j}$. Найдите вектор напряженности и его модуль в точке с радиусом-вектором $\vec{r} = 1\vec{i} + 2\vec{j}$.

10.3.14. Положительный заряд $q = 130$ нКл расположен в некоторой точке С плоскости XOY . При этом в точке А с координатами $(2; -3)$ напряженность поля $E_A = 32,5$ В/м, а в точке В $(-3; 2)$ $E_B = 45$ В/м. Найдите координаты точки С.

Ответы:

10.3.1. $T = mg + qE = 20,6$ мН.

10.3.2. Уменьшится на $\Delta\alpha = \alpha - \arctg((1 - \eta) \operatorname{tg} \alpha) \approx 3^\circ$.

10.3.3. $E = \frac{k\Delta x}{q}$.

10.3.4. $q = \frac{\eta Z e \rho V N_A}{M} \approx 3,5$ кКл;
 $E = \frac{kq}{R^2} \approx 3,14 \cdot 10^{13}$ В/м.

10.3.5. $E_1 = E_2 \left(\frac{R_2}{R_1}\right)^2 = 100$ В/м.

10.3.6. а) $R_1 = R \sqrt{\frac{E}{E - \Delta E}} = 30$ см;

б) $R_2 = R \sqrt{\frac{E}{E + \Delta E}} = 16$ см.

10.3.7. Уменьшился на $\Delta q = \frac{\Delta E R^2}{k} = 2 \cdot 10^9$ Кл.

10.3.9. Уменьшится на $\Delta R = R(1 - \sqrt{1 - \eta}) = 6$ см.

10.3.10. $\eta = \left(1 - \frac{1 + \eta_1}{(1 + \eta_2)^2}\right) = 0,167$,
напряженность уменьшится на $\eta = 16,7\%$.

10.3.11. $E_B = \frac{E_A E_C}{(2\sqrt{E_A} - \sqrt{E_C})^2} = 9$ В/м.

10.3.12. $E_B = E_C - E_A = 200$ В/м.

10.3.13. $\vec{E} = 807\vec{i} + 1614\vec{j}$; $E = 1800$ В/м.

10.3.14. $x_C = 2$; $y_C = 3$ или $x_C = -4$;