Дәріс - 6. Кристаллографиядағы категориялар және сингония ұғымдары

Дәріскер: х.ғ.к., доцент

Кудьярова Ж.Б.

Дәрістің мақсаты: студенттерді кристаллографиядағы категориялар мен сингониялар ұғымымен таныстыру және талдау.

Дәрісте төменгі, орташа және жоғары категориялар және олардың ерекшеліктері, сингониялардың түрлері және оларды категорияларға жіктеу қарастырылады.

- Симметриялық элементтер аркылы 32 симметрия түрлерін жіктеп жеті қатар шығаруға болады. Кестенің ең соңғы катарын алсақ барлық бес симметрия түрлерде $4L_3$ – кездеседі. Келесі қатарда жеті симметриялық түрге кіретін ортақ элемент L_6 немссе L_{i6}. Сонан кейін L_4 немесе L_{i4} және L_3. Жоғарғы катарларда реті екіншіден жоғары осьтер кездеспейді. Кейбір түрлерде бірнеше екінші ретті осьтер, небірнеше жазықтықтар болуы мүмкін.
- Басқа симметриялық түрлерде L және P жеке кездесуі мүмкін немесе бірнеше симметриялық түрлерін құрайды.
- Кестенің жоғарғы қатарында инверсиялық центрінен басқа симметриялық элементтер жоқ. Сонымен катар, симметрия түрлерін сингония анықтайды. Әрбір сингонияға бір, не бірнеше ортақ симметриялық элементтері бар түрлері кіреді. Ортақ элементтері болып екінші ретті осьтен жоғары ретті осьтермен саны бірдей ерекше элементтер кіреді, демек: L_3, L_4, L_6, L_{i4}, L_{i6} немесе $4L_33L_2$. Сингониялардың жалпы саны жеті, олар: триклинді, моноклинді, ромбалы, тригональды, тетратональды, гексагональды және кубты.

Таблица 4

32 вида симметрии кристаллов

Категория	Сингония	Вид симметрии						
		Примитивный	Центральный	Планальный	Аксиальный	Планаксиальный	Инверсионно-примитивный	Инверсионно-планальный
Низшая	Триклинная	1 L_1 (1)	2 C ($\bar{1}$)					
	Моноклинная			3 P (m)	4 L_2 (2)	5 L_2PC ($2/m$)		
	Ромбическая			6 $L_2 2P$ ($mm2$)	7 $3L_2$ (222)	8 $3L_2 3PC$ (mmm)		
Средняя	Тригональная	9 L_3 (3)	10 L_3C ($\bar{3}$)	11 $L_3 3P$ ($3m$)	12 $L_3 3L_2$ (32)	13 $L_3 3L_2 3PC$ ($\bar{3}m$)		
	Тетрагональная	14 L_4 (4)	15 L_4PC ($4/m$)	16 $L_4 4P$ ($4mm$)	17 $L_4 4L_2$ (422)	18 $L_4 4L_2 5PC$ ($4/mmm$)	19 $L_4(\rightleftarrows L_2)$ ($\bar{4}$)	20 $L_4(\rightleftarrows \nu_0)\, 2L_2 2P$ ($\bar{4}2m$)
	Гексагональная	21 L_6 (6)	22 L_6PC ($6/m$)	23 $L_6 3P$ ($6mm$)	24 $L_6 6L_2$ (622)	25 $L_6 6L_2 7PC$ ($6/mmm$)	26 $L_3(=L_6P)$ ($\bar{6}$)	27 $L_3 3L_2 3P(=L_6 3L_2 3P)$ ($\bar{6}2m$)
Высшая	Кубическая	28 $3L_2 4L_3$ (23)	29 $3L_2 4L_3 3PC$ ($m\bar{3}$)	30 $3L_4 4L_3 6P$ ($\bar{4}3m$)	31 $3L_4 4L_3 6L_2$ (432)	32 $3L_4 4L_3 6L_2 9PC$ ($m\bar{3}m$)		

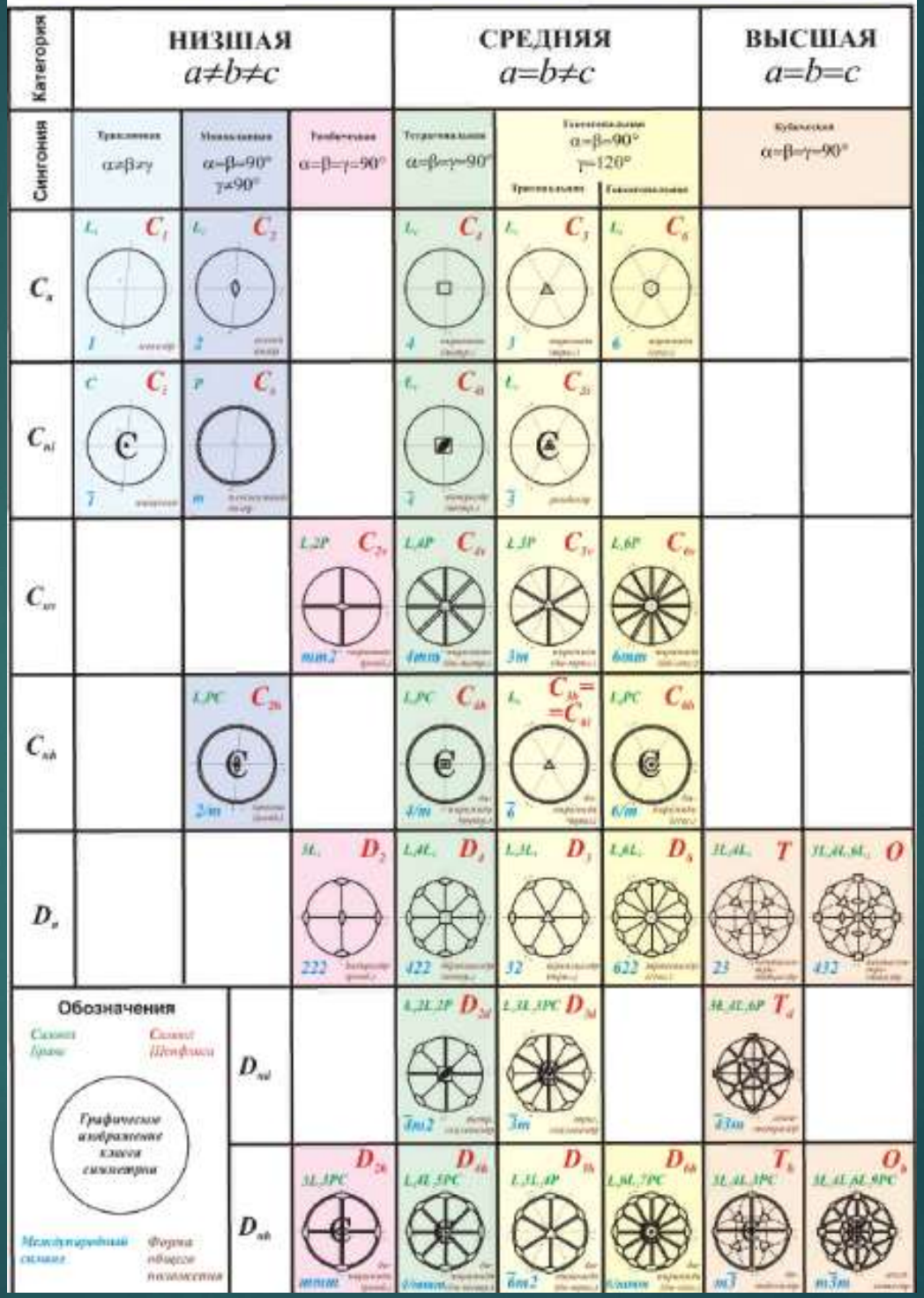
- Триклинді дегеніміз грекше клино-ию, қисаю, бұл қатарға жататын кристалдардың қырлары арасындағы бұрыштар әдетте үшкір, не доғал болады, тікбұрыштар кездеспейді.
- Триклинді сингонияға жататын кристалды минералдар табиғатта өте жиі ксздеседі, мысалы тау жыныстарының құрамына кіретін маңызы зор плагиоклаз тобы триклинді кристалдар түзеді.
- Моноклинді сингонияға үшкоординатты осьтерге параллельді бағытталған кристалдың үш қырлары арасындағы бұрыштардың екеуі тік, біреуі доғал болған кристалдар жатады.
- Моноклинді сингонияға жататын кристалл заттары табиғатта өте жиі кездеседі. Оның ішінде дала шпаттары, пироксен тобы, амфиболдар, слюдаларт. б. минералдар.

- Ромбалы сингонияда симметри яерекшелігіне сай көлденең қимасы ромб болып кездесетін кристалдар көп. Кристалдардың қырлары бір-бірімен түйісіп тікбұрышты үшкоординатты бағытқа параллельді болады.
- Триклинді, моноклинді және ромбалы сингониялар төменгі категорияға жатады.
- Тригональды сингонияға жататын кристалдардың көлденең кимасы тең ұшбұрыш.
- Тетрагональды сингониялы кристалдардың төртінші ретті осьте перпендикуляр қимасы - квадрат.
- Гексагональды сингонияда басты алтыншы ретті оське перпендикулярлы қимасы теңқырлы алтыбұрыш болады.
- Жоғарыда айтылған тригональды, тетрагональды, гексагональды сингониялар орташа категорияға кіреді.
- Ал, кубты сингонияны симметриялық қасиетіне байланысты, жоғарғы категория жүйелейді. Пішіні текше минералдар табиғатта көп тарағаң. Мысалы, гранаттар, пирит, галенит, галит.

Характеристика сингоний

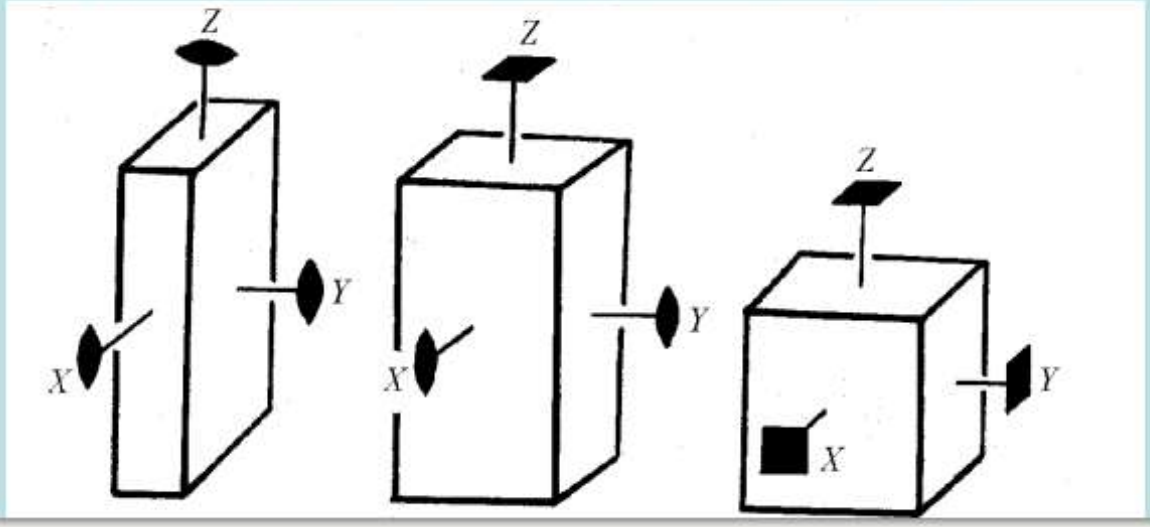
Категория	Сингония	Число единичных направлений	Характерные элементы симметрии
Низшая Несколько единичных направлений. Нет осей порядка выше 2	Триклинная	Все	$C_{(\overline{1})}$
	Моноклинная	Множество	$P(m)$ $L_2(2)$ L_2PC $(2/m)$
	Ромбическая	Три	$L_2 2P$ $(mm2)$ $3L_2(222)$ $3L_2 3PC(mmm)$
Средняя Одно единичное направление, совпадающее с единственной осью порядка выше 2	Тригональная	Одно	$L_3(3)$
	Тетрагональная	Одно	L_4 или $L_{\bar{4}}$ $(4,\bar{4})$
	Гексагональная	Одно	L_6 или $L_{\bar{6}}$ $(6,\bar{6})$
Высшая Нет единичных направлений. Присутствует несколько осей порядка выше 2	Кубическая	Нет	$4L_3$ (3 на втором месте в формуле)

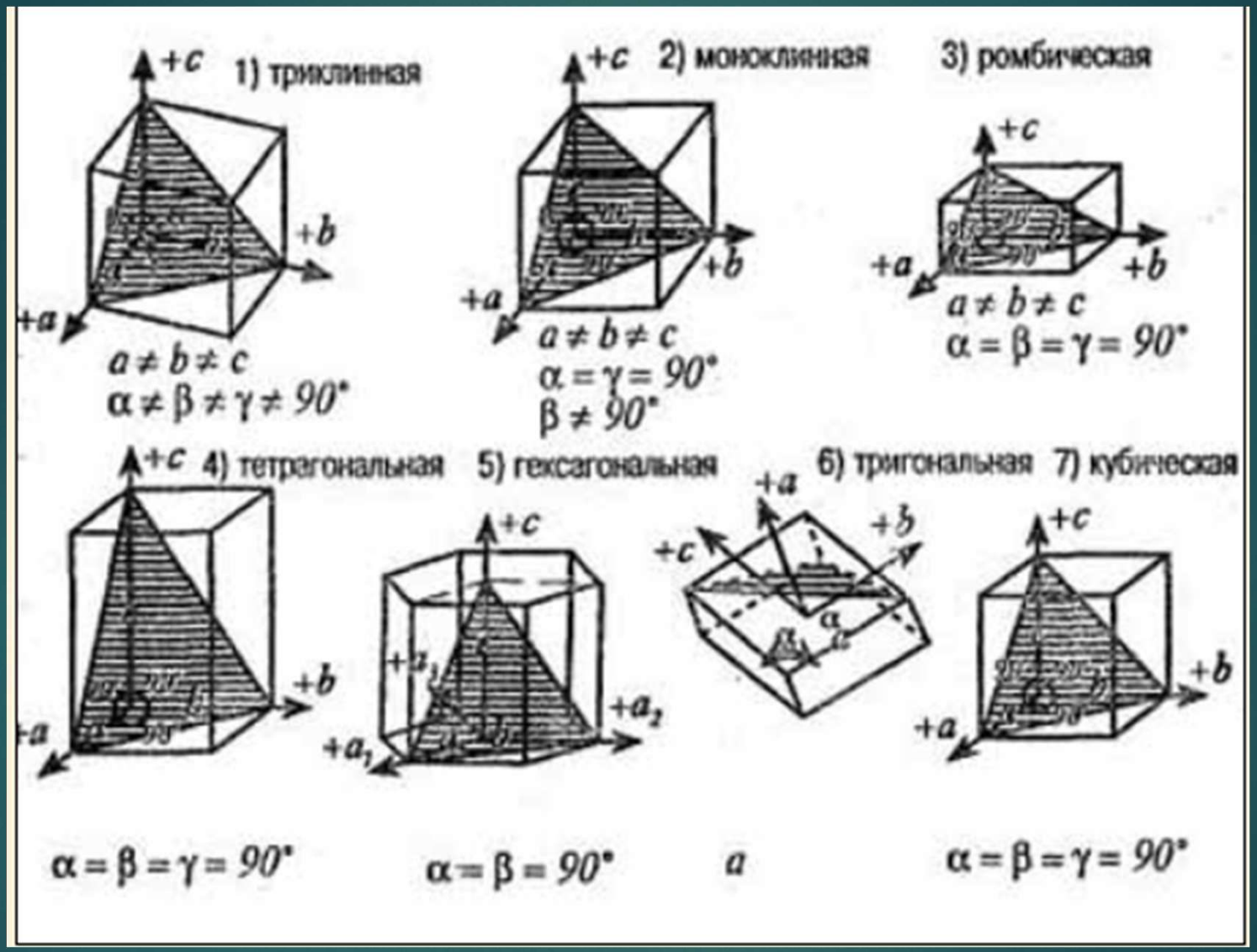
32 КЛАССА СИММЕТРИИ КРИСТАЛЛОВ



По степени эквивалентности координатных направлений (условно ***равенство единичных векторов – масштабов a, b, c*** – по соответствующим координатным осям X, Y, Z) все 32 класса симметрии можно разделить на три группы: **3 категории.**

$a \neq b \neq c$ $a = b \neq c$ $a = b = c$




+c
1) триклинная
+b
+a
a ≠ b ≠ c
α ≠ β ≠ γ ≠ 90°
+c
2) моноклинная
+b
+a
a ≠ b ≠ c
α = γ = 90°
β ≠ 90°
3) ромбическая
+c
+a
+b
a ≠ b ≠ c
α = β = γ = 90°
+c
4) тетрагональная
+b
+a
α = β = γ = 90°
5) гексагональная
+c
+a2
+a1
α = β = 90°
6) тригональная
+a
+b
+c
a
7) кубическая
+c
+b
+a
α = β = γ = 90°

Триклинная	1. Моноэдрический (педиальный) 2. Пинакоидальный	(L_1) C
Моноклинная	3. Сфеноидальный (диэдрический осевой) 4. Доматический (диэдрический безосный) 5. Призматический	L_{2P} P L_2PC
Ромбическая	6. Ромбо-тетраэдрический (ромбо-бисфеноидальный) 7. Ромбо-пирамидальный 8. Ромбо-бипирамидальный	$3L_2$ $L_{2P}2P$ $3L_23PC$
Тетрагональная	9. Тетрагонально-пирамидальный 10. Тетрагонально-бипирамидальный 11. Тетрагонально-трапецоэдрический 12. Дитетрагонально-пирамидальный 13. Дитетрагонально-бипирамидальный 14. Тетрагонально-тетраэдрический (тетрагонально-бисфеноидальный) 15. Тетрагонально-скаленоэдрический	L_{4P} L_4PC L_44L_2 $L_{4P}4P$ L_44L_25PC L_{4i} $L_{4i}2L_22p$
Тригональная	16. Тригонально-пирамидальный 17. Ромбоэдрический 18. Тригонально-трапецоэдрический 19. Дитригонально-пирамидальный 20. Дитригонально-скаленоэдрический	L_{3P} $L_3C=L_{3i}$ L_33L_2 $L_{3P}3P$ $L_33L_23PC=L_{3i}3L_23P$
Гексагональная	21. Гексагонально-пирамидальный 22. Гексагонально-бипирамидальный 23. Гексагонально-трапецоэдрический 24. Дигексагонально-пирамидальный 25. Дигексагонально-бипирамидальный 26. Тригонально-бипирамидальный* 27. Дитригонально-бипирамидальный*	L_{6P} L_6PC L_66L_2 $L_{6P}6P$ L_66L_27PC $L_3P=L_{3i}$ $L_33L_24P=L_{3i}3L_23P$
Кубическая	28. Тритетраэдрический (пентагон-тритетраэдрический) 29. Дидодекаэдрический 30. Триоктаэдрический (пентагон-триоктаэдрический) 31. Гексатетраэдрический 32. Гексохтаэдрический	$4L_{3P}3L_2$ $4L_33L_23PC$ $3L_44L_36L_2$ $3L_44L_{3P}6_P$ $3L_44L_36L_29PC$

Бақылау сұрақтары:

- Кристаллографиядағы категорияларды сипаттаңыз және жіктеңіз.
- Төменгі категорияға жататын сингонияларды сипаттаңыз.
- Орташа категорияға жататын сингонияларды талдаңыз.
- Жоғары категорияға жататын сингонияларды сипаттаңыз.
- Кристалл симметриясының 32 түрін сингониялар және категориялар бойынша жіктеңіз.

- **Әдебиеттер:**

1. Абдулкаримова Р.Г., Кудьярова Ж.Б. Кристаллохимия. - Алматы, 2015.

2. Егоров-Тисменко Ю.К. Кристаллография и кристаллохимия. – МГУ, 2010.

3. Современные методы кристаллохимического прогноза: учебно-методическое пособие / Н.Н Еремин., Е.И. Марченко, Т.А. Еремина. – М.: «КДУ», 2024. – 114 с.

4. Картонова, Л. В. Основы кристаллографии: учеб. Пособие Владим. гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых. –Владимир, 2015.