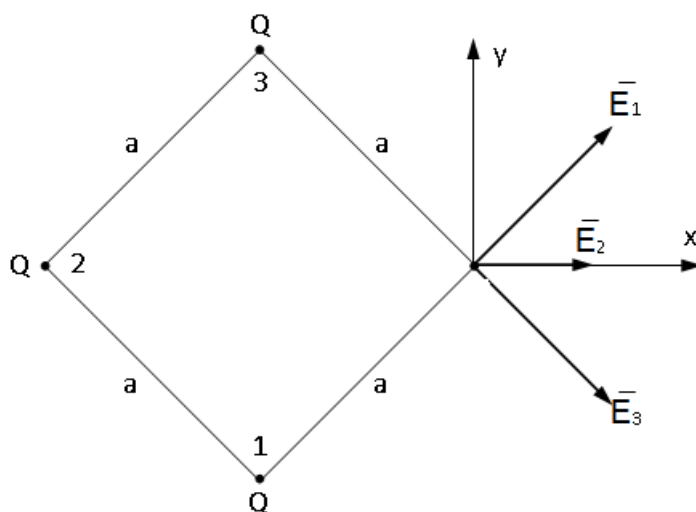


## Решение контрольной работы по физике для заочного отделения

### Задача 1.6

В трех вершинах квадрата со стороной 40 см находятся одинаковые заряды по 5 нКл каждый. Найти напряженность поля в четвертой вершине.

**Решение:**



Напряженность поля в 4-ой вершине найдём по принципу суперпозиций (на рисунке для определенности взяты положительные заряды):

$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{E}_3.$$

Запишем это векторное равенство в проекциях на оси координат:

$$\begin{cases} E_x = E_1 \cos 45^\circ + E_2 + E_3 \cos 45^\circ \\ E_y = E_1 \sin 45^\circ - E_3 \sin 45^\circ \end{cases} \quad (1)$$

Значение каждой напряженности определим по формулам напряженности точечного заряда:

$$E_1 = E_3 = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 a^2}, \quad E_2 = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 (\sqrt{2}a)^2} = \frac{E_1}{2}.$$

С учётом полученных равенств система (1) переписывается в виде:

$$\begin{cases} E_x = E_1 (\cos 45^\circ + 1/2 + \cos 45^\circ) = E_1 (\sqrt{2} + 1/2) \\ E_y = E_1 (\sin 45^\circ - \sin 45^\circ) = 0 \end{cases}$$

Тогда  $E = \sqrt{E_x^2 + E_y^2} = E_x = \left(\sqrt{2} + \frac{1}{2}\right) \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 a^2}$ .

Подставляем значения:

$$E = \left(\sqrt{2} + \frac{1}{2}\right) \frac{(5 \cdot 10^{-9} \text{ Кл})}{4\pi \cdot 8.85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м} \cdot (0.4 \text{ м})^2} \approx 535 \text{ В/м.}$$

**Ответ:**  $E = 535 \text{ В/м.}$

### Задача 2.6

Тонкий стержень длиной 1 м несет равномерно распределенный по длине заряд 1 нКл. Определить разность потенциалов электрического поля в точках, лежащих на серединном перпендикуляре к стержню на расстояниях 2 мм и 16 мм. Считать стержень длинным и тонким.

#### Решение:

Так как стержень можно считать длинным и тонким, то в этом случае его можно считать бесконечной нитью. Напряжённость электростатического поля бесконечной нити, на расстоянии  $r$  от неё рассчитывается по формуле:

$$E = \frac{\tau}{2\pi\epsilon_0 r},$$

где  $\epsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$  – электрическая постоянная.

Тогда, используя связь разности потенциалов и напряженности, получим:

$$\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1 = -E dr = -\frac{\tau}{2\pi\epsilon_0} \int_{r_1}^{r_2} \frac{dr}{r} = -\frac{\tau}{2\pi\epsilon_0} \cdot \ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right).$$

Учитывая, что  $\tau = \frac{q}{l}$ , получим:

$$\begin{aligned} \Delta\varphi &= -\frac{\tau}{2\pi\epsilon_0} \cdot \ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right) = -\frac{q}{2\pi\epsilon_0 l} \cdot \ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right) = \\ &= -\frac{10^{-9} \text{ Кл}}{2\pi \cdot 8.85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м} \cdot 1 \text{ м}} \cdot \ln\left(\frac{2}{16}\right) \approx 37.4 \text{ В}. \end{aligned}$$

**Ответ:**  $\Delta\varphi = 37.4 \text{ В}$ .

### Задача 3.6

Напряжение между обкладками плоского воздушного конденсатора 25 В, расстояние между ними 5 мм, их площадь 200 см<sup>2</sup>. Определить энергию конденсатора.

#### Решение:

Емкость плоского конденсатора равна:

$$C = \frac{\epsilon\epsilon_0 S}{d}. \quad (1)$$

Энергия заряженного конденсатора есть:

$$W = \frac{CU^2}{2}. \quad (2)$$

Подставляем (2) в (1) и получаем:

$$\begin{aligned} W &= \frac{CU^2}{2} = \frac{\epsilon\epsilon_0 SU^2}{2d} = \\ &= \frac{1 \cdot 8.85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м} \cdot 200 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2 \cdot (25 \text{ В})^2}{2 \cdot 5 \cdot 10^{-3} \text{ м}} \approx 1.11 \cdot 10^{-8} \text{ Дж} = 11.1 \text{ нДж}. \end{aligned}$$

**Ответ:**  $W = 11.1 \text{ нДж}$ .

### Задача 4.6

По круговому витку радиусом 0,1 м из тонкого провода течет ток 1 А.  
Найти магнитную индукцию в центре витка.

#### Решение:

Магнитная индукция в центре кругового витка с током:

$$B = \frac{\mu\mu_0 I}{2R} = \frac{1 \cdot 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Гн/м} \cdot 1 \text{ А}}{2 \cdot 0.1 \text{ м}} \approx 6.3 \cdot 10^{-6} \text{ Тл} = 6.3 \text{ мкТл.}$$

**Ответ:**  $B = 6.3 \text{ мкТл.}$

### Задача 8.6

Температура  $T$  абсолютно черного тела изменилась при нагревании от 1000 К до 3000 К. На сколько микрометров изменилась длина волны  $\Delta\lambda_m$ , на которую приходится максимум спектральной плотности энергетической светимости?

#### Решение:

Длина волны  $\lambda_m$ , соответствующая максимуму спектральной плотности энергетической светимости  $r(\lambda)$  абсолютно черного тела (первый закон Вина):

$$\lambda_m = \frac{b}{T},$$

где  $b = 0.029 \text{ К} / \text{м}$  – постоянная Вина.

В результате

$$\Delta\lambda_m = \lambda_{m2} - \lambda_{m1} = \frac{b}{T_2} - \frac{b}{T_1} = \frac{0.029}{3000} - \frac{0.029}{1000} \approx -1.93 \cdot 10^{-5} \text{ м} = -19.3 \text{ мкм}.$$

**Ответ:** уменьшилась на 19,3 мкм.

### Задача 9.6

Вычислить для атомарного водорода длины волн  $\lambda$  пяти первых спектральных линий серии Пашена.

#### Решение:

Формула Бальмера определяет длину волны  $\lambda$  спектральных линий в спектре атома водорода:

$$\frac{1}{\lambda} = R' \cdot \left( \frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right), \text{ откуда } \lambda = \frac{1}{R' \cdot \left( \frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)},$$

где  $R' = 1.097 \cdot 10^7 \text{ м}^{-1}$  – постоянная Ридберга,  $n_1 = 3$  – для серии Пашена,  $n_2 > n_1$ .

Подставляем значения:

$$\lambda_1 = \frac{1}{1.097 \cdot 10^7 \cdot \left( \frac{1}{3^2} - \frac{1}{4^2} \right)} \approx 1.875 \cdot 10^{-6} = 1.875 \text{ мкм},$$

$$\lambda_2 = \frac{1}{1.097 \cdot 10^7 \cdot \left( \frac{1}{3^2} - \frac{1}{5^2} \right)} \approx 1.282 \cdot 10^{-6} = 1.282 \text{ мкм},$$

$$\lambda_3 = \frac{1}{1.097 \cdot 10^7 \cdot \left( \frac{1}{3^2} - \frac{1}{6^2} \right)} \approx 1.094 \cdot 10^{-6} = 1.094 \text{ мкм},$$

$$\lambda_4 = \frac{1}{1.097 \cdot 10^7 \cdot \left( \frac{1}{3^2} - \frac{1}{7^2} \right)} \approx 1.005 \cdot 10^{-6} = 1.005 \text{ мкм},$$

$$\lambda_5 = \frac{1}{1.097 \cdot 10^7 \cdot \left( \frac{1}{3^2} - \frac{1}{8^2} \right)} \approx 9.547 \cdot 10^{-7} = 0.955 \text{ мкм}.$$

### Задача 10.6

Альфа-частица движется по окружности радиуса  $r = 8,3$  мм в однородном магнитном поле, индукция  $B$  которого 24 мТл. Найти длину волны де Бройля  $\lambda$  такой частицы. Заряд альфа-частицы  $q$  численно равен  $2e$ .

#### Решение:

На  $\alpha$ -частицу, движущуюся в однородном магнитном поле, действует сила Лоренца, которая является центростремительной и сообщает частице нормальное ускорение:

$$F = qvB = 2evB = ma_{ц.с.} = \frac{mv^2}{R}, \text{ откуда } 2evB = \frac{mv^2}{R} \text{ и } v = \frac{2eBR}{m}.$$

Длина волны де Бройля:

$$\lambda = \frac{h}{mv} = \frac{h}{2eBR}.$$

Подставляем значения:

$$\lambda = \frac{6.6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}}{2 \cdot 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \cdot 24 \cdot 10^{-3} \text{ Тл} \cdot 8.3 \cdot 10^{-3} \text{ м}} \approx 10.35 \cdot 10^{-12} \text{ м} = 10.35 \text{ нм}.$$

**Ответ:**  $\lambda = 10.35 \text{ нм}$ .