НЕКОТОРЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

Четырехмерные обозначения

Четырехмерные тензорные индексы обозначаются греческими буквами λ, μ, ν, ..., пробегающими значения 0, 1, 2, 3.

Принята 4-метрика с сигнатурой $(+ - - -)$. Метрический тензор $g_{\mu\nu}$ $(g_{00} = 1,\ g_{11} = g_{22} = g_{33} = -1)$.

Перечисление компонент 4-вектора дается в виде $a^{\mu} = (a^0, \mathbf{a})$.

Для упрощения записи формул индекс компонент 4-векторов часто опускается[1]. При этом скалярные произведения 4-векторов записываются просто как (ab) или ab: $ab \equiv a_{\mu}b^{\mu} = a_0 b_0 - \mathbf{ab}$.

4-радиус-вектор $x^{\mu} = (t, \mathbf{r})$. Элемент 4-объема d^4x.

Оператор дифференцирования по 4-координатам: $\partial_{\mu} = \partial/\partial x^{\mu}$.

Антисимметричный единичный 4-тензор $e^{\lambda\mu\nu\rho}$, причем $e^{0123} = -e_{0123} = +1$.

Четырехмерная δ-функция: $\delta^{(4)}(a) = \delta(a_0)\delta(\mathbf{a})$.

Трехмерные обозначения

Трехмерные тензорные индексы обозначаются латинскими буквами i, k, l, ..., пробегающими значения x, y, z.

Трехмерные векторы обозначаются буквами жирного прямого шрифта.

Трехмерный элемент объема d^3x.

Операторы

Операторы обозначаются буквами со шляпкой $\hat{}$ [2].

Коммутаторы или антикоммутаторы двух операторов:

$$\{\hat{f}, \hat{g}\}_{\pm} = \hat{f}\hat{g} \pm \hat{g}\hat{f}.$$

Транспонированный оператор $\tilde{\hat{f}}$.

Эрмитово-сопряженный оператор $\hat{f}^{+}$.

Матричные элементы

Матричный элемент оператора F для перехода из начального состояния i в конечное f: F_{fi} или $\langle f|F|i\rangle$.

---

[1] Такой способ записи широко используется в современной литературе. Это требует, конечно, от читателя особого внимания.

[2] Для упрощения записи формул шляпка опускается над спиновыми матрицами. Шляпка не пишется также над обозначениями операторов в матричных элементах.

Обозначение $|i\rangle$ используется как абстрактный символ состояния независимо от конкретного представления, в котором может быть выражена его волновая функция. Обозначение $\langle f|$ — символ конечного («комплексно-сопряженного») состояния [1]).

Соответственно через $\langle s|r\rangle$ обозначаются коэффициенты разложения системы состояний с квантовыми числами r в суперпозицию состояний с квантовыми числами s: $|r\rangle = \sum_s |s\rangle\langle s|r\rangle$.

Приведенные матричные элементы сферических тензоров: $\langle f\| F \|i\rangle$.

Уравнение Дирака

Матрицы Дирака: γ^μ, причем $(\gamma^0)^2 = 1$, $(\gamma^1)^2 = (\gamma^2)^2 = (\gamma^3)^2 = -1$. Матрицы $\boldsymbol{\alpha} = \gamma^0\boldsymbol{\gamma}$, $\beta = \gamma^0$. Выражения в спинорном и стандартном представлениях: (21, 3), (21, 16), (21, 20).

$\gamma^5 = -i\gamma^0\gamma^1\gamma^2\gamma^3$, $(\gamma^5)^2 = 1$ (см. (22,18)).

$\sigma^{\mu\nu} = {}^1/_2\,(\gamma^\mu\gamma^\nu - \gamma^\nu\gamma^\mu)$ (см. (28,2)).

Дираковское сопряжение: $\bar{\psi} = \psi^*\gamma^0$.

Матрицы Паули; $\boldsymbol{\sigma} = (\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z)$; определение на с. 98,

4-спинорные индексы: α, β, ... и $\dot{\alpha}$, $\dot{\beta}$, ..., пробегающие значения 1, 2 и $\dot{1}$, $\dot{2}$.

Биспинорные индексы: i, k, l, ..., пробегающие значения 1, 2, 3, 4.

Разложение Фурье

Трехмерное разложение:

$$f(\mathbf{r}) = \int f(\mathbf{k})\, e^{i\mathbf{kr}} \frac{d^3k}{(2\pi)^3}, \qquad f(\mathbf{k}) = \int f(\mathbf{r})\, e^{-i\mathbf{kr}}\, d^3x,$$

и аналогично для четырехмерного случая.

Единицы

Везде, где не оговорено особо, используются релятивистские единицы, в которых $\hbar = 1$, $c = 1$. В этих единицах квадрат элементарного заряда $e^2 = 1/137$.

Атомные единицы: $e = 1$, $\hbar = 1$, $m = 1$. В этих единицах $c = 137$. Атомные единицы длины, времени и энергии: $\hbar^2/me^2$, $\hbar^3/me^4$ и $me^4/\hbar^2$ (величину $\mathrm{Ry} = me^4/2\hbar^2$ называют ридбергом).

Обычные единицы — абсолютная (гауссова) система единиц.

[1]) Обозначения Дирака.

Постоянные

Скорость света $c = 2{,}998 \cdot 10^{10}$ см/с
Элементарный заряд [1]) $|e| = 4{,}803 \cdot 10^{-10}$ ед. СГСЭ
Масса электрона $m = 9{,}11 \cdot 10^{-28}$ г
Постоянная Планка $\hbar = 1{,}055 \cdot 10^{-27}$ эрг·с
Постоянная тонкой структуры $\alpha = e^2/\hbar c$; $1/\alpha = 137{,}04$
Боровский радиус $\hbar^2/me^2 = 5{,}292 \cdot 10^{-9}$ см
Классический радиус электрона $r_e = e^2/mc^2 = 2{,}818 \cdot 10^{-13}$ см
Комптоновская длина волны электрона $\hbar/mc = 3{,}862 \cdot 10^{-11}$ см
Энергия покоя электрона $mc^2 = 0{,}511 \cdot 10^6$ эВ
Атомная единица энергии $me^4/\hbar^2 = 4{,}360 \cdot 10^{-11}$ эрг $= 27{,}21$ эВ
Магнетон Бора $|e|\hbar/2mc = 9{,}274 \cdot 10^{-21}$ эрг·Гс$^{-1}$
Масса протона $m_p = 1{,}673 \cdot 10^{-24}$ г
Комптоновская длина волны протона $\hbar/m_p c = 2{,}103 \cdot 10^{-14}$ см
Ядерный магнетон $|e|\hbar/2m_p c = 5{,}051 \cdot 10^{-24}$ эрг·Гс$^{-1}$
Отношение масс мюона и электрона $m_\mu/m = 2{,}068 \cdot 10^2$

Ссылки

Ссылки на другие тома этого курса снабжены римскими цифрами: I — «Механика», 1988; II — «Теория поля», 1988; III — «Квантовая механика», 1989; VIII — «Электродинамика сплошных сред», 1982; X — «Физическая кинетика», 1979.

---

[1]) В этой книге (везде, кроме гл. XIV) обозначение e для заряда частицы включает в себя его знак, так что для электрона $e = -|e|$.