

# Зонная теория

Материал из Википедии — свободной энциклопедии

**Зонная теория твёрдого тела** — раздел [квантовой механики](#), рассматривающий движение [электронов](#) в [твёрдом теле](#).

Свободные электроны могут иметь любую энергию — их [энергетический спектр](#) непрерывен. Электроны, принадлежащие изолированным [атомам](#), имеют определённые дискретные значения энергии. В твёрдом теле энергетический спектр электронов существенно иной, он состоит из отдельных разрешённых зон, разделённых зонами запрещённых энергий.

## Содержание

- [1 Физические основы зонной теории](#)
  - [1.1 Запрещенная зона различных материалов](#)
- [2 См. также](#)
- [3 Литература](#)

## Физические основы зонной теории

Согласно [постулатам Бора](#) в изолированном атоме энергия электрона может принимать строго дискретные значения (также говорят, что электрон находится на одной из орбиталей).

В случае нескольких атомов, объединенных химической связью (например, в [молекуле](#)), электронные орбитали расщепляются в количестве, пропорциональном количеству атомов, образуя так называемые молекулярные орбитали. При дальнейшем увеличении системы до твердого тела (количество атомов более  $10^{20}$ ), количество орбиталей становится очень велико, а разница энергий электронов, находящихся на соседних орбиталях, соответственно очень маленькой, энергетические уровни расщепляются до двух практически непрерывных дискретных наборов — энергетических зон. Энергетическая зона, содержащая энергии электрона, находящегося ближе к ядру атома, называется валентной зоной, дальше от ядра — зоной проводимости.

## Запрещенная зона различных материалов

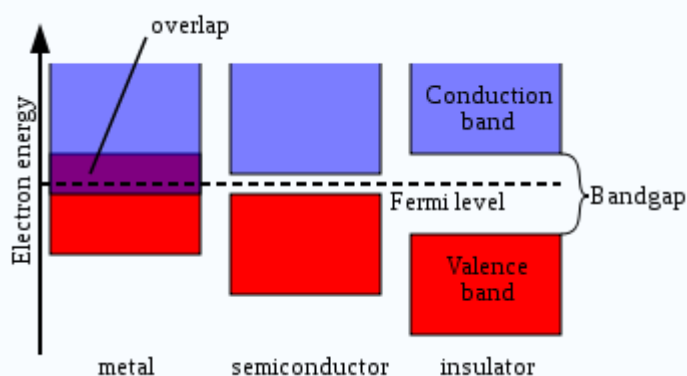


Рисунок 1: Упрощенная зонная диаграмма для проводников, диэлектриков и полупроводников.

В различных веществах, а также в различных формах одного и того же вещества, энергетические зоны располагаются по-разному. По взаимному расположению этих зон вещества делят на три большие группы (см. Рисунок 1):

- [проводники](#) - зона проводимости и валентная зона перекрываются, таким образом электрон может свободно перемещаться между ними, получив любую допустимо малую энергию. Таким образом, при приложении к твердому телу разности потенциалов, электроны смогут свободно двигаться из точки с меньшим потенциалом в точку с большим, образуя электрический ток. К проводникам относят все металлы.
- [диэлектрики](#) - зоны не перекрываются и расстояние между ними составляет более  $4\text{эВ}$ . Таким образом, для того, чтобы перевести электрон из валентной зоны в зону проводимости требуется значительная энергия, поэтому диэлектрики ток практически не проводят.
- [полупроводники](#) - зоны не перекрываются и расстояние между ними составляет менее  $4\text{эВ}$ . Для того, чтобы перевести электрон из валентной зоны в зону проводимости требуется энергия меньшая, чем для диэлектрика, поэтому чистые ([собственные](#), нелегированные) полупроводники слабо пропускают ток.

Расстояние между валентной зоной и зоной проводимости называют запрещенной зоной.

Зонная теория является основой современной теории твёрдых тел. Она позволила понять природу и объяснить важнейшие свойства металлов, полупроводников и диэлектриков. А запрещенная зона является ключевым понятием в зонной теории, её величина определяет оптические и электрические свойства материала.

Поскольку одним из основных механизмов передачи электрону энергии является тепловой, то проводимость полупроводников очень сильно зависит от [температуры](#). Также, проводимость можно увеличить, создав разрешенный энергетический уровень в запрещенной зоне, путем [легирования](#). Таким образом создаются все полупроводниковые приборы: солнечные элементы (преобразователи света в электричество), [диоды](#), [транзисторы](#), твердотельные [лазеры](#) и другие.

Переход электрона из зоны проводимости в валентную зону называют процессом [генерации](#) носителей заряда (отрицательного - электрона, и положительного - [дырки](#)), обратный переход - процессом [рекомбинации](#).

## См. также

- [Частица в периодическом потенциале](#)

## Литература

Гуров В.А. Твердотельная электроника

Источник

«[http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%BE%D0%BD%D0%BD%D0%B0%D1%8F\\_%D1%82%D0%B5%D0%BE%D1%80%D0%B8%D1%8F](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%BE%D0%BD%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%82%D0%B5%D0%BE%D1%80%D0%B8%D1%8F)»

Категории: [Квантовая механика](#) | [Физика твёрдого тела](#) | [Физика полупроводников](#)