

электролизе — заряд грамм-эквивалента вещества):

$$1 \text{ фарадей} = N_{\text{Ав}} \cdot e = 96\,500 \text{ кулонам,}$$

то, очевидно,

$$1 \text{ фарадей-вольт} = 96\,500 \text{ дж} = 96,5 \cdot 10^{10} \text{ эргов} = 23,06 \text{ кал.}$$

## § 9. Формулы электростатики в практической системе единиц

Как было упомянуто на стр. 14, практической единицей количества электричества является *кулон*, или, что то же, *ампер-секунда*:

$$1 \text{ кулон} = 1 \text{ ампер-секунда} = 3 \cdot 10^9 \text{ абс. эл.-ст. ед.}$$

В качестве единицы силы в практической электрической системе единиц (как и в системе МКС, т. I, стр. 87) принимают 1 ньютон, равный  $10^5$  динам. Эта сила на пути в 1 м производит работу, равную 1 дж; поэтому для ее обозначения можно пользоваться символом  $\frac{\text{джоуль}}{\text{метр}}$ .

Нетрудно сообразить, что если в законе Кулона

$$F = \frac{Q_1 \cdot Q_2}{\epsilon r^2}$$

мы выразим заряды  $Q_1$  и  $Q_2$  не в абсолютных электростатических единицах, а в кулонах, а расстояние  $r$  — в метрах и пожелаем, чтобы сила  $F$  была выражена не в динах, а в ньютонах, то в правой части закона Кулона появится коэффициент, численно равный  $\frac{(3 \cdot 10^9)^2}{(10^2)^2 \cdot 10^5} = 9 \cdot 10^9$ . Чтобы не загромождать формулы этим числовым коэффициентом, а заодно избавиться и от того коэффициента, равного  $4\pi$ , который, как можно видеть из предыдущих параграфов, фигурирует из геометрических оснований во многих формулах электростатики, поступают следующим образом. Коэффициент  $9 \cdot 10^9$  переносят в знаменатель формулы Кулона и величину  $\frac{\epsilon}{9 \cdot 10^9}$  обозначают через  $4\pi\epsilon^*$ :

$$\frac{\epsilon}{9 \cdot 10^9} = 4\pi\epsilon^*.$$

Иначе говоря, для характеристики диэлектрических свойств среды пользуются такими *числовыми выражениями диэлектрических постоянных в практической системе единиц*, которые пропорциональны «истинным» величинам диэлектрических постоянных  $\epsilon$ :

$$\epsilon^* = \frac{\epsilon}{4\pi \cdot 9 \cdot 10^9} = 8,85 \cdot 10^{-12} \cdot \epsilon. \quad (20)$$

Следует иметь в виду, что обычно применяемые в физике при пользовании абсолютной системой единиц числовые выражения диэлектрических констант  $\epsilon$  только в условном смысле могут именоваться «истинными», так как остается открытым вопрос, надлежит ли считать диэлектрическую постоянную отвлеченным числом или этой величине следует приписать особую размерность, вытекающую из закона Кулона:  $[\epsilon] = \left[ \frac{(\text{заряд})^2}{(\text{сила}) \cdot (\text{длина})^2} \right]$ . Принимая во внимание, что

Электрический потенциал имеет размерность  $\left[ \frac{\text{работа}}{\text{заряд}} \right]$ , или, что то же,  $\left[ \frac{\text{сила} \cdot \text{длина}}{\text{заряд}} \right]$ , размерность диэлектрической постоянной в терминах практической системы единиц можно, очевидно, выразить так:

$$[\epsilon^*] = \frac{\text{кулон}}{\text{вольт} \cdot \text{м}}.$$

Пользуясь абсолютной электростатической системой единиц, диэлектрическую постоянную обычно считают отвлеченной величиной; при этом для вакуума  $\epsilon_0 = 1$ . Пользуясь практической системой единиц, диэлектрическую постоянную предпочитают считать величиной, имеющей упомянутую размерность; при этом вакууму приписывают числовое выражение диэлектрической постоянной, равное

$$\epsilon_0^* = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{кулон}}{\text{вольт} \cdot \text{м}}.$$

Итак, измеряя заряды  $Q_1$  и  $Q_2$  в кулонах, расстояние  $r$  — в сантиметрах и пользуясь числовыми выражениями диэлектрических постоянных в практической системе единиц, закон Кулона можно выразить следующей формулой:

$$F = \frac{Q_1 \cdot Q_2}{4\pi \epsilon^* r^2} \frac{\text{джоуль}}{\text{м}}. \quad (21)$$

В практической системе единицей электрического потенциала является такая разность потенциалов, при прохождении которой 1 кулон совершает работу, равную 1 дж. Проходя ту же разность потенциалов, одна абсолютная электростатическая единица, очевидно, совершит работу, в  $3 \cdot 10^9$  раз меньшую, т. е.  $\frac{1}{3} \cdot 10^{-9}$  дж, что составляет  $\frac{1}{300}$  эрга. Стало быть,

$$1 \text{ в} = \frac{1}{300} \text{ абс. эл.-ст. ед. потенциала.}$$

Практической единицей напряженности  $E$  электрического поля служит 1 в/м, или, иначе говоря, напряженность такого поля, которое действует на заряд в 1 кулон с силой в дж/м. Нетрудно сообразить, что

$$1 \text{ в/м} = \frac{1}{30\,000} \text{ абс. эл.-ст. ед. напряженности.}$$

Все выведенные выше формулы и теоремы электростатики получены нами из закона Кулона в форме  $F = \frac{Q_1 \cdot Q_2}{\epsilon r^2}$ , тогда как, применяя практическую систему единиц, следовало бы пользоваться законом Кулона в форме  $F = \frac{Q_1 \cdot Q_2}{4\pi \epsilon^* r^2}$ . Поэтому, применяя практическую систему единиц, нужно, очевидно, во всех формулах электростатики  $\epsilon$  заменять через  $4\pi \epsilon^*$ .

Руководствуясь этим правилом и считая все величины в приводимых ниже формулах измеренными в практических единицах, получаем, например: для напряженности поля точечного заряда вместо формулы (5)

$$E = \frac{Q}{4\pi \epsilon^* r^2} \frac{\text{вольт}}{\text{м}};$$

для силы, действующей на заряд в поле, сохраняется формула (4):

$$F = Q \cdot E \frac{\text{джоуль}}{\text{м}};$$

для числа силовых линий электрического поля вместо формулы (7)

$$N_{\text{силов}} = \frac{1}{\varepsilon^*} (Q_1 + Q_2 + Q_3 + \dots).$$

Применяя практическую систему единиц, вместо вектора электрической индукции ( $D = \varepsilon E$ ) обычно рассматривают вектор *электрического смещения*  $D_{\text{смещ}}$ , который, как уже было упомянуто на стр. 28, отличается от  $D$  множителем  $\frac{1}{4\pi}$ . Очевидно, что

$$D_{\text{смещ}} = \varepsilon^* E \frac{\text{КУЛОН}}{\text{М}}.$$

Нетрудно сообразить, что теорема Остроградского—Гаусса [формула (9)] для числа линий смещения (для потока смещения) может быть записана следующим образом:

$$N_{\text{смещ}} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + \dots$$

Применяя теорему Остроградского — Гаусса в этой форме к примерам, рассмотренным в § 7, получим:

для поля двух заряженных параллельных пластин

$$D_{\text{смещ}} = \sigma \frac{\text{КУЛОН}}{\text{М}^2};$$

для поля заряженного цилиндра радиуса  $r$  м на расстоянии  $R$  м от оси цилиндра

$$D_{\text{смещ}} = \frac{r\sigma}{R} \frac{\text{КУЛОН}}{\text{М}^2}.$$


---