

ду которыми  $r_0 \approx 3\text{\AA}$  \*). Предположим, что деформация остается упругой вплоть до деформации, соответствующей разрыву; иначе говоря, большей упругой деформации соответствует напряжение, равное пределу прочности. Но максимальной упругой деформации приблизительно соответствует максимальное значение силы межатомного притяжения (см. рис. 1).

Опыты с самыми прочными кристаллами показали, что их максимальная относительная упругая деформация  $\epsilon_{max}$  \*\*) перед разрушением обычно не превышает 10-20%. Положим  $\epsilon_{max} = \frac{1}{6} \approx 17\%$ . Этой относительной деформации соответствует смещение атомов от положения равновесия на расстояние  $\Delta r = \epsilon r_0 = \frac{1}{6} 3\text{\AA} = 0.5\text{\AA}$ . Таким образом, при подсчете сил межатомного притяжения для рассматриваемой модели кристалла за расстояние между ионами следует брать величину

$$r = r_0 + \Delta r = 3\text{\AA} + 0.5\text{\AA} = 3.5\text{\AA}.$$

Если учесть, что заряд каждого иона по величине равен заряду электрона, то есть  $q = 1.6 * 10^{-19}$  К, то максимальное значение силы притяжения между двумя атомами будет равно

$$F_{max} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q^2}{r^2} = 9 * 10^9 \frac{(1.6*10^{-19})^2}{(3.5*10^{-10})^2} \approx \\ \approx 2 * 10^{-9} \text{ (н)}.$$

Таково по порядку величины значение единичной силы межатомной связи.

## Прочность кристалла

Оценим примерное число атомов приходящихся на единицу поверхности разрыва кристалла

---

\*) Для кристалла  $NaCl$  это расстояние равно  $2.814\text{\AA}$

\*\*) Относительная деформация  $\epsilon$  при растяжении равна отношению абсолютной деформации тела к длине этого тела в нормальном состоянии

Диаметр иона равен приблизительно расстоянию между соседними ионами. Мы считали это расстояние равным  $3\text{\AA}$ , тогда число атомов на каждом квадратном метре поверхности разрыва кристалла

$$N_{at} \sim \frac{1}{(3*10^{-20})^2} \approx 10^{19} \left( \frac{1}{\text{м}^2} \right).$$

В нашей модели кристалла число связей, проходящих через единицу площади, равно числу атомов  $N_{св} = N_{at}$ , значит,  $N_{св} \approx 10^{19} \text{ м}^{-2}$ .

Теперь можно оценить теоретическую величину предела прочности кристаллов:

$$\delta \approx 2 * 10^{10} \text{ н/м}^2.$$

## Оценка величины модуля упругости

Если известны значения единичной межатомной связи и, следовательно, предела прочности кристаллов, то можно оценить величину модуля упругости.

По закону Гука в пределах упругой деформации напряжение пропорционально растяжению. Коэффициент пропорциональности между величиной деформации  $\epsilon$  и напряжением  $\delta$  (модуль упругости)

$$E = \frac{\delta}{\epsilon}.$$

Так как величина прочности по нашей оценке

$$\delta \approx 2 * 10^{10} \text{ н/м}^2,$$

а максимальная упругая деформация  $\epsilon_{max} \approx \frac{1}{6}$ , то модуль упругости

$$E = \frac{2*10^{10}*6}{1} \approx 10^{11} \left( \frac{\text{н}}{\text{м}^2} \right).$$

Результат расчета по порядку величины соответствует экспериментальным данным, Например, модуль упругости стали  $2 * 10^{11} \text{ н/м}^2$ , алюминия  $0.7 * 10^{11} \text{ н/м}^2$ , каменной соли  $- 0.4 * 10^{11} \text{ н/м}^2$ .



Рисунок 1

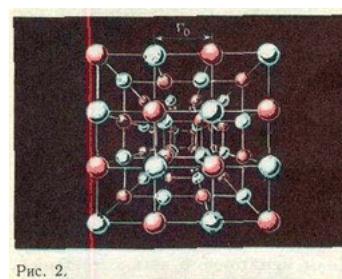


Рисунок 2

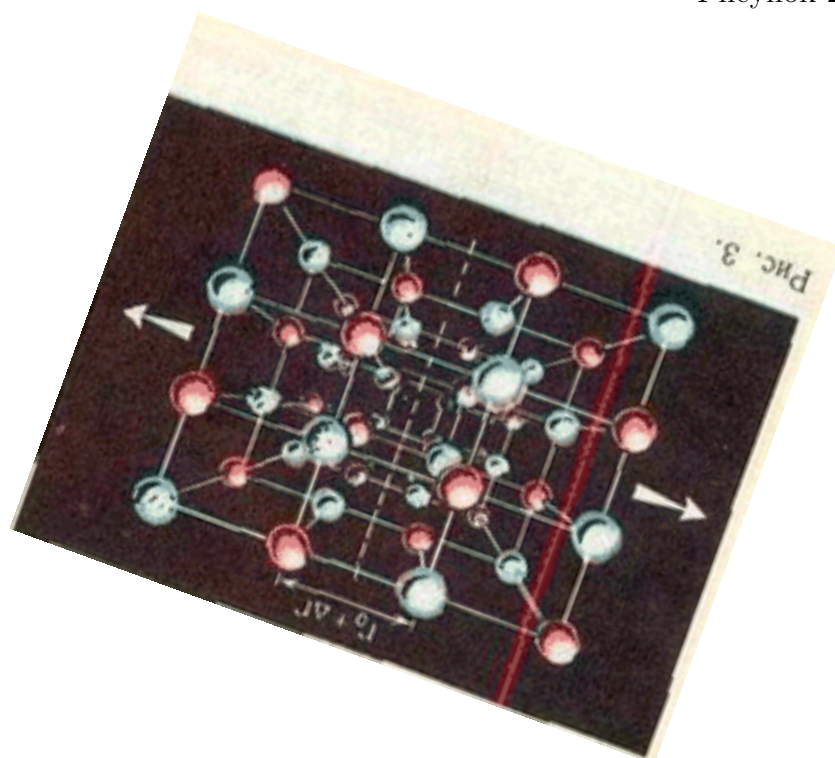


Рисунок 3

1.

123	123	132	132
132	123	123	123

2.

123	123	132	132	132
132	123	123	123	132

123 123 132	123 123
-------------	---------

3.

123	123		132
132	123		123

Таблица 1: перемещённая вниз

Можно и так	что-то	
	Интересно	вау
	очень	1