

ВВЕДЕНИЕ

Предмет этого учебника — основы физики твердого тела. Эта дисциплина начала формироваться в начале XX в., а ускоренное развитие получила лишь во второй его половине. Родилась эта, ныне самостоятельная область физики из достаточно хорошо развитой науки о строении кристаллов — кристаллографии, созданной в 30-е годы квантовой теории твердого тела и, наконец, из практической потребности в создании материалов с заранее заданными свойствами.

Кристаллография — первоначально чисто феноменологическая дисциплина, возникла как попытка описать строение восхищавших своей геометрической правильностью кристаллов. С открытием в 1912 г. явления дифракции рентгеновских лучей на кристаллических решетках появились мощные средства инструментального анализа строения кристаллов, и в результате были расшифрованы кристаллические структуры огромного количества неорганических, а затем и органических веществ.

В 30-е годы работами В. Гейзенберга, В. Паули, М. Борна были созданы основы квантово-механической теории твердого тела, что позволило объяснить и прогнозировать интересные физические эффекты в твердых телах. Ускоряли формирование физики твердого тела потребности нарождающейся твердотельной электроники в новых сверхчистых материалах. Здесь можно указать важнейшее событие — открытие в 1948 г. У. Шокли, У. Браттейном и Дж. Бардином усилительных свойств транзистора.

Следовательно, предметом данной области науки будут, прежде всего, свойства веществ в твердом состоянии, их связь с микроскопическим строением и составом, эвристическое прогнозирование и поиск новых материалов и физических эффектов в них. Фактически физика твердого тела служит базой для физического материаловедения.

Образование твердого состояния вещества обусловлено энергетической выгодой относительно жесткой конфигурации атомов (молекул) и возможно только в определенном интервале температур и давлений. В этом смысле физика твердого тела есть развитие вполне классической области физической науки — молекулярной физики.

Изучение физики твердого тела принято начинать с рассмотрения моделей твердого тела в виде совершенных, беспримесных монокристаллов бесконечно больших размеров. Влияние де-

фектов, примесей и границ зерен учитываются потом как малые возмущения. Такой подход пригоден вплоть до микро- или субмикроскопических размеров исследуемых твердых тел. Крупные природные кристаллы давно известны человеку, например, гор-

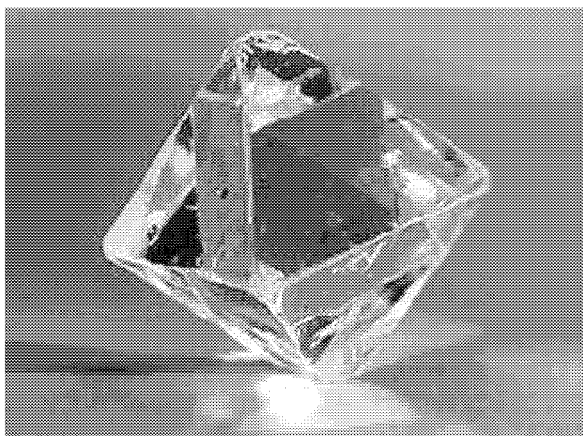


Рис. В.1. Алмаз «Горняк»

ный хрусталь (кварц SiO_2) и его многочисленные разновидности, галит (поваренная соль NaCl), драгоценные камни — рубин и сапфир (соединения Al_2O_3 с добавками хрома или железа и титана), изумруд (прозрачная разновидность берилла $\text{Al}_2\text{Be}_3\text{Si}_6\text{O}_{18}$ с примесью Cr_2O_3), алмаз (прозрачная форма углерода C) (рис. В.1) и другие. В течение нескольких столетий слово «кристалл» применялось исключительно для обозначения горного хрусталя и обозначало «застывший лед», поскольку считалось, что в условиях высокогорья лед мог «окаменеть». В настоящее время кристаллом называют такое твердое тело, у которого расположение атомов строго периодически в трехмерном пространстве. Наиболее характерным внешним признаком кристалличности вещества является наличие естественных плоских граней. Достаточно давно эмпирически были установлены два основных закона ограничения кристаллов.

В настоящее время методы и теория твердого тела, развитые для описания свойств и структуры монокристаллов, широко применяются для получения и исследования новых материалов: композитов и наноструктур, квазикристаллов и аморфных твердых тел. Физика твердого тела служит основой для изучения явлений высокотемпературной сверхпроводимости, гигантского магнетосопротивления и многих других перспективных современных наукоемких технологий.