

УДК 548.0 (076.5)
ББК 22.37я 73
Ш 32

Рецензенты:

доктор физико-математических наук, профессор Н.А. Манаков, доктор физико-математических наук, доцент Р.Б. Моргунов.

Шашкова Л.В.

Ш 32

Силы связи в кристаллах: методические указания к занятиям по курсу физики твердого тела/Л.В. Шашкова., В.К. Шашкова - Оренбург: ГОУ ОГУ, 2008. – 27 с.

Методические указания предназначены студентам технических, физических и других специальностей для изучения темы «Силы связи в кристаллах» курса физики твердого тела.

ББК 22.37я 73

©Шашкова Л.В.,
Шашкова В.К., 2008
©ГОУ ОГУ, 2008

Содержание

1 Типы связи	5
1.1 Силы Ван-дер-Ваальса.....	5
1.2 Ионная связь.....	8
1.3 Ковалентная связь.....	10
1.6 Сопоставление различных видов связи.....	17
1.7 Силы отталкивания.....	18
2 Классификация твердых тел по характеру сил связи.....	19
2.1 Четыре класса химических элементов.....	19
2.2 Явление полиморфизма.....	24
3 Контрольные вопросы	26
Список использованных источников.....	28

1 Типы связи

Окружающий нас мир содержит множество различных типов твердых тел. Сюда относятся и биологические вещества (дезоксирибонуклеиновая Кислота и ферменты), и геологические материалы (гранит и слюда), тысячи металлических сплавов и миллионы органических соединений. Все эти материалы построены из атомов менее ста химических элементов. Однако физика твердого тела к настоящему времени достаточно основательно и глубоко изучила главным образом только монокристаллы элементов и простых соединений. Исследования, проведенные на монокристаллах, всегда намного более ценны и несут в себе намного бóльшую информацию, чем исследования, проведенные на поликристаллических образцах. Огромное и все возрастающее практическое значение имеют, однако, и аморфные материалы.

Возможность существования твердого состояния вещества обусловлена возникновением сил взаимодействия между структурными частицами при сближении их на достаточно малые расстояния. Такими частицами могут быть атомы, ионы или молекулы. Для возникновения устойчивой структуры твердого тела необходимо, чтобы между частицами действовали двоякого рода силы: силы притяжения, препятствующие удалению частиц друг от друга, и силы отталкивания, не позволяющие частицам слиться друг с другом.

Рассмотрим кратко природу этих сил.

1.1 Силы Ван-дер-Ваальса

Наиболее общим видом связи, возникающим между любыми атомами и молекулами, являются силы Ван-дер-Ваальса. Впервые они были введены для обоснования уравнения состояния реальных газов — уравнения Ван-дер-Ваальса

$$\left(p + \frac{a}{V^2} \right) (V - b) = RT, \quad (1.1)$$

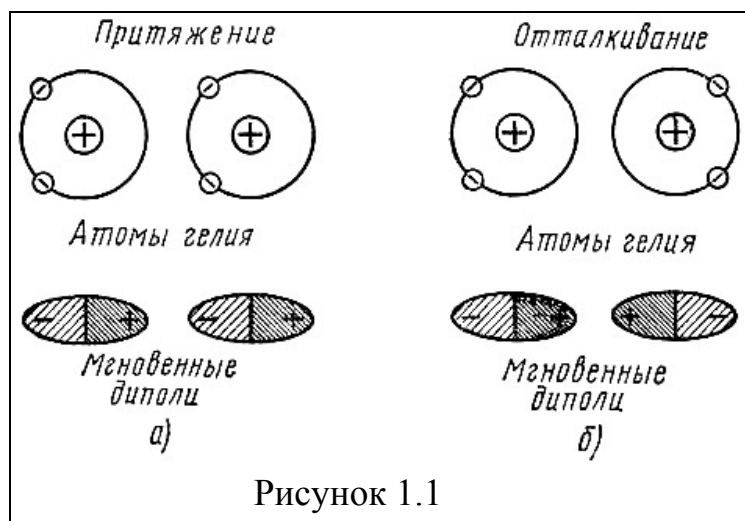
в котором определяют поправки $\left[\frac{a}{V^2} \right]$ и b , учитывающие действие соответственно сил притяжения и отталкивания между молекулами реального газа. Почти в чистом виде эти силы проявляются между молекулами с насыщенными химическими связями (O_2 , H_2 , N_2 , CH_4 и др.), а также между атомами инертных газов, обуславливая существование их жидкого и твердого состояний.

В общем случае ван-дер-ваальсова связь включает в себя дисперсионное, ориентационное и индукционное взаимодействия. Рассмотрим кратко каждое из них.

Дисперсионное взаимодействие. Рассмотрим простейший пример взаимодействия двух атомов гелия, показанный на рисунке 1.1. Распределение электронной плотности атома гелия обладает сферической симметрией, вследствие

чего его электрический момент равен нулю. Но это означает лишь, что равно **нулю** среднее значение электрического момента атома. В каждый же момент времени электроны расположены в определенных точках пространства, создавая мгновенные быстро меняющиеся электрические диполи. При сближении двух атомов гелия в движении электронов этих атомов устанавливается корреляция (согласование), которая и приводит к возникновению сил взаимодействия.

Эти силы могут иметь двоякий характер. Если движение электронов скоррелировано так, как показано на рисунке 1.1а, то между мгновенными диполями возникает притяжение, приводящее к появлению сил связи между атомами; при корреляции, показанной на рисунке 1.1б, между атомами возникает отталкивание. Так как при реализации конфигурации (рисунок 1.13 а) энергия системы **понижается**, то эта конфигурация является более вероятной и осуществляется наиболее часто. Это и обуславливает появление постоянно действующей силы притяжения, связывающей атомы гелия.



Рассмотренные силы связи, возникающие вследствие согласованного движения электронов в соседних атомах, называются **дисперсионными силами**. Расчет их был проведен впервые Лондоном в 1930 г. В основу расчета была положена следующая модель: под влиянием мгновенного электрического диполя одного атома другой атом поляризуется и в нем возникает **наведенный диполь**, способствующий реализации конфигурации (рисунок 1.1 а), отвечающей притяжению. Расчет привел к следующему выражению для энергии дисперсионного взаимодействия частиц:

$$U_D = -\frac{3}{4} \frac{\alpha^2 I}{r^6}, \quad (1.2)$$

где α - поляризуемость частиц; I - энергия их возбуждения; r — расстояние между ними. Напомним физический смысл α . Под действием внешнего поля напряженностью E происходит смещение зарядов в молекуле и возникает дипольный момент M , пропорциональный E . Коэффициент пропорциональности α , в равенстве $M = \alpha E$, и называется **поляризуемостью молекулы**.