небрегая неоднородностью поля на краях конденсатора, показать непосредственным расчетом, что полный поток электромагнитной энергии из конденсатора равен полному потоку электромагнитной энергии, втекающей внутрь провода. Проанализировать явление с точки зрения представления о движении, превращении и сохранении энергии.

Указание. См. примеры 2 и 3 из текста настоящего параграфа.

Ответ. Электрическая энергия вытекает из конденсатора через его края, втекает внутрь провода и там превращается во внутреннюю (тепловую) энергию.

3. Плоский воздушный конденсатор, состоящий из двух одинаковых дисков, заряжен электричеством и помещен внутри соленоида, создающего однородное постоянное магнитное поле $B = 1000$ Гс. Магнитное поле создается батареей, посылающей постоянный ток в обмотку электромагнита. Электрическое поле между пластинами конденсатора равно $E = 10\,000$ В/см. Объем воздушного пространства между пластинами конденсатора равен $V = 100$ см^3. Конденсатор пробивается электрической искрой вдоль его оси и в результате этого разряжается. Как изменится механический импульс системы после пробоя? Обсудить результат с точки зрения закона сохранения импульса.

Решение. Ввиду осевой симметрии полный электромагнитный импульс поля равен нулю. В результате разряда конденсатора он измениться не может. Поэтому не может измениться и полный механический импульс системы. Но в результате разряда электромагнитный импульс, локализированный в конденсаторе, уменьшается на $\frac{V}{4\pi c}[EH]$, а электромагнитный импульс поля вне конденсатора увеличивается на такую же величину. В соответствии с этим конденсатор приобретает механический импульс $\frac{V}{4\pi c}[EH]$, равный $\sim 10^{-4}$ г·см/с. Соленоид получит такой же, но противоположно направленный импульс. Искру можно рассматривать как ток проводимости. Если бы все электрическое поле конденсатора было локализовано только внутри него, то магнитное поле искры вне конденсатора было бы полностью компенсировано магнитным полем тока смещения (см. задачу 3 к § 81). На самом деле часть тока смещения проходит вне конденсатора и создает там магнитное поле. Это магнитное поле действует на токи, текущие в соленоиде, и меняет импульс последнего.

4. В предыдущей задаче конденсатор не пробивается, а разрывается цепь батареи, питающей соленоид. Как в результате этого изменится механический импульс системы?

Ответ. Так же, как в предыдущей задаче.

§ 85. Международная система единиц (СИ)

1. В механике строго научная система единиц (СГС), в которой за основные величины приняты *длина*, *масса* и *время*, была разработана на основе законов Ньютона. В худшем положении оказалась электродинамика, основные принципы которой (уравнения Максвелла) были установлены и получили признание только в конце 19 века. До этого времени уже получили широкое распространение случайно выбранные практические единицы: *вольт*, *ампер*, *ом* и их производные, никак не связанные с системой единиц в механике. Естественно было ввести единую систему единиц для механических и электромагнитных величин. Здесь физика и электротехника пошли разными путями. Физика не вводила новых основных величин, а рассматривала электрические и магнитные величины как *производные механических*. Построенные по такому принципу системы единиц называются *абсолютными*. К таким системам относится и *гауссова система СГС*, которая в настоящем курсе принята за основную. Электротехника, сохранив механические величины, не захотела жертвовать и практическими электрическими единицами: вольтом, ампером, омом и пр. Последнее условие — довольно жесткое. Удовлетворить ему оказалось возможным только ценой *существенного ухудшения* системы единиц. Это относится и к так называемой *Международной системе единиц* (сокращенно *СИ*), разработанной за последнее время и рекомендованной в качестве основной. Ниже изложены основы построения системы СИ, а затем отмечены ее принципиальные недостатки.

В системе СИ изменен масштаб основных механических величин: вместо сантиметра введен *метр*, вместо грамма — *килограмм*. Особой выгоды в этом нет, так как все равно невозможно удовлетворить требованию, чтобы величина единицы была всегда одинаково удобна. Одна и та же единица в одних случаях будет слишком велика, в других слишком мала. Этот вопрос удовлетворительно решается введением приставок «микро», «милли», «мега» и т. д. Но, разумеется, изменение масштабов основных величин принципиально ничего не меняет и в этом смысле никаких возражений не вызывает. Принципиальными являются два момента.

Во-первых, к трем основным механическим величинам — длине, времени и массе — в системе СИ добавлена в качестве независимой четвертая, чисто электрическая, величина, имеющая *самостоятельную размерность*. Такой величиной выбрана *сила электрического тока*, а ее единицей — *ампер*. Количество электричества есть величина производная с единицей *ампер-секунда*, называемой *кулоном*.

Во-вторых, уравнения Максвелла в системе СИ записываются в так называемой *рационализированной форме*, т. е. в форме, не содержащей никаких численных множителей. В интегральной форме эти уравнения пишутся так:

$$\oint (\boldsymbol{H}\, d\boldsymbol{l}) = \mathscr{I} + \int \left(\frac{\partial \boldsymbol{D}}{\partial t}\, d\boldsymbol{S}\right), \tag{85.1}$$

$$\oint (\boldsymbol{E}\, d\boldsymbol{l}) = -\int \left(\frac{\partial \boldsymbol{B}}{\partial t}\, d\boldsymbol{S}\right), \tag{85.2}$$

$$\oint (\boldsymbol{D}\, d\boldsymbol{S}) = q, \tag{85.3}$$

$$\oint (\boldsymbol{B}\, d\boldsymbol{S}) = 0, \tag{85.4}$$

а в дифференциальной так:

$$\operatorname{rot} \boldsymbol{H} = \boldsymbol{j} + \frac{\partial \boldsymbol{D}}{\partial t}, \tag{85.1a}$$

$$\operatorname{rot} \boldsymbol{E} = -\frac{\partial \boldsymbol{B}}{\partial t}, \tag{85.2a}$$

$$\operatorname{div} \boldsymbol{D} = \rho, \tag{85.3a}$$

$$\operatorname{div} \boldsymbol{B} = 0. \tag{85.4a}$$

Идея «рационализации» уравнений Максвелла принадлежит Хевисайду (1850—1925). Хевисайд исходил из того, что уравнения Максвелла — это *фундаментальные уравнения*, а потому целесообразно освободить их от численных множителей типа 4π. Для этого достаточно изменить величины единиц электрического заряда, а также напряженностей электрического и магнитного полей. Практической выгоды от такой рационализации нет. Исчезая из одних формул, численные коэффициенты появляются в других, так что общее число коэффициентов практически остается неизменным. Идея Хевисайда была поддержана Лорентцем. В *системе Хевисайда — Лорентца* уравнения Максвелла выглядят так же, как и в гауссовой системе, с тем единственным отличием, что безразмерный множитель 4π в них всюду заменен другим безразмерным множителем — единицей. Поэтому никакими принципиальными преимуществами перед гауссовой системой система Хевисайда — Лорентца не обладает. Обе системы одинаково хороши. «Рационализация» в системе СИ идет дальше: опускается не только безразмерный коэффициент 4π, но и *размерная величина* — скорость света в вакууме c.

2. Уравнениями (85.1)—(85.4) в системе СИ уже предопределены размерность и единицы векторов $\boldsymbol{D}$ и $\boldsymbol{H}$, а именно:

$$[\boldsymbol{D}] = \text{Кл/м}^2 = \text{А}\cdot\text{с/м}^2, \qquad [\boldsymbol{H}] = \text{А/м}.$$

Связь с механикой устанавливается посредством *силовых векторов* $\boldsymbol{E}$ и $\boldsymbol{B}$. Последние определяются соотношениями

$$\boldsymbol{F}_e = q\boldsymbol{E}, \tag{85.5}$$

$$\boldsymbol{F}_m = q[\boldsymbol{vB}], \tag{85.6}$$

где $\boldsymbol{F}_e$ и $\boldsymbol{F}_m$ — силы, действующие на заряд q в электрическом и магнитном полях. Отсюда получаем

$$[\boldsymbol{E}] = \frac{\text{Н}}{\text{Кл}} = \frac{\text{кг}\cdot\text{м}}{\text{А}\cdot\text{с}^3} = \frac{\text{В}}{\text{м}},$$

$$[\boldsymbol{B}] = \frac{\text{Н}\cdot\text{с}}{\text{Кл}\cdot\text{м}} = \frac{\text{Н}}{\text{А}\cdot\text{м}} = \frac{\text{кг}}{\text{А}\cdot\text{с}^2} = \frac{\text{Вб}}{\text{м}^2}.$$

Единица индукции $\boldsymbol{B}$ называется *тесла*. Единицы $\boldsymbol{E}$, $\boldsymbol{D}$ и $\boldsymbol{H}$ не получили специальных названий. В соответствии с размерностью их называют *«вольт на метр»*, *«кулон на квадратный метр»* и *«ампер на метр»*. Размерности всех четырех векторов $\boldsymbol{E}$, $\boldsymbol{D}$, $\boldsymbol{B}$, $\boldsymbol{H}$ разные. Даже в вакууме векторы $\boldsymbol{E}$ и $\boldsymbol{D}$, с одной стороны, $\boldsymbol{B}$ и $\boldsymbol{H}$, с другой, в системе СИ — величины разные. В вакууме они связаны соотношениями

$$\boldsymbol{D} = \varepsilon_0\boldsymbol{E}, \qquad \boldsymbol{B} = \mu_0\boldsymbol{H}. \tag{85.7}$$

Величины ε_0 и μ_0 называются *электрической* и *магнитной постоянными*.

Из уравнения (85.3) следует, что электрическое поле точечного заряда q в вакууме определяется формулой

$$D = \frac{q}{4\pi r^2} \quad \text{или} \quad E = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}.$$

Поэтому закон Кулона в вакууме должен писаться так:

$$F = \frac{q_1 q_2}{4\pi\varepsilon_0 r^2}. \tag{85.8}$$

Аналогично, теорема о циркуляции (85.1) для прямого тока в вакууме дает

$$H = \frac{\mathscr{I}}{2\pi r}, \qquad B = \frac{\mu_0 \mathscr{I}}{2\pi r}.$$

Следовательно, для силы взаимодействия двух тонких параллельных проводов, по которым текут токи $\mathscr{I}_1$ и $\mathscr{I}_2$, получаем

$$F = \mu_0 \frac{\mathscr{I}_1 \mathscr{I}_2}{2\pi r} l, \tag{85.9}$$

где l — длина участка одного из проводов, к которому приложена сила F.

Формулы (85.8) и (85.9) позволяют определить постоянные ε_0 и μ_0. Действительно, пусть $q_1 = q_2 = 1$ Кл, $r = 1$ м. Тогда по формуле (85.8) находим $F = 1/(4\pi\varepsilon_0)$ ньютонов. Вычислим ту же силу по закону Кулона $F = q_1 q_2/r^2$ в гауссовой системе единиц. В этом случае $r = 100$ см, а по определению кулона $q_1 = q_2 = 10\,c$ СГСЭ-ед., где $c \approx 10^8$ м/с — скорость света в вакууме в м/с. Таким образом, $F = c^2 \cdot 10^{-2}$ дин $= c^2 \cdot 10^{-7}$ Н. Путем сравнения с предыдущим результатом находим

$$\varepsilon_0 = \frac{10^7}{4\pi c^2} \approx 8{,}854 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}. \tag{85.10}$$

Аналогично поступаем для определения магнитной постоянной μ_0. В формуле (85.9) полагаем $\mathscr{I}_1 = \mathscr{I}_2 = 1$ А, $l = r = 1$ м. Тогда $F = \mu_0/(2\pi)$ Н. Воспользуемся теперь для вычисления той же силы формулой в гауссовой системе единиц $F = 2\mathscr{I}_1\mathscr{I}_2 l/r\,(100\,c)^2$. (В знаменателе мы написали $100c$, а не c, так как предполагаем, что скорость c измеряется в м/с, а не в см/с, как должно делаться в гауссовой системе.) Полагая в этой формуле $l = r = 100$ см, $\mathscr{I}_1 = \mathscr{I}_2 = 10c$ СГСЭ-ед., получим $F = 2 \cdot 10^{-2}$ дин $= 2 \cdot 10^{-7}$ Н. Сравнивая полученный результат с предыдущим, находим

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \approx 1{,}256 \cdot 10^{-6} \text{ Г/м}. \tag{85.11}$$

Сами постоянные ε_0 и μ_0 никакого реального физического смысла не имеют, а являются только *размерными коэффициентами*, искусственно введенными для перевода значений по существу одних и тех же величин ($\boldsymbol{E}$ и $\boldsymbol{D}$, $\boldsymbol{B}$ и $\boldsymbol{H}$ в вакууме) из одних единиц в другие. Однако эти коэффициенты связаны соотношением

$$\varepsilon_0\mu_0 = \frac{1}{c^2}, \tag{85.12}$$

где скорость света должна измеряться в м/с. Только комбинация $\varepsilon_0\mu_0$ имеет реальный физический смысл.

3. Материальные уравнения в средах в системе СИ записываются в виде

$$\boldsymbol{D} = \varepsilon_0\varepsilon\boldsymbol{E}, \tag{85.13}$$

$$\boldsymbol{B} = \mu_0\mu\boldsymbol{H}, \tag{85.14}$$

$$\boldsymbol{j} = \lambda\boldsymbol{E}. \tag{85.15}$$

Диэлектрическая и магнитная проницаемости ε и μ безразмерные и равны соответствующим величинам в гауссовой системе. В системе СИ их называют *относительными*, а произведения $\varepsilon_0\varepsilon$ и $\mu_0\mu$ — *абсолютными проницаемостями среды.* Электропроводность λ имеет размерность

$$[\lambda] = \left[\frac{\mathcal{I}}{ES}\right] = \left[\frac{\mathcal{I}}{\varphi l}\right] = \frac{A}{\text{В} \cdot \text{м}} = \frac{1}{\text{Ом} \cdot \text{м}}.$$

Плотность энергии в системе СИ

$$w = \frac{1}{2}(\boldsymbol{ED} + \boldsymbol{HB}), \tag{85.16}$$

вектор Пойнтинга

$$\boldsymbol{S} = [\boldsymbol{EH}]. \tag{85.17}$$

Электрический дипольный момент определяется прежним выражением $\boldsymbol{p} = q\boldsymbol{l}$ и измеряется в кулон-метрах.

По-прежнему определяется и вектор поляризации $\boldsymbol{P}$, как дипольный момент единицы объема среды. Как и вектор $\boldsymbol{D}$, он имеет размерность заряда, деленного на площадь. Поэтому вектор $\boldsymbol{D}$ определяется выражением

$$\boldsymbol{D} = \varepsilon_0\boldsymbol{E} + \boldsymbol{P}. \tag{85.18}$$

Множитель ε_0 введен сюда для уравнивания размерностей обоих слагаемых в правой части. Вектор $\boldsymbol{P}$ связан с $\boldsymbol{E}$ соотношением $\boldsymbol{P} = \varepsilon_0\alpha\boldsymbol{E}$, где α — безразмерная величина, называемая *поляризуемостью среды.* Она связана с ε соотношением

$$\varepsilon = 1 + \alpha. \tag{85.19}$$

Отсюда видно, что поляризуемость α в системе СИ в 4π раз больше ее значения в гауссовой системе.

Поляризуемость молекулы β определяют формулой $\boldsymbol{p} = \varepsilon_0\beta\boldsymbol{E}$. Величина β имеет размерность объема и связана с α соотношением $\alpha = N\beta$, где N — число молекул в единице объема среды.

Магнитный момент $\mathfrak{M}$ витка с током определяется выражением $\mathfrak{M} = \mathcal{J}S$. Поэтому вектор намагничивания $\boldsymbol{I}$, или магнитный момент единицы объема магнетика, имеет ту же размерность, что и вектор $\boldsymbol{H}$. В соответствии с этим вектор $\boldsymbol{H}$ определяется выражением

$$\boldsymbol{H} = \frac{\boldsymbol{B}}{\mu_0} - \boldsymbol{I}. \tag{85.20}$$

Магнитная восприимчивость $\varkappa$ безразмерна, причем по определению $\boldsymbol{I} = \varkappa \boldsymbol{H}$. Она связана с магнитной проницаемостью μ соотношением

$$\mu = 1 + \varkappa. \tag{85.21}$$

Значит, магнитная восприимчивость $\varkappa$ в системе СИ в 4π раз больше, чем в гауссовой системе.

4. Можно указать однообразный систематический прием для перевода электродинамических формул из гауссовой системы в систему СИ и обратно. Для этого каждой физической величине в гауссовой системе сопоставляется определенный *«переводной» коэффициент*. После замены каждой величины такой же величиной, умноженной на соответствующий переводной коэффициент, уравнения гауссовой системы переходят в уравнения системы СИ. Задача нахождения таких коэффициентов *не однозначна*. Действительно, если найден какой-либо один набор коэффициентов, то после умножения их на одну и ту же величину получится другой набор, также пригодный для выполнения требуемого преобразования. Так как уравнения механики в обеих системах единиц записываются одинаково, то нет надобности вводить переводные коэффициенты для чисто механических величин. Коэффициенты нужны только для электрических и магнитных величин. Умножение любой величины на произвольную механическую величину оставляет переводной коэффициент без изменения. Так, электрическому полю $\boldsymbol{E}$ и потенциалу φ сопоставляется один и тот же переводной коэффициент, так как в силу соотношения $\boldsymbol{E} = -\operatorname{grad} \varphi$ поле $\boldsymbol{E}$ получается из потенциала путем деления на механическую величину — длину. Одинаковые коэффициенты будут иметь заряд q, его плотность ρ, ток $\mathcal{J}$, его плотность $\boldsymbol{j}$, поляризация $\boldsymbol{P}$ и т. д. Скорость света c в систему СИ явно не входит. Она заменяется на $1/\sqrt{\varepsilon_0\mu_0}$. Относительные диэлектрическая и магнитная проницаемости, как величины, одинаковые в обеих системах, не преобразуются.

После этих разъяснений перейдем к нахождению системы переводных коэффициентов e, d, ..., сопоставляемых величинам $\boldsymbol{E}$, $\boldsymbol{D}$, ... согласно следующей схеме:

$\boldsymbol{E}$	$\boldsymbol{D}$	$\boldsymbol{B}$	$\boldsymbol{H}$	$\mathcal{J}$, q	c
e	d	b	h	i	$1/\sqrt{\varepsilon_0\mu_0}$

Для решения задачи можно было бы воспользоваться системой уравнений Максвелла. Однако проще исходить из выражений для плотности энергии, ее потока и силы:

$$w_e = \frac{1}{8\pi}(\boldsymbol{ED}), \qquad w_m = \frac{1}{8\pi}(\boldsymbol{HB}),$$
$$\boldsymbol{S} = \frac{c}{4\pi}[\boldsymbol{EH}], \qquad \boldsymbol{F} = q\boldsymbol{E}.$$

Преимущество такого подхода состоит в том, что в написанных соотношениях слева стоят чисто механические величины, которые не должны преобразовываться. После умножения на переводные коэффициенты эти соотношения переходят в

$$w_e = \frac{ed}{8\pi}(\boldsymbol{ED}), \qquad w_m = \frac{hb}{8\pi}(\boldsymbol{HB}),$$
$$\boldsymbol{S} = \frac{eh}{4\pi\sqrt{\varepsilon_0\mu_0}}[\boldsymbol{EH}], \qquad \boldsymbol{F} = ieq\boldsymbol{E}.$$

Переводные коэффициенты надо подобрать так, чтобы эти соотношения переходили в

$$w_e = \frac{1}{2}(\boldsymbol{ED}), \qquad w_m = \frac{1}{2}(\boldsymbol{HB}),$$
$$\boldsymbol{S} = [\boldsymbol{EH}], \qquad \boldsymbol{F} = q\boldsymbol{E}.$$

Для этого должно быть

$$\frac{ed}{4\pi} = \frac{hb}{4\pi} = \frac{eh}{4\pi\sqrt{\varepsilon_0\mu_0}} = ie = 1.$$

Так как один из этих коэффициентов можно выбрать произвольно, то мы наложим дополнительное «условие симметрии» $e/\sqrt{\varepsilon_0} = h/\sqrt{\mu_0}$. После этого найдем

$$e = \sqrt{4\pi\varepsilon_0}, \quad h = \sqrt{4\pi\mu_0}, \quad d = \sqrt{4\pi/\varepsilon_0},$$
$$b = \sqrt{4\pi/\mu_0}, \quad i = 1/\sqrt{4\pi\varepsilon_0}.$$

Легко проверить, что все фундаментальные уравнения Максвелла с помощью найденных коэффициентов преобразуются правильно. Возьмем, например, уравнение (82.1а). После умножения его на переводные коэффициенты получим

$$\sqrt{4\pi\mu_0}\,\operatorname{rot}\boldsymbol{H} = 4\pi\frac{\sqrt{\varepsilon_0\mu_0}}{\sqrt{4\pi\varepsilon_0}}\boldsymbol{j} + \sqrt{\varepsilon_0\mu_0}\sqrt{4\pi/\varepsilon_0}\,\frac{\partial\boldsymbol{D}}{\partial t},$$

а после сокращения

$$\operatorname{rot}\boldsymbol{H} = \boldsymbol{j} + \frac{\partial\boldsymbol{D}}{\partial t},$$

а это есть уравнение Максвелла (85.1а) в системе СИ.

Пользуясь найденными коэффициентами, легко найти переводные коэффициенты и для остальных физических величин. Некоторые из них приведены в табл. 1. Коэффициенты обратного преобразования от системы СИ к гауссовой равны обратным значениям коэффициентов, служащих для прямого преобразования. Пусть, например, соотношение системы СИ $\boldsymbol{D} = \varepsilon_0\boldsymbol{E} + \boldsymbol{P}$ требуется перевести в гауссову систему. Произведя соответствующую замену, получим

$$\sqrt{\frac{\varepsilon_0}{4\pi}}\,\boldsymbol{D} = \varepsilon_0 \frac{1}{\sqrt{4\pi\varepsilon_0}}\boldsymbol{E} + \sqrt{4\pi\varepsilon_0}\,\boldsymbol{P},$$

или после сокращения $\boldsymbol{D} = \boldsymbol{E} + 4\pi\boldsymbol{P}$.

Таблица 1

Таблица перевода выражений и формул из гауссовой системы в систему СИ и обратно

Наименование	Гауссова система	Система СИ
Скорость света	c	$1/\sqrt{\varepsilon_0\mu_0}$
Напряженность электрического поля, потенциал	$\boldsymbol{E}$, φ	$\sqrt{4\pi\varepsilon_0}\,(\boldsymbol{E}, \varphi)$
Электрическая индукция	$\boldsymbol{D}$	$\sqrt{4\pi/\varepsilon_0}\,\boldsymbol{D}$
Заряд, плотность заряда, ток, плотность тока, поляризация	q, ρ, $\mathscr{I}$, $\boldsymbol{j}$, $\boldsymbol{P}$	$\frac{1}{\sqrt{4\pi\varepsilon_0}}(q, \rho, \mathscr{I}, \boldsymbol{j}, \boldsymbol{P})$
Магнитная индукция, магнитный поток	$\boldsymbol{B}$, Φ	$\sqrt{4\pi/\mu_0}\,(\boldsymbol{B}, \Phi)$
Напряженность магнитного поля	$\boldsymbol{H}$	$\sqrt{4\pi\mu_0}\,\boldsymbol{H}$
Магнитный момент, намагниченность	$\mathfrak{M}$, $\boldsymbol{I}$	$\sqrt{\mu_0/4\pi}\,(\mathfrak{M}, \boldsymbol{I})$
Электрическая проницаемость, магнитная проницаемость (относительные)	ε, μ	ε, μ
Электрическая поляризуемость, магнитная восприимчивость	α, $\varkappa$	$\frac{1}{4\pi}(\alpha, \varkappa)$
Удельная проводимость	λ	$\lambda/(4\pi\varepsilon_0)$
Сопротивление	R	$4\pi\varepsilon_0 R$
Емкость	C	$\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}C$
Индуктивность	L	$\frac{4\pi}{\mu_0}L$

5. Приведем еще табл. 2 для перевода численных значений физических величин из системы СИ в гауссову систему и обратно. Множители 3 (кроме входящих в показатели степени) при точных

Таблица 2

Таблица перевода численных значений физических величин из системы СИ в гауссову систему

Наименование	Обозначение	Система СИ	Гауссова система
Длина	l	1 м (метр)	10^2 см
Масса	m	1 кг (килограмм)	10^3 г
Время	t	1 с (секунда)	1 с
Сила	F	1 Н (ньютон)	10^5 дин
Работа, энергия	A, $\mathscr{E}$	1 Дж (джоуль)	10^7 эрг
Мощность	P	1 Вт (ватт)	10^7 эрг/с
Давление	$\mathscr{P}$	1 Па (паскаль)	10 дин/см^2
Сила электрического тока	$\mathscr{I}$	1 А (ампер)	$3 \cdot 10^9$
Электрический заряд	q	1 Кл (кулон)	$3 \cdot 10^9$
Напряженность электрического поля	E	1 В/м (вольт на метр)	$\frac{1}{3} \cdot 10^{-4}$
Электрический потенциал	φ	1 В (вольт)	$\frac{1}{3} \cdot 10^{-2}$
Поляризация (поляризованность)	P	1 Кл/м^2 (кулон на квадратный метр)	$3 \cdot 10^5$
Электрическая индукция (электрическое смещение)	D	1 Кл/м^2 (кулон на квадратный метр)	$12\pi \cdot 10^5$
Электрическая емкость	C	1 Ф (фарада)	$9 \cdot 10^{11}$ см
Электрическое сопротивление	R	1 Ом (ом)	$\frac{1}{9} \cdot 10^{-11}$ с $\cdot$ см$^{-1}$
Удельное электрическое сопротивление	ρ	1 Ом$\cdot$м (ом-метр)	$\frac{1}{9} \cdot 10^{-9}$ с
Электрическая проводимость	$\Lambda = 1/R$	1 См (сименс)	$9 \cdot 10^{11}$ см $\cdot$ с$^{-1}$
Удельная электрическая проводимость (удельная проводимость)	λ	1 См/м (сименс на метр)	$9 \cdot 10^9$ с$^{-1}$
Магнитный поток	Φ	1 Вб (вебер)	10^8 Мкс
Магнитная индукция	B	1 Т (тесла)	10^4 Гс
Напряженность магнитного поля	H	1 А/м (ампер на метр)	$4\pi \cdot 10^{-3}$ Э
Намагниченность	I	1 А/м (ампер на метр)	$\frac{1}{4\pi} \cdot 10^4$ Гс
Индуктивность	L	1 Г (генри)	10^9 см

расчетах следует заменить на 2,997924562 в соответствии с точным значением скорости света. Например, в строке «электрическая индукция» вместо $12\pi\cdot 10^5$ при точных расчетах следует брать величину $2{,}997924562\cdot 4\pi\cdot 10^5$. В тех случаях, когда для гауссовых единиц существует общепринятое наименование, оно приведено в таблице. В остальных случаях приведено только число таких единиц.

6. Преимущество системы СИ — чисто инженерное. При расчетах по формулам этой системы окончательные численные результаты сразу получаются в практических единицах — вольтах, амперах, омах, джоулях и пр. Недостатки системы СИ более существенны и носят *принципиальный характер*. Для описания электромагнитного поля система СИ вводит *четыре* вектора ***E***, ***D***, ***B***, ***H*** *не только в материальных средах, но и в вакууме.* По существу система СИ не отличается от электротехнической системы, предложенной Джорджи в начале нашего столетия. В то время уравнения Максвелла были мало распространены, в особенности в электротехнике, а их физическое толкование еще не установилось. Преобладали механические воззрения на природу электромагнитного поля. Считалось, что вакуум (по тогдашней терминологии «эфир»), как среда, в которой возбуждается электромагнитное поле, принципиально не отличается от остальных материальных сред.

Система Джорджи возникла под сильным влиянием этих старых воззрений. Согласно последним, векторы ***E*** и ***D***, ***B*** и ***H*** в вакууме отличаются друг от друга не только численным множителем, но и *по существу.* Они находятся примерно в том же отношении, как растягивающее усилие и смещение в теории упругости.

Но физика уже давно отказалась от того принципиального различия между ***E*** и ***D***, ***B*** и ***H***, которое возникло на почве механической теории эфира. Она установила, что электромагнитное поле в вакууме описано полностью, если задан *один электрический вектор* ***E*** *и один магнитный вектор* ***B***. Совпадение численных значений ***E*** и ***D***, а также ***B*** и ***H*** в вакууме является для физика *не результатом произвольного соглашения, а выражением действительного тождества этих величин.*

Напротив, введение размерных множителей ε_0 и μ_0 в системе СИ представляется ему *искусственным приемом*, с помощью которого формулы приводятся к виду, удобному для инженерных расчетов в электротехнике. Дух отживших физических представлений витает и над системой СИ. В частности, он повлиял на терминологию: первоначально величины ε_0 и μ_0 назывались *диэлектрической* и *магнитной проницаемостями вакуума*. Только полная бессодержательность таких понятий заставила отказаться от этих терминов и заменить их нейтральными терминами *«электрическая»* и *«магнитная» постоянные*. От этого, конечно, величины ε_0 и μ_0 не сделались содержательными. Эти ненужные величины в системе СИ засоряют всю физику и загромождают формулы.

До появления теории относительности ко всякой физически рациональной системе единиц необходимо было предъявлять требование, чтобы в ней векторы ***E*** и ***D***, а также ***B*** и ***H*** имели *одинаковую размерность*. Размерности электрического и магнитного полей могли и не совпадать. Теория относительности усилила это требование. Она показала, что деление электромагнитного поля на электрическое и магнитное *относительно*, т. е. зависит от выбора системы отсчета. Оказалось, что векторы ***E*** и ***B*** объединяются в один антисимметричный тензор второго ранга, а векторы ***D*** и ***H*** — в другой. Естественно, что компоненты одного и того же тензора должны иметь *одинаковые размерности*. После этого стало почти абсолютной необходимостью, чтобы имели одинаковую размерность *все четыре* вектора ***E***, ***B***, ***D*** и ***H***. Этому требованию система СИ не удовлетворяет. В ней надо вводить размерные множители для уравнивания размерностей компонент обоих тензоров. Напротив, гауссова система СГС ему удовлетворяет, хотя она и была создана задолго до теории относительности. В этом отношении система СИ не более логична, чем, скажем, система, в которой длина измеряется в метрах, ширина — в парсеках, а высота — в световых годах.

Из всех предложенных систем единиц гауссова система СГС до настоящего времени остается наилучшей в физике. Для физика значительно легче выполнить все вычисления в гауссовой системе и лишь в конце, если это требуется, сделать пересчет к практическим единицам, чем все время быть обремененным грузом искусственно введенных ненужных величин и понятий (ε_0 и μ_0, абсолютная и относительные проницаемости, $\boldsymbol{E}$ и $\boldsymbol{D}$, $\boldsymbol{B}$ и $\boldsymbol{H}$ в вакууме и пр.), возникших на почве системы СИ.

Однако приходится считаться с широким распространением, которое получила система СИ. Поэтому в конце этой книги приводятся основные формулы электродинамики, написанные в системе СИ.