

# Кристаллография и основы кристаллохимии

## Лекция №4.

Тема 1. Понятие о единичных и симметрично-равных направлениях

Тема 2. Категории и сингонии

# Кристаллография и основы кристаллохимии

## Лекция №4.

Единственное, не повторяющееся в кристалле направление называется *единичным*.

Повторяющиеся в кристалле направления, связанные элементами симметрии, называются *симметрично-равными*.

Число единичных направлений в кристаллах тем больше, чем меньше симметрия кристалла.

При увеличении в кристаллах числа элементов симметрии одновременно возрастает количество симметрично-равных направлений и уменьшается число единичных направлений.

Например,

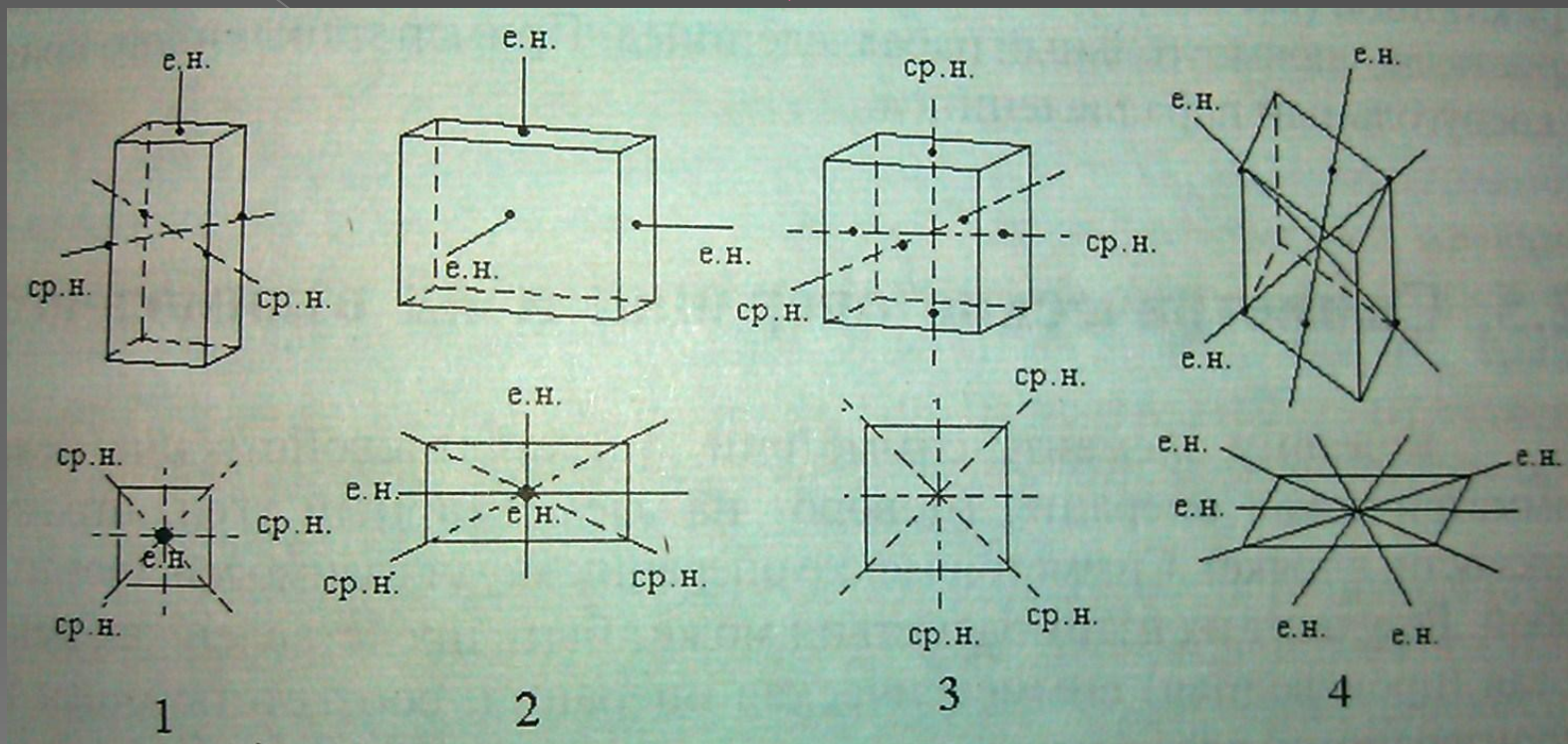
в кристалле с формулой  $L_2 2P$  – три единичных направления;

в кристалле с формулой  $L_3 3L_2 3PC$  – одно единичное направление;

в кристалле с формулой  $3L_4 4L_3 6L_2 9PC$  – нет единичных направлений

# Кристаллография и основы кристаллохимии

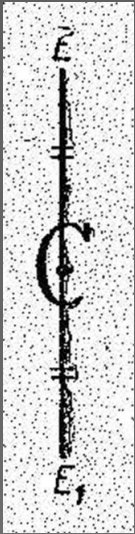
## Лекция №4.



На рисунке представлены: 1 – призма с квадратным сечением: одно единичное направление; 2 – прямоугольный параллелепипед: три единичных направления; 3 – куб: единичных направлений нет; 4 – косоугольный параллелепипед: все направления единичные (e.n. – единичные направления; ср.н. – симметрично-равные направления)

# Кристаллография и основы кристаллохимии

## Лекция №4.

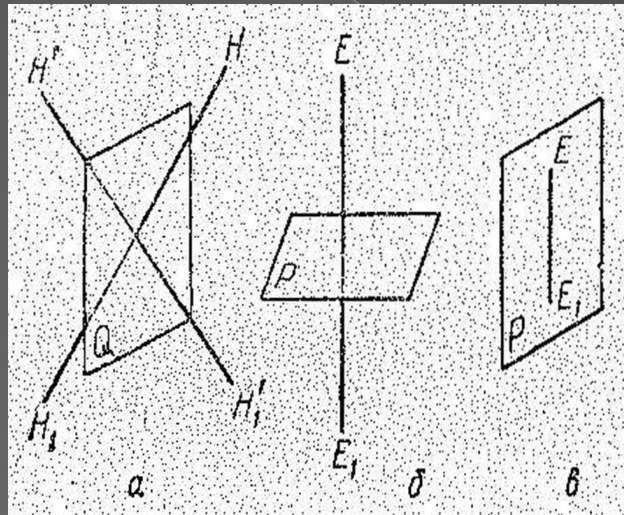


Зададимся единичным направлением  $EE_1$ . Центр симметрии может располагаться в середине отрезка  $EE_1$ , не образуя симметрично-равных ему направлений. Действительно, отразившись в  $C$ , точка  $E$  перейдет на место  $E_1$ , а  $E_1$  – на место  $E$ . При этом отрезок  $EE_1$  совместится сам с собой, не образуя нового симметрично-равного направления.

Следовательно, в *присутствии единичных направлений возможен центр симметрии, лежащий в середине фигуры.*

# Кристаллография и основы кристаллохимии

## Лекция №4.



1. Отражаясь в косо расположенной плоскости  $Q$ , заданное направление  $HH_1$  дает симметрично-равное направление  $H'H'_1$ . Отсюда ясно, что плоскость симметрии не может проходить косо относительно единичных направлений.

2. Плоскость нормальна (перпендикулярна) к заданному направлению и проходит через середину соответственного отрезка  $EE_1$ . Тогда один конец отрезка  $E$ , отразившись в  $P$ , совпадает с другим его концом  $E_1$ , а последний, в свою очередь, перейдет на место  $E$ . При этом направление  $EE_1$  целиком совпадает само с собой, не образуя нового направления.

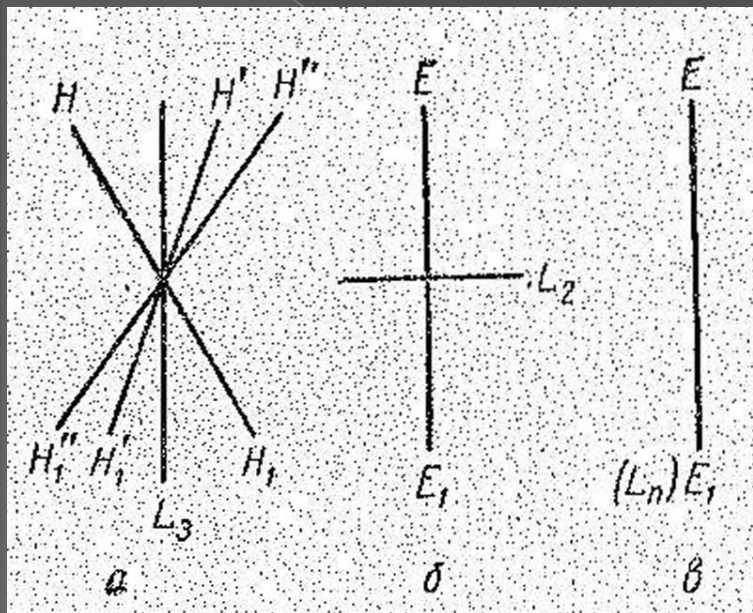
3. Плоскость совмещена с заданным направлением. При этом  $EE_1$  совпадает со своим отражением в  $P$ . Расположение, единичного направления в плоскости симметрии возможно.

Следовательно, *наличию единичных направлений не препятствуют плоскости симметрии, перпендикулярные или параллельные им (совпадающие с ними).*



# Кристаллография и основы кристаллохимии

## Лекция №4.



1. Вокруг, оси порядка  $L_n$  все повторяется  $n$  раз. Тем самым, косо взятое направление  $(HH_1)$  вокруг  $L_n$  ( $L_3$ ) повторится  $n$  раз (три раза).

Отсюда, *единичное направление не может располагаться косо относительно  $L_n$ .*

То же касается и перпендикулярной ориентировки  $L_n$  по отношению к заданному направлению.

2. Однако необходимо выделить частный случай, когда  $L_n = L_2$ . Так, при повороте на  $180^\circ$  вокруг  $L_2$  один конец нормального ему отрезка  $E$  совместится с другим концом того же отрезка  $E_1$ , а последний перейдет на место первого. В результате направление  $EE_1$  целиком совместится само с собой.

3. Ось  $L_n$  совпадает с заданным направлением. Само собой разумеется, что направление совмещенное с  $L_n$ , не образует, симметрично равных направлений относительно  $L_n$ . Тем самым единичное направление может совпадать с осью симметрии.

Следовательно, *наличию единичных направлений не препятствуют двойные оси, перпендикулярные к ним, или оси симметрии любых наименований, совмещенные с ними.*

# Кристаллография и основы кристаллохимии

## Лекция №4.

Сингонией называется группа видов симметрии, обладающих одним или несколькими сходными элементами симметрии (с обязательным учетом осей симметрии порядка выше  $L_2$ ) при одинаковом числе единичных направлений.

Пространственные решетки, относящиеся к кристаллам одной и той же сингонии, должны обладать элементарными ячейками с одинаковой конечной симметрией.

В кристаллографии различают всего 7 сингоний:

- триклинная;
- моноклинная;
- ромбическая;
  
- тригональная;
- тетрагональная;
- гексагональная;
  
- кубическая

# Кристаллография и основы кристаллохимии

## Лекция №4.

Сингонии группируются в категории.

К низшей категории относятся: *триклинная, моноклинная и ромбическая сингонии.*

К средней категории относятся: *тригональная, тетрагональная и гексагональная сингонии.*

К высшей категории относится *кубическая сингония.*



Кристаллография  
и основы кристаллохимии  
Лекция №4.

Низшая категория

- 1) Несколько (не меньше 3) единичных направлений
- 2) Нет осей выше  $L_2$

# Кристаллография и основы кристаллохимии

## Лекция №4.

### Низшая категория

#### Триклинная сингония:

- все направления единичны;
- нет ни осей, ни плоскостей симметрии;
- есть только  $L_1$  или  $C$

# Кристаллография и основы кристаллохимии

## Лекция №4.

### Низшая категория

#### Моноклинная сингония:

- множество единичных и симметрично-равных направлений;
- есть только  $P$ , либо  $L_2$ , либо оба этих элемента симметрии

Кристаллография  
и основы кристаллохимии  
Лекция №4.

Низшая категория

Ромбическая сингония:

- всегда три единичных направления;
- единичные направления совпадают с  $L_2$ , либо с перпендикулярами к  $P$ ;
- элементы симметрии могут быть удвоены или утроены.

# Кристаллография и основы кристаллохимии

## Лекция №4.

### Средняя категория

- всегда одно единичное направление;
- единичное направление совпадает с единственной осью порядка выше  $L_2$  (которую называют главной осью)

### Средняя категория

#### Тригональная сингония:

- с единичным направлением совпадает только ось  $L_3$ ;

#### Тетрагональная сингония:

- с единичным направлением совпадает только ось  $L_4$ ;

#### Гексагональная сингония:

- с единичным направлением совпадает только ось  $L_6$

# Кристаллография и основы кристаллохимии

## Лекция №4.

### Высшая категория

#### Кубическая сингония:

- единичных направлений нет (все направления симметрично-равные);
- всегда присутствует несколько осей порядка выше  $L_2$ ;
- всегда есть  $4L_3 + (3L_4 \text{ либо } 3L_2)$



# Кристаллография и основы кристаллохимии

## Лекция №4.

Категория	Сингония	Число единичных направлений	Характерные элементы симметрии
Низшая	Триклинная	Все	$L_1, C$
	Моноклинная	Множество	$P, L_2, L_2PC$
	Ромбическая	Три	$L_22P, 3L_2, 3L_23PC$
Средняя	Тригональная	Одно	$L_3$
	Тетрагональная		$L_4$
	Гексагональная		$L_6$
Высшая	Кубическая	Нет	$4L_3$