

# Лекция № 8

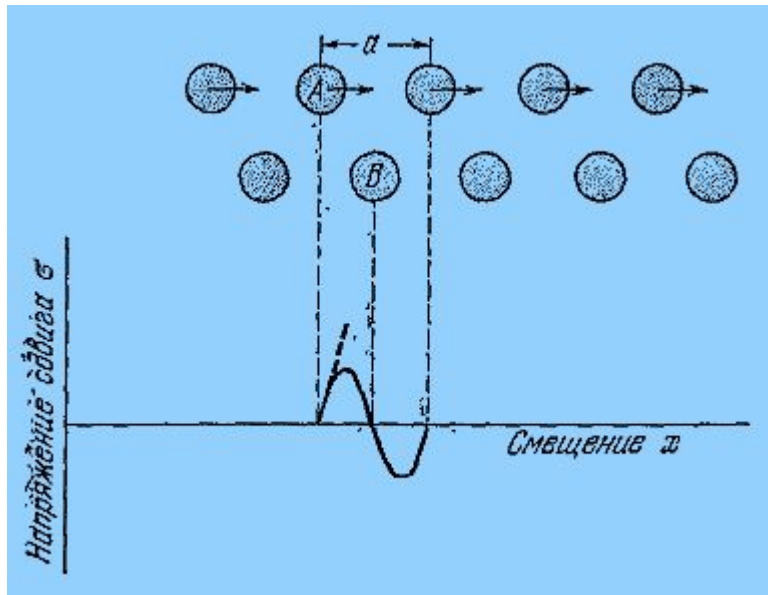
## Дефекты в кристаллах

### Дислокации

Дислокация – линейный дефект, нарушающий правильное чередование атомных плоскостей

# Сопротивление сдвигу в монокристаллах

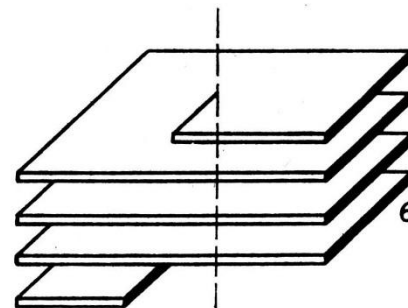
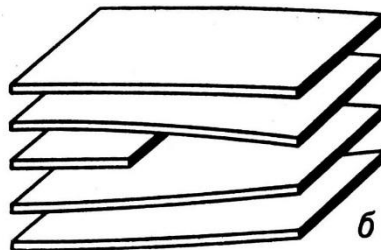
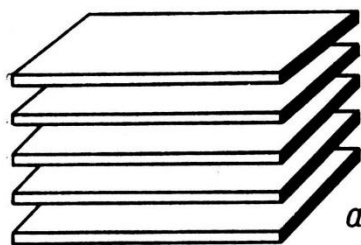
$$\sigma = \frac{Ga}{2\pi d} \sin \frac{2\pi x}{a}$$



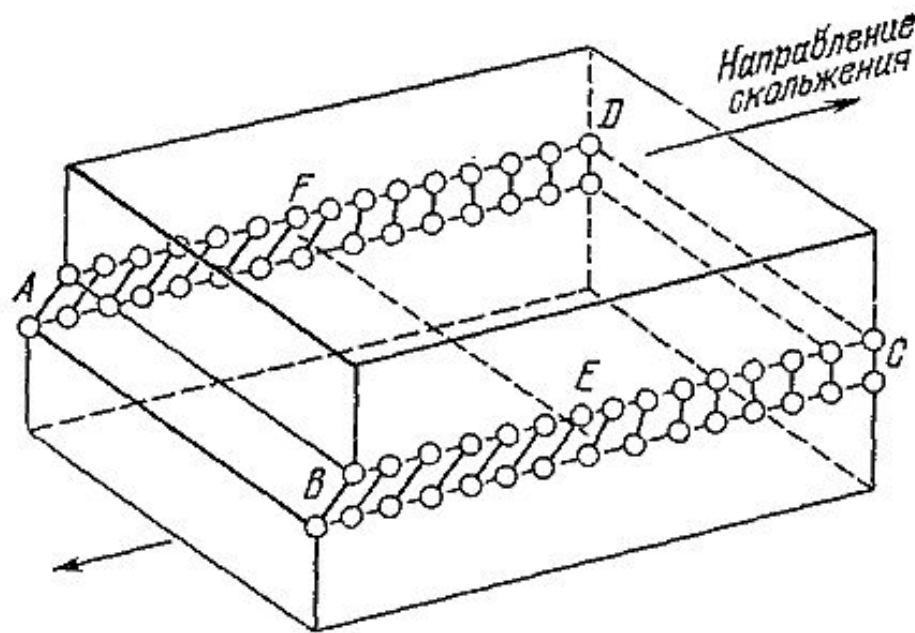
Сдвиг одной плоскости относительно другой

Напряжение сдвига как функция смещения

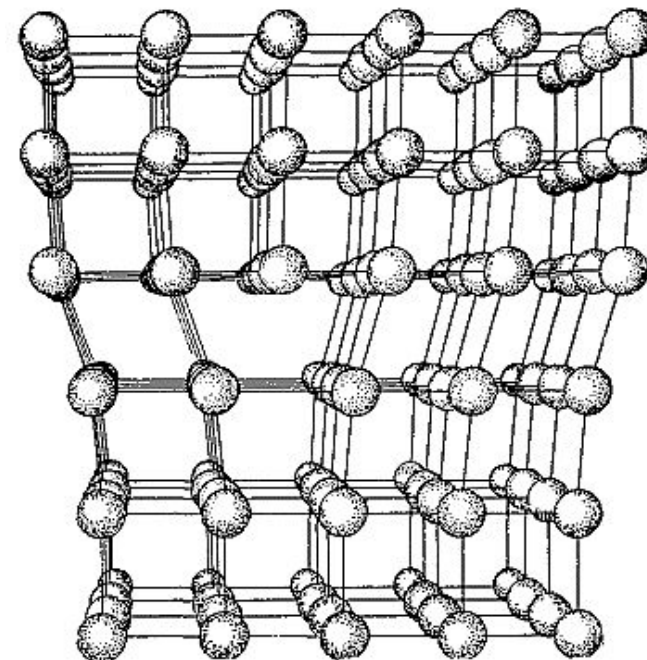
Краевые и винтовые дислокации:



# Краевая дислокация

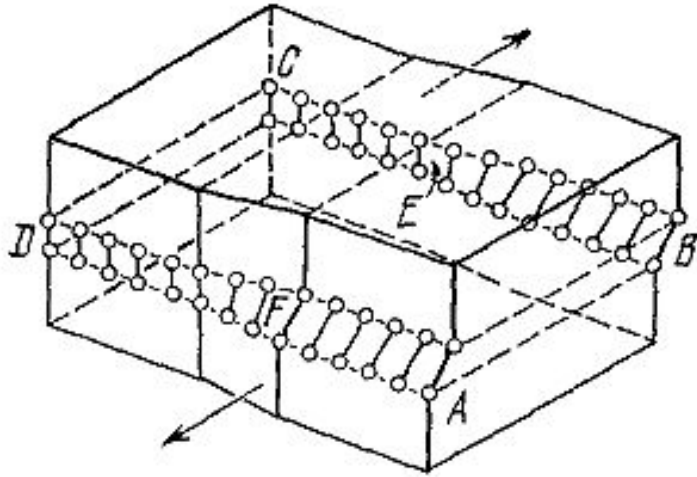


Образование краевой дислокации

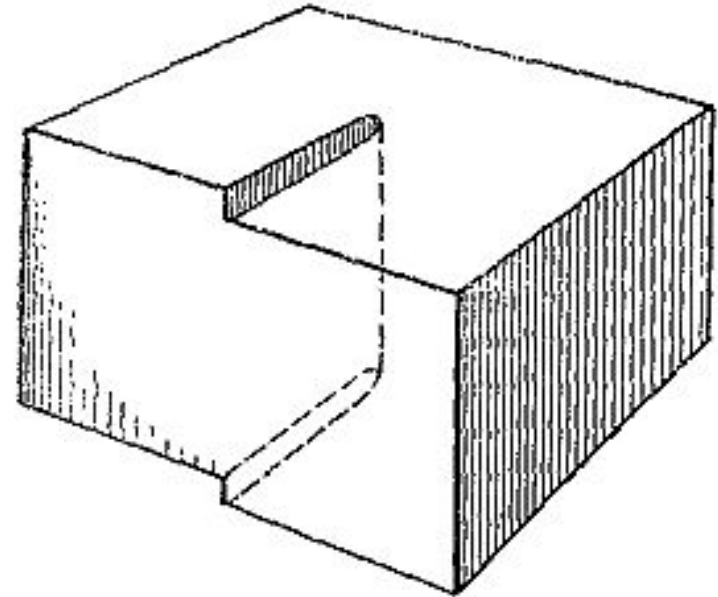


Структура краевой дислокации

# Винтовая дислокация



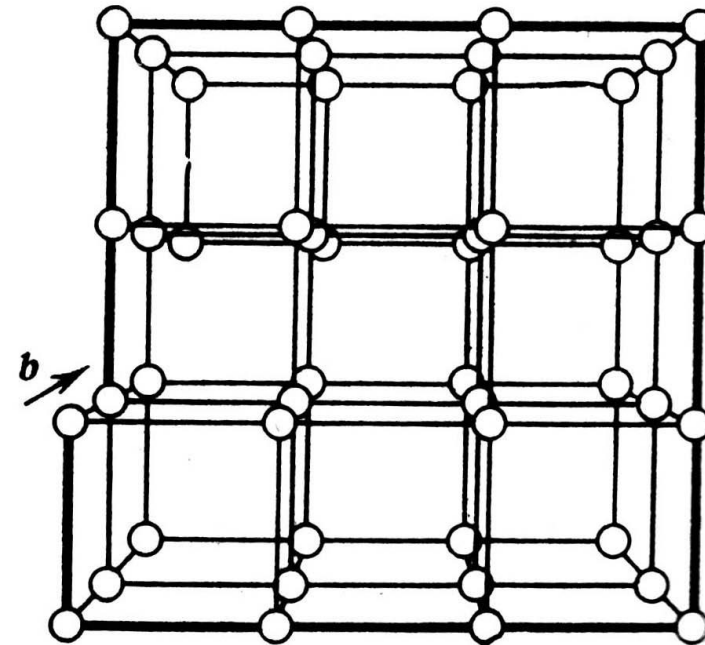
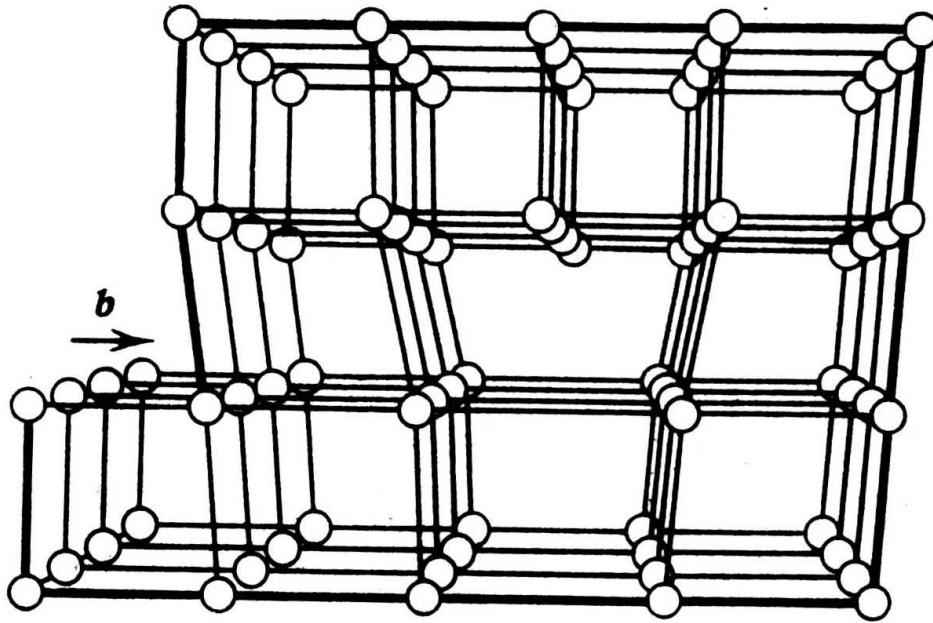
Образование краевой дислокации



Структура краевой дислокации

## Вектор Бюргерса:

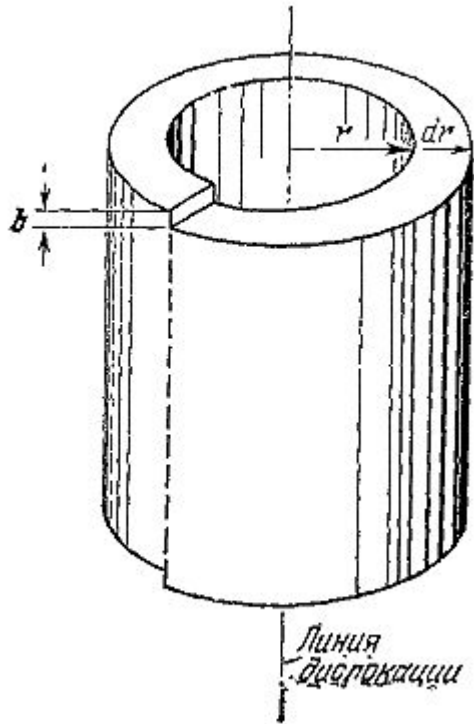
- Составить контур из векторов трансляции, замыкающийся на идеальной решетке (контур Бюргерса)
- Вокруг линии дислокации контур Бюргерса разорван
- Провести линию, соединяющую разрыв (вектор



Контур Бюргерса – замкнутый контур произвольной формы, построенный в реальном кристалле, так, что переход от одного атома к другому происходит последовательно, не выходя из области идеального кристалла.

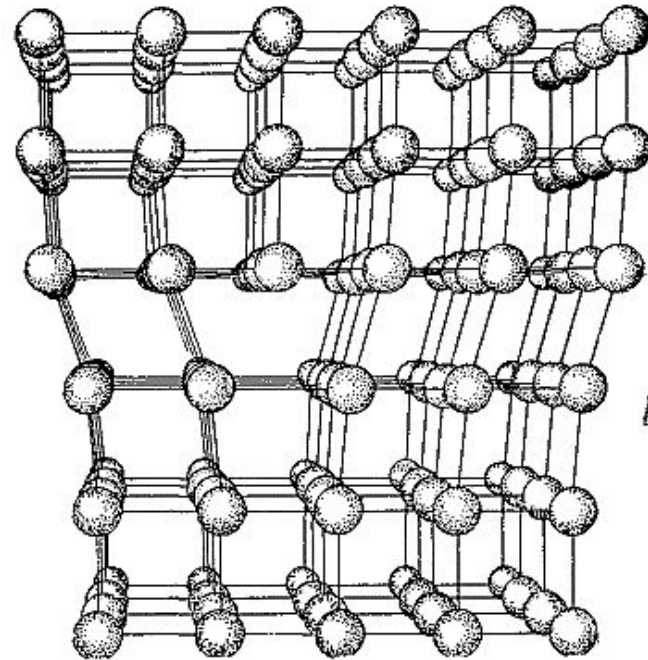
# Энергия дислокации

$\mathcal{E} = \mathcal{E}$  неупругих искажений в ядре дислокации +  
+  $\mathcal{E}$  упругих деформаций вокруг дислокации

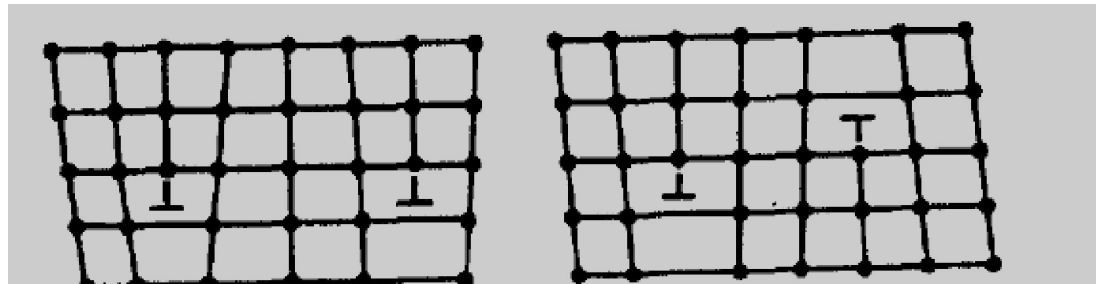


$$\sigma = Ge = Gb/2\pi r.$$

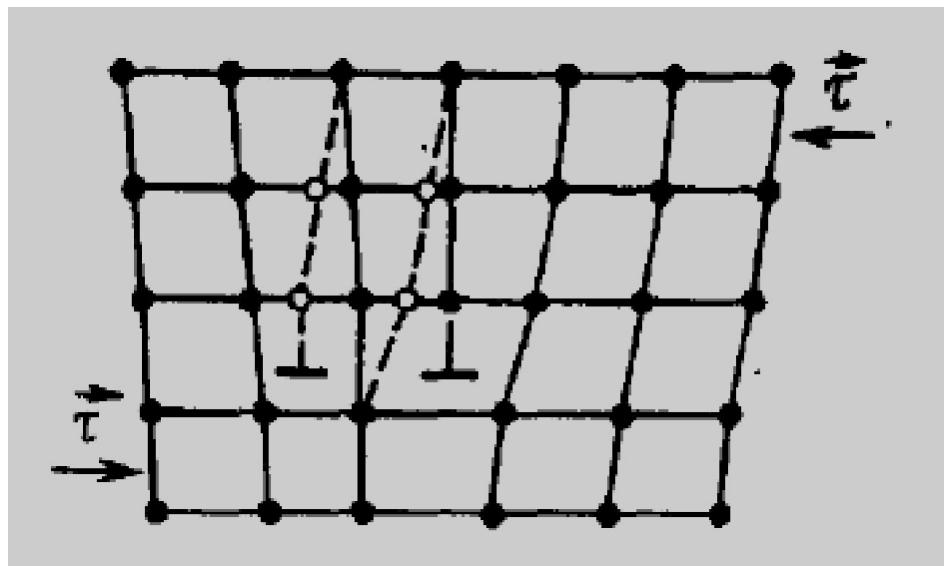
$$E_s = \frac{Gb^2}{4\pi} \ln \frac{R}{r_0}$$



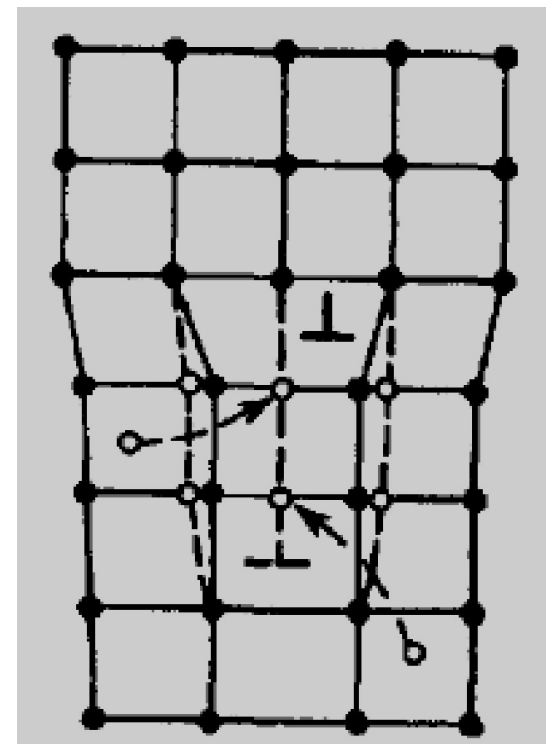
$$E_e = \frac{Gb^2}{4\pi(1-\nu)} \ln \frac{R}{r_0}$$



## Движение дислокаций



Скольжение  
дислокации



Переползание  
дислокации

# Двойникование

Двойник – кристалл с закономерно разориентированными областями, структура которых м. б. описана операцией симметрии

Операции двойникования:

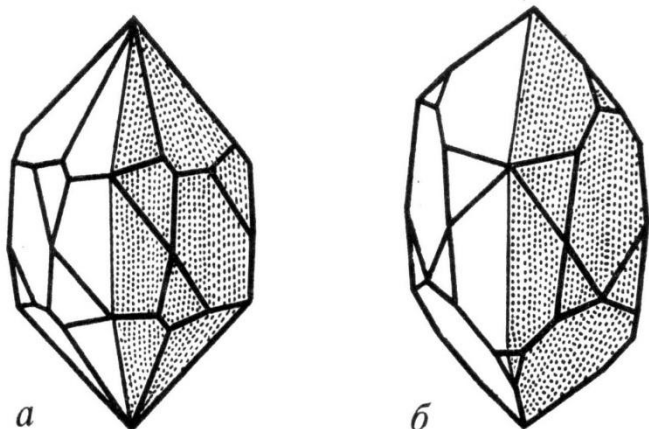
Отражение в плоскости (двойники отражения)

Поворот вокруг кристаллографической оси (аксиальные двойники)

Отражение в точке (двойники инверсии)

Трансляция на часть периода решетки (двойники трансляции)

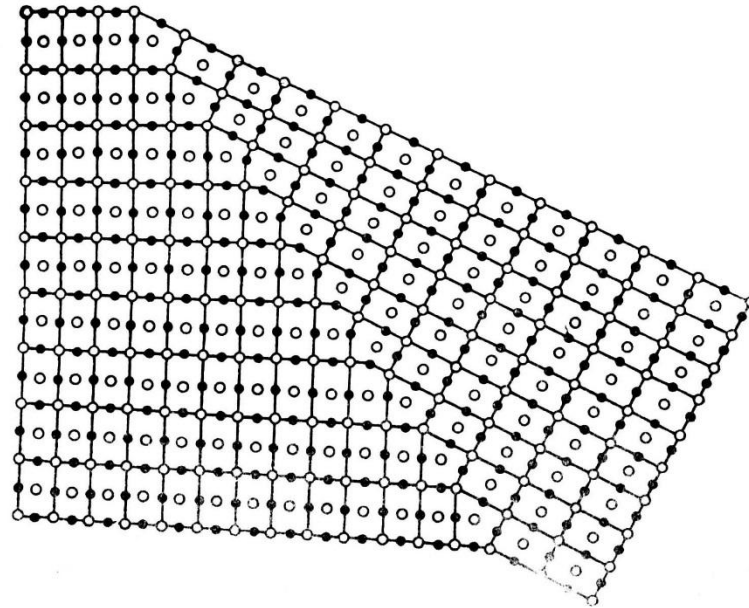
Комбинация операций



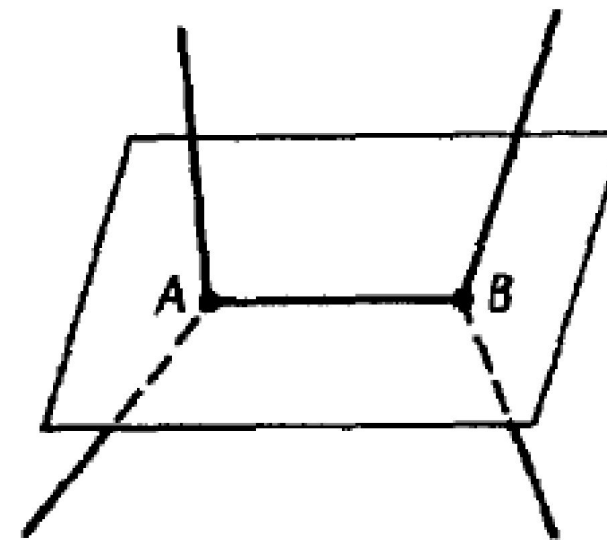
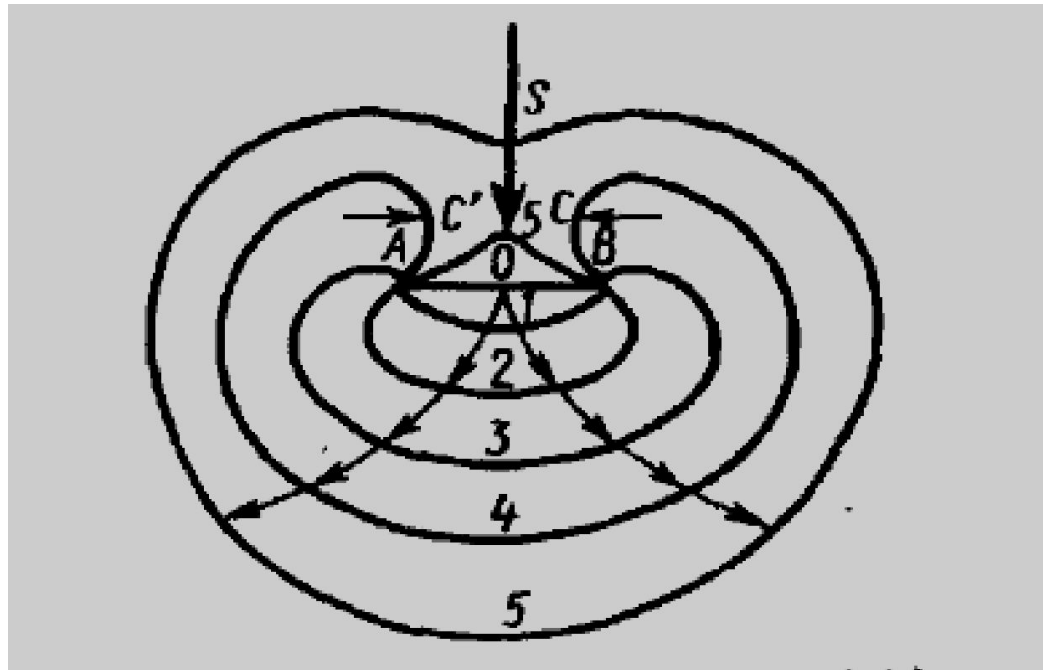
β-кварц. а – поворот вокруг оси шестого порядка  $C_6$  и оси второго порядка  $C_2$ . б – отражение, инверсия и поворот вокруг  $C_6$ .



Двойничащие дислокации на границе  
клиновидной  
двойниковой прослойки



## Источники дислокаций



Источник Франка-Рида

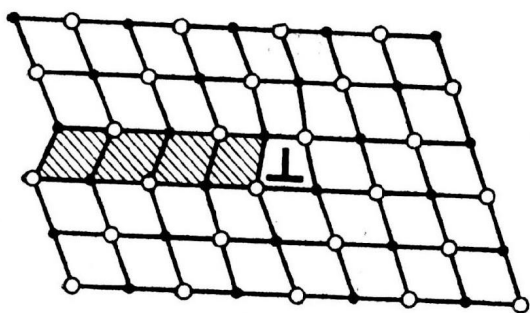
# Дефекты упаковки как примеры двумерных дефектов

...ABCABCABCABC...

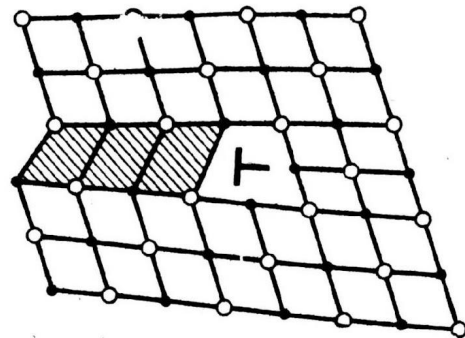
...ABCABCABCABCABCABCABCABCABCABC...

...ABCABCABCABCABCABCABC...

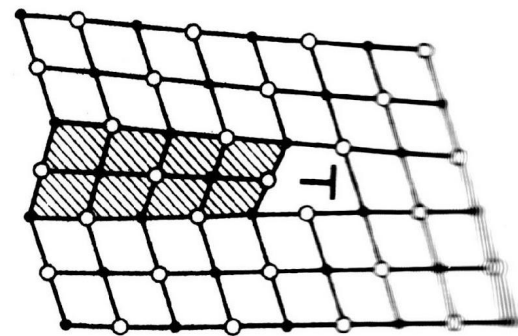
## Частичные дислокации



Дислокация  
Шокли



Отр.  
дислокация  
Франка

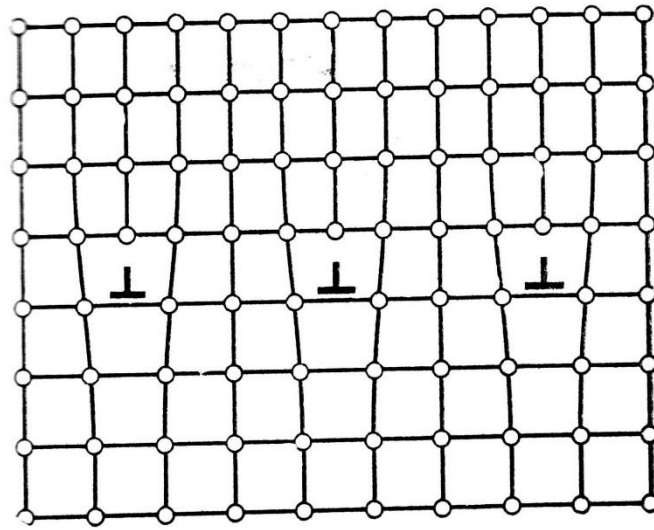


Пол.  
дислокация  
Франка

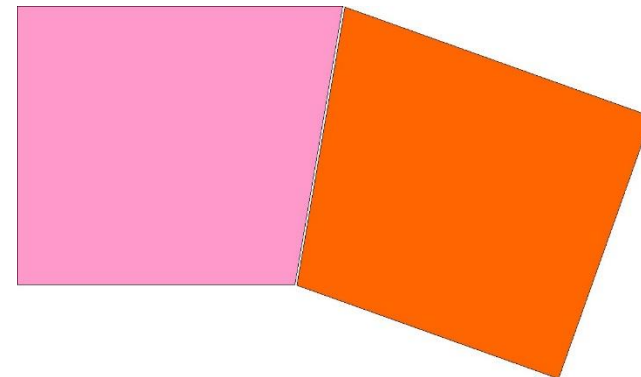
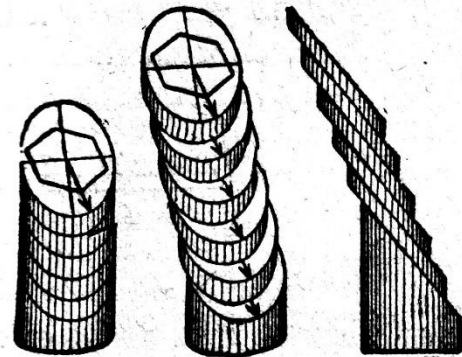
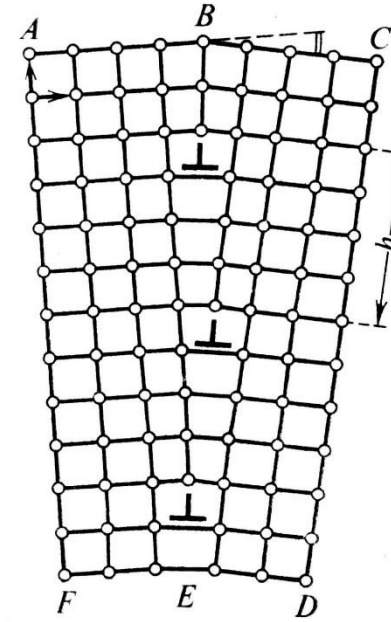
# Границы зерен с малыми углами разориентирования

Блочность  
кристаллов

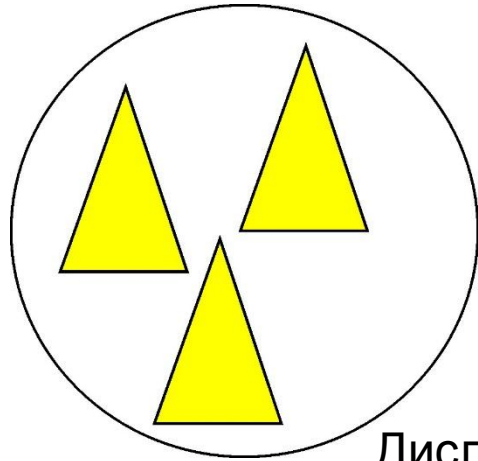
Горизонтальный  
ряд  
краевых  
дислока



Вертикальный ряд  
краевых

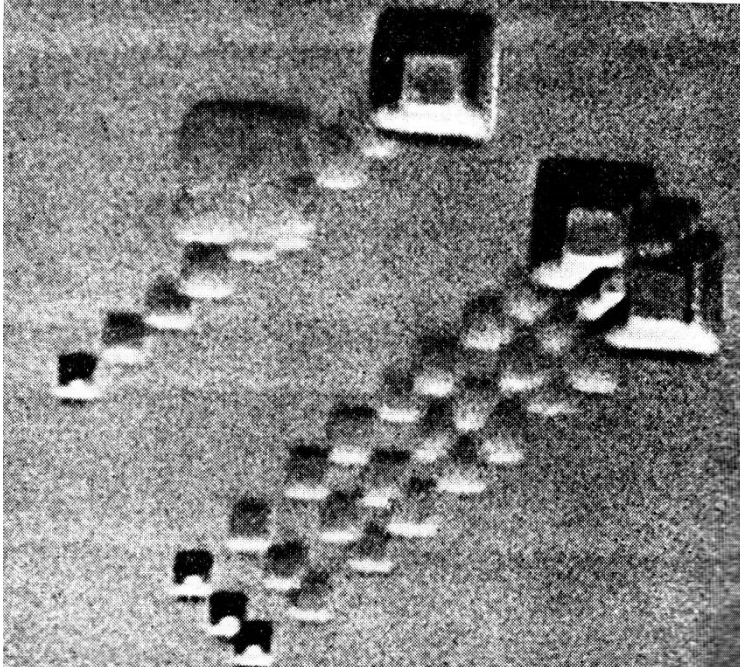
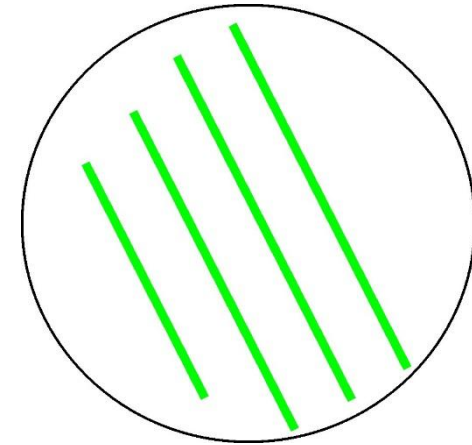


# Метод травления для определения дислокаций



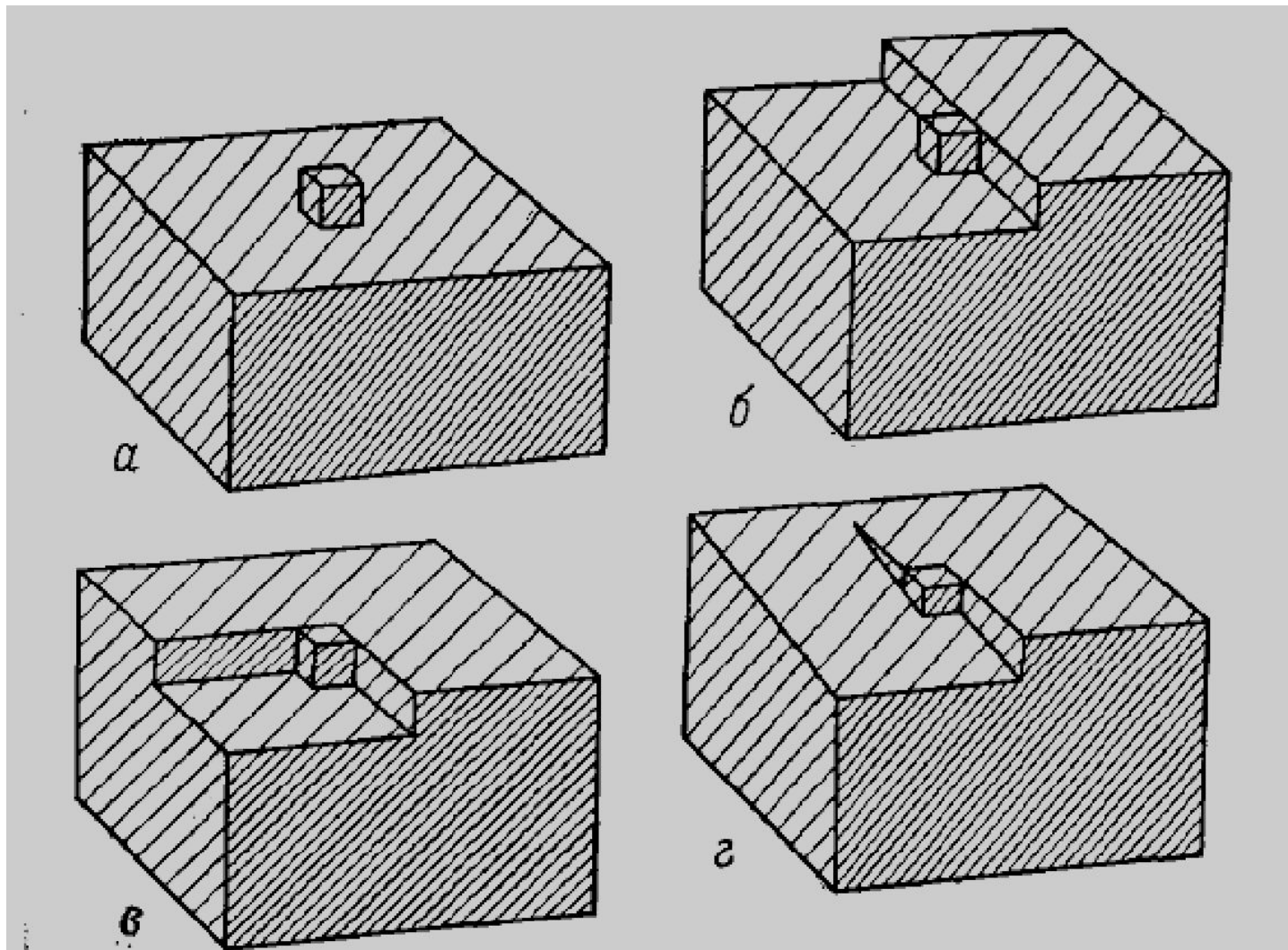
Выход дислокаций на плоскость [111]

Дислокации на линии скольжения

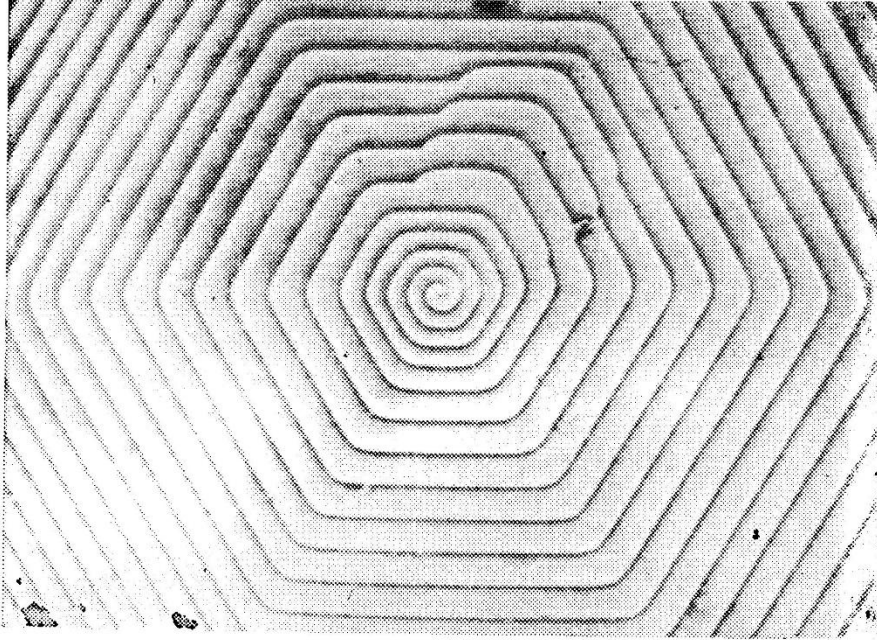


Наблюдение движения дислокаций

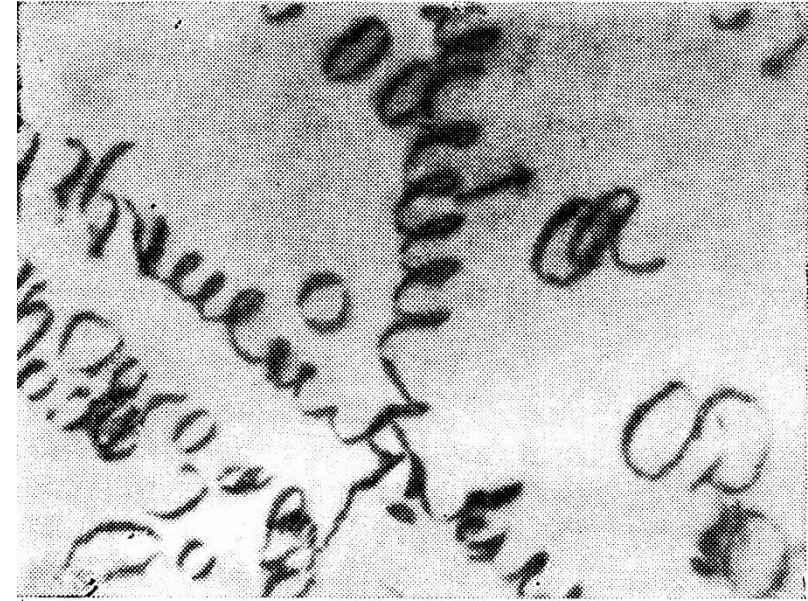
# Дислокации и рост кристаллов



# Примеры дислокаций



SiC, 165 Å

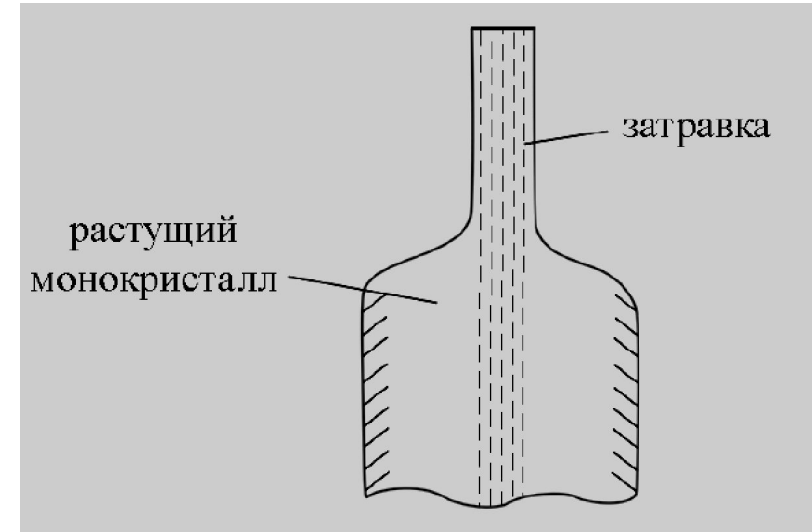


Al-Mg



# Причины появления дислокаций в растущем кристалле

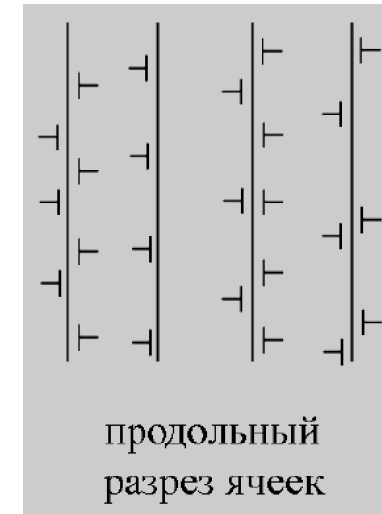
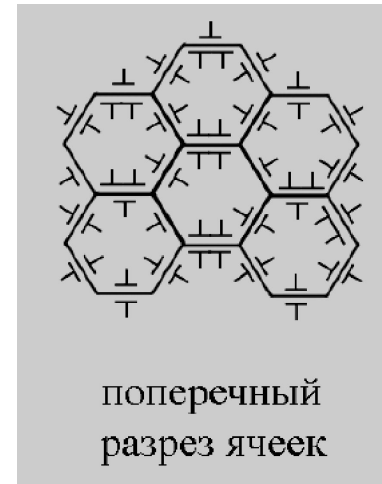
1. Прораствание дислокаций из затравки в растущий кристалл



2. Образование дислокаций под действием термических или внешних механических напряжений

# Причины появления дислокаций в растущем кристалле

3. Образование дислокаций в результате захвата примесей



4. Образование дислокаций при дендритном  
росте

5. Образование дислокаций в результате распада скоплений  
вакансий