

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,

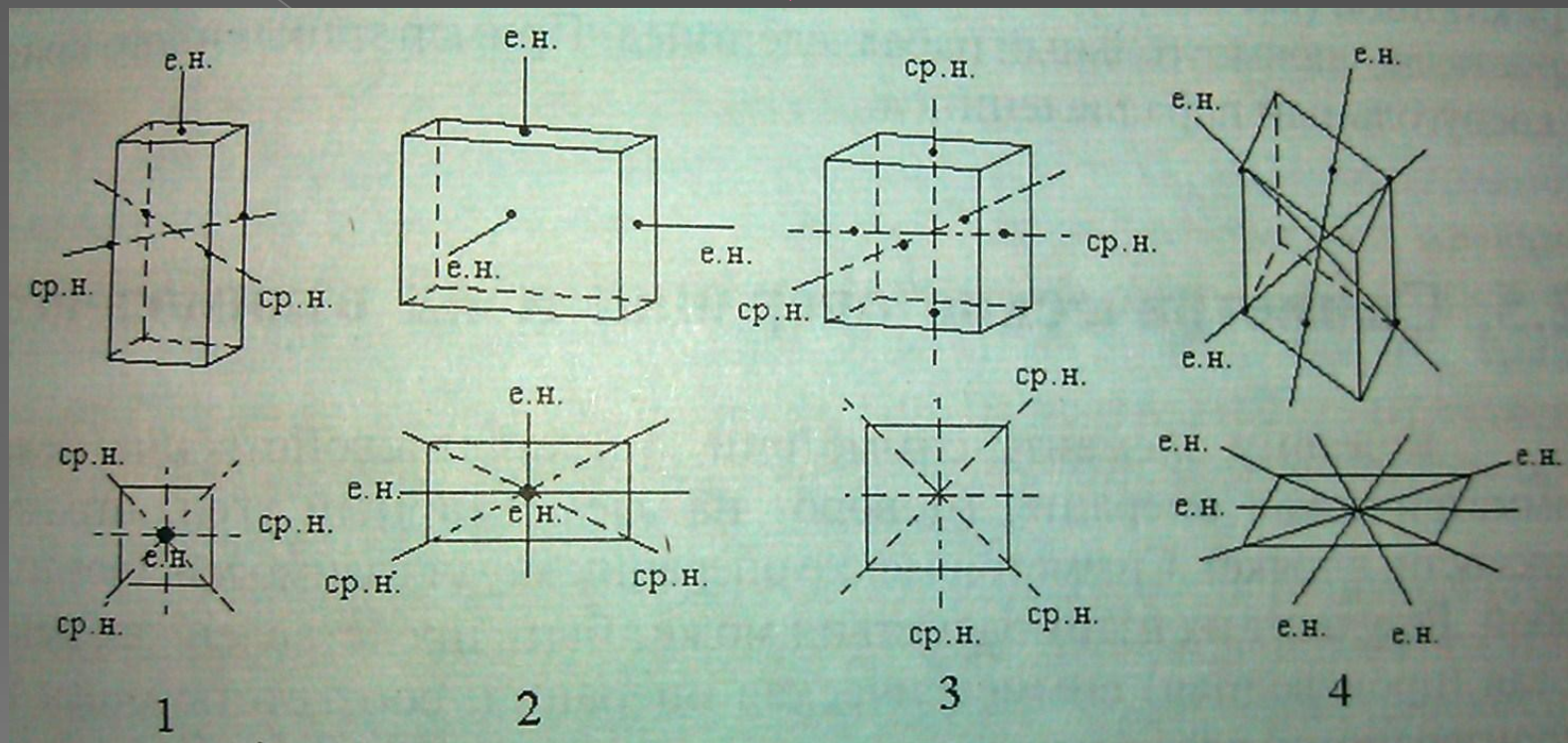
в кристалле с формулой $L_2 2P$ – три единичных направления;

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

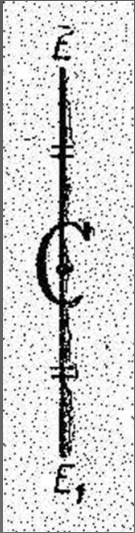
Лекция №4.



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.

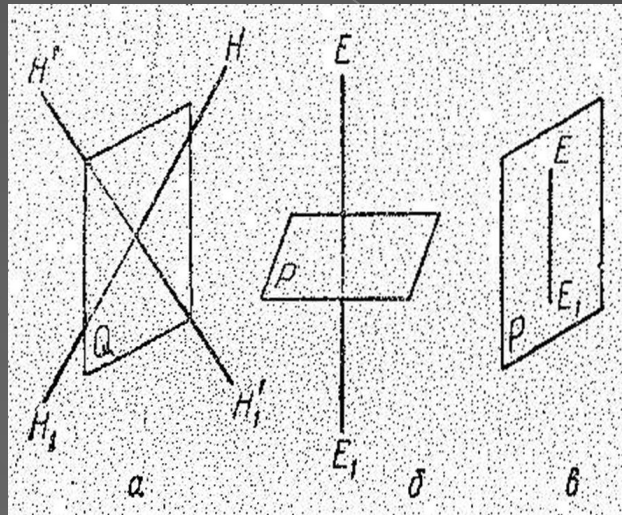


Зададимся единичным направлением EE_1 . Центр симметрии может располагаться в середине отрезка EE_1 , не образуя симметрично-равных ему направлений. Действительно, отразившись в C , точка E перейдет на место E_1 , а E_1 – на место E . При этом отрезок EE_1 совместится сам с собой, не образуя нового симметрично-равного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

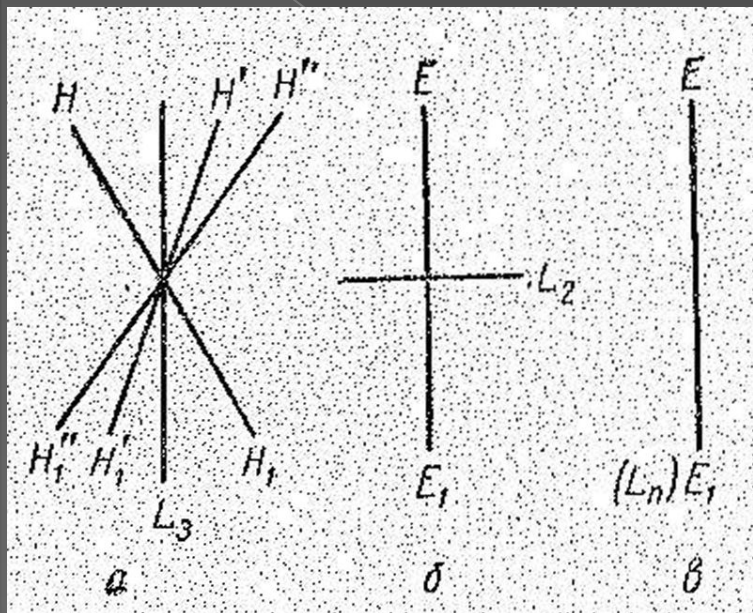
2. Плоскость нормальна (перпендикулярна) к заданному направлению и проходит через середину соответственного отрезка EE_1 . Тогда один конец отрезка E , отразившись в P , совпадает с другим его концом E_1 , а последний, в свою очередь, перейдет на место E . При этом направление EE_1 целиком совпадает 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° 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	$4L_3$