**39 ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ЗОНЫ В КРИСТАЛЛАХ. МЕТАЛЛЫ, ПОЛУПРОВОДНИКИ, ДИЭЛЕКТРИКИ.**

В приближении свободных электронов энергия валентных электронов в кристалле изменяется квазинепрерывно (близкорасположенные дискретные уровни). В действительности на валентные электроны действует периодическое поле кристаллической решетки. Это приводит к тому, что спектр возможных значений энергии электронов распадается на ряд чередующихся разрешенных и запрещенных зон. Значения энергии, принадлежащие запрещенным зонам, не могут реализоваться.

Изолированные атомы имеют полностью совпадающие схемы энергетических уровней. Каждый энергетический уровень свободного атома под действием поля кристаллической решетки расщепляется на близкорасположенных уровней, совокупность которых образует разрешенную зону. – число атомов в кристалле. Расщепление внутренних уровней очень мало. Заметно расщепляются лишь уровни, занимаемые валентными электронами и более высокие. Соседние разрешенные зоны могут либо перекрываться, либо находиться на некотором расстоянии друг от друга. В последнем случае образуется запрещенная зона. Ширина зон не зависит от размеров кристалла. Значит, чем больше атомов в кристалле, тем теснее располагаются уровни в зоне. Ширина разрешенной зоны порядка нескольких электронвольт. Если в кристалле атомов, то расстояние между соседними уровнями эВ. На каждом уровне могут находиться не более двух электронов, обладающих противоположными спинами (принцип Паули).

Существование энергетических зон позволяет объяснить с единой точки зрения существование металлов, полупроводников и диэлектриков.

Разрешенную зону, возникающую из того уровня, на котором находятся валентные электроны в основном состоянии называют валентной зоной. При абсолютном нуле валентные электроны заполняют попарно нижние уровни валентной зоны. Более высокие разрешенные зоны будут свободны от электронов. В зависимости от степени заполнения валентной зоны электронами и ширины запрещенной зоны возможны три случая.

1. **Электроны заполняют валентную зону не полностью.** Поэтому достаточно сообщить электронам верхних уровней небольшую энергию эВ для того, чтобы перевести их на более высокие уровни. При энергия теплового движения эВ. За счет этой энергии электроны переводятся на более высокие уровни. Поэтому при включении электрического поля электроны проводимости переходят на более высокие уровни, и тем самым приобретают скорость в направлении противоположном направлению поля. Возникает электрический ток. Кристалл является металлом. Валентная зона называется зоной проводимости. Частичное заполнение зоны проводимости наблюдается тогда, когда на последнем занятом уровне в атоме находится только один электрон или когда имеет место перекрывание валентной зоны со следующей разрешенной зоной. В первом случае электронов занимают попарно половину уровней валентной зоны. Во втором случае часть электронов проводимости находится на уровнях соседней разрешенной зоны. В этом случае валентная зона и разрешенная зона образуют зону проводимости, все уровни которой не будут заняты даже если число электронов равно 2.

2. Уровни валентной зоны заняты полностью. Следующая свободная зона (зона проводимости) отделена запрещенной зоной шириной порядка нескольких десятых электронвольт. Энергии теплового движения оказывается достаточно для того, чтобы перевести часть электронов в верхнюю свободную зону. Эти электроны находятся в условиях аналогичных, тем в которых находятся валентные электроны в металлах. Свободная зона является зоной проводимости. Мы имеем дело с полупроводником.

3. Валентная зона занята электронами полностью. Ширина соседней вышележащей запрещенной зоны порядка нескольких электронвольт. Тепловое движение не может перевести электроны в свободную разрешенную зону. Электроны проводимости отсутствуют. Кристалл – диэлектрик.