



# КВАДРУПОЛЬ

Авторы: В. В. Кочаровский, Вл. В. Кочаровский

КВАДРУПОЛЬ (от лат. *quadrum* – четырёхугольник и греч. *πόλος* – ось). В электростатике – ограниченная система зарядов с нулевыми суммарным электрич. зарядом

$q$  и дипольным электрич. моментом

$p^e$ , но отличным от нуля тензором квадрупольного момента

$Q_{ik}^e$  (

$i, k = 1, 2, 3$ ). Последний наряду со среднеквадратичным радиусом

$D$  распределения плотности зарядов

$\rho(r)$

( $D = \int_V r^2 \rho(r) dV$ ) определяет электрич. свойства К.: поле на больших расстояниях,

взаимодействие с внешними полями и т. п. Так, энергия взаимодействия между К. с центром в точке

$r = 0$  и системой внешних зарядов, создающих в области, занятой К., плавно неоднородное электрич. поле напряжённостью

$E_0 = -\nabla\phi_0(r)$  (

$\phi_0$  – потенциал поля), равна

$U = Q_{ik}^e \nabla_i \nabla_k \phi_0 + D \Delta \phi_0 / 6 + \dots$  (высшие мультипольные моменты опущены,

$\nabla \phi_0$  и

$\Delta \phi_0$  берутся в точке

$r = 0$ ). В своём идеальном воплощении К. состоит из четырёх точечных зарядов

$q_n$ , расположенных в точках

$r_n$  (

$n = 1, 2, 3, 4$ ) и удовлетворяющих условиям

$$\sum_{n=1}^4 q_n = 0,$$

$$\sum_{n=1}^4 q_n r_n = 0.$$

Различают аксиальные К., в которых все заряды выстроены вдоль оси, плоские К., в которых заряды лежат в одной плоскости, и др. Точечный К. характеризуется распределением

$$\rho(\mathbf{r}) = Q_{ik}^e \nabla_i \nabla_k \delta(\mathbf{r}) + (D/6) \Delta \delta(\mathbf{r}) [$$

$\delta(\mathbf{r})$  – дельта-функция Дирака], для которого поле на любом удалении совпадает с полем «идеального» квадрупольного поля.

Иногда вводят понятие внутреннего К., «конструктивно» не отличающегося от обычного внешнего, но с использованием поля во внутренней, свободной от зарядов области. В двумерном симметричном случае потенциал поля внутреннего К. вблизи центра

$$r^2 = x^2 + y^2 \approx 0 \text{ имеет вид}$$

$$\phi = \text{const} \cdot (x^2 - y^2), \text{ в трёхмерном аксиально-симметричном варианте}$$

$$\phi = \text{const} \cdot (x^2 + y^2 - 2z^2) \text{ и т. п. Такие поля создаются, в частности, внутри}$$

квадрупольных конденсаторов, состоящих, напр., в двумерном случае из четырёх металлич. стержней с чередующимися по периметру попарно разноимёнными, но равными по величине зарядами. Квадрупольные конденсаторы применяются в ускорителях заряженных частиц при жёсткой фокусировке пучка, в мазерах с молекулярными пучками и др. устройствах, предназначенных для сортировки частиц по их дипольным или мультипольным моментам.

В магнитостатике – магнитный К. аналогично электрическому К. определяется как ограниченная система замкнутых токов с нулевым магнитным дипольным моментом  $\mathbf{p}^m$ , но отличным от нуля псевдотензором магнитного квадрупольного момента  $Q_{ik}^m$ . В идеальном варианте аксиально-симметричный магнитный К. представляется совокупностью двух зеркально-симметричных рамок с токами, равными по величине и противоположными по знаку. Изменяющиеся во времени электрич. и магнитные К. являются источниками [квадрупольного излучения](#) электромагнитных волн.

В акустике и гравитационной физике также используется понятие К., чаще всего при описании совокупности дипольных излучателей с нулевым суммарным дипольным моментом.

# Литература

Лит.: Скучик Е. Основы акустики. М., 1976. Т. 2; Капчинский И. М. Теория линейных резонансных ускорителей. М., 1982; Биденхарн Л., Лаук Дж. Угловой момент в квантовой физике. М., 1984. Т. 2. См. также лит. при ст. [Квадрупольный момент](#).

Processing math: 100%