Дәріс - 7.
Қарапайым формалар мен комбинациялар ұғымы. Төменгі, орташа, жоғары категорияның қарапайым формалары

Дәріскер: х.ғ.к., доцент
Кудьярова Ж.Б.

- **Дәрістің мақсаты:** студенттерге кристалл құрылымының көптүрлілігін, қарапайым формалар мен комбинациялар ұғымын түсіндіру, төменгі, орташа, куб сингонияның қарапайым формаларын талдауды және комбинациялардан қарапайым формаларды анықтауды үйрету.
- Дәрісте кристалдардың қарапайым формалары мен комбинациялары, төменгі, орташа, куб сингонияның қарапайым формалары қарастырылады.

Қарапайым форма деп, симметрия әрекетіне байланысты уйлескен көп қырлы кристалды фигура жақтарының бір түрлі формаларын айтады. Бір қарапайым формаға жататын жақтар бір - біріне тең, пішіні ұқсас, физикалық және химиялық қасиеттері бірдей болу керек. Жеке алынған жақты симметрия әрекеті арқылы көбейтіп, өзіне ұксас бірнеше жақтар табуға болады. Олар бір қарапайым формаға жатады. Арнайы алынған кристалл жағы симметрия осіне, не симметрия жазықтығына параллельді, не перпендикулярлы яғни оларды тең бұрышпен көлбеу киып өтуі мүмкін.

Бірнеше қарапайым формалар үйлесіп комбинация құрайды. Көп қырлы кристалл фигуралардың жағы біркалыпты болуы мүмкін. Мысалы, текше, бәрімізге мәлім, куб пішінді фигура алты квадратты жақтардан тұрады. Тетраэдр деген төрт жақты фигураны алсақ, әрбір жағы бірқалыпты өзара тең ұшбұрыштан тұрады. Біртектес, бір пішінді жақтар симметрия әрекеті арқылы кеңістікті толтырса, оларды жабық қарапайым формалар дейді. Көп қырлы кристалды қалыптастыру үшін симметрияға **с**ай басқа формаларды қолдану керек. Бұл жағдайда кристалды фигура бірнеше қарапайым формалардан тұрып **комбинация** түзеді.

- Кристалды заттардың формаларын **дұрыс табу үшін** стереографиялық проекциялар қолдану керек. Алдымен кристалды кеңістікте симметриясына сай дұрыс орналастыру керек. Орналастыру дегеніміз кристалдардың симметриялық осьтерін, не симметриялық жазықтықтарын, не жазықтықтарға перпендикулярлы бағыттарды, тіпті олар болмаса кристалдардың қырларын кеңістіктегі координатты осьтермен сәйкестендіру.

моно – 1; ди – 2; три – 3; **тетра** – 4;
пента – 5; гекса – 6; окта – 8,
дека -10,
додека – 12;
эдра – грань; гон – угол; пинакс – пластина;
скалена – косой; морфо – форма

Төменгі категорияға жататын карапайым формалары

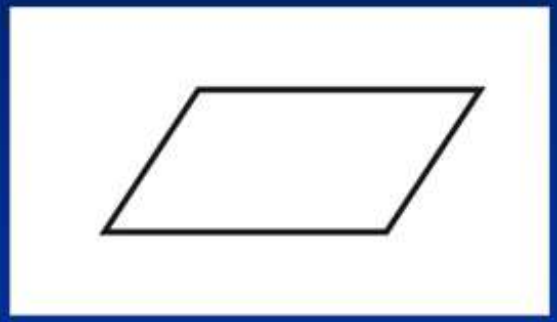
- **Триклинді сингония**
- Бұл сингонияда бірінші ретті осьті санамағанда инверсия центрінен басқа симметриялық элементтер жоқ. Сондықтан координатты осьтермен кристалдардың түйіскен үш қырын үйлестіреді. Стереографиялық проекцияға кристалл қырларын, не оларға параллельді бағыттарын белгілеп қарапайым формаларына жататын жақтарын түсіреді. Триклинді сингонияға екі қарапайым формалар жатады. Олар моноэдр мен пинакоид. **Моноэдр** деп бір ғана жақтан тұратын ерекше қарапайым форманы айтады. Бір кристалда бірнеше сыңар жақтар кездесуі **мүмкін,** сондықтан ондай кристалды моноэдрлардан тұрады **дейміз.**
- **Өзара тең және параллельді орналасқан екі жақты пинакоид** деп **атаймыз**

- **Моноклинді сингония**
- Моноклинді сингонияға жалғыз жазықтық L_2 ретті осьне олардың қосындысы, сонымен, үш симметриялық түрлері жатады. Стереографиялық проекцияларда жазыктыққа түсірген перпендикуляр және екінші ретті ось координатты У- бағытымен жүреді. Нақты моноклинді сингонияға жататын қарапайым формалар диэдр мен ромбалы призма. Бұл екі қарапайым формаларға қосымша моноэдр мен пинакоид кіреді. Сондықтан моноклинді сингонияға төрт қарапайым формаларды қолдануға болады.

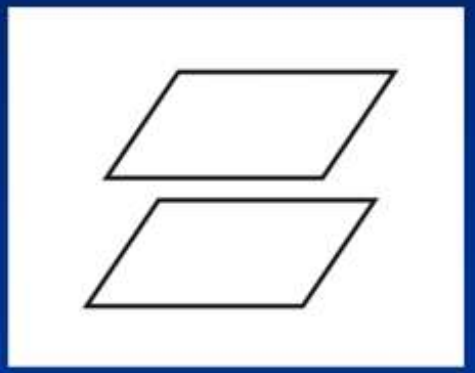
Ромбалы сингония

- Ромбалы сингонияда кездесетін үш симметриялық түрлер бар, демек: $3L_2$, $L_2 2P$, $3L_2 3PC$. Үш координаталы остерді ромбалы сингонияда - симметрия түріне сәйкес - үш екінші ретті симметриялық осьтермен үйлестіреміз. Планальды түрде екінші ретті осьті вертикальды ось бойымен, ал екі жазықтыққа түскен перпендикулярларды Х және У бойымен беттестіреміз.
- Ромбалы сингонияда қарапайым формалардан ромбалы тетраэдр, ромбалы пирамида, ромбалы дипирамида кездеседі. Бұл формаларға қосымша моноэдр, пинакоид, диэдр және ромбалы призма кіреді.
- Сонымен, төменгі сингонияға жататын қарапайым формалардың жоғары сингонияға ауысуы заңды болып, керісінше, жоғары сингонияның формаларының дәрежесі төмен сингонияда кездеспейді.

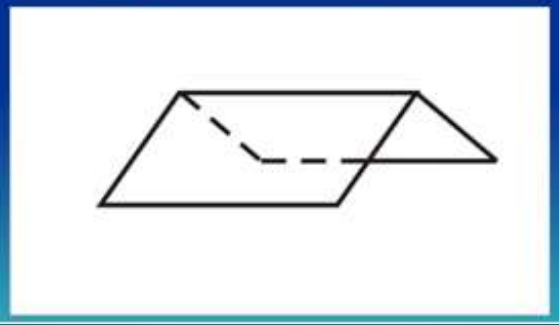
Моноэдр
простая форма из одной грани



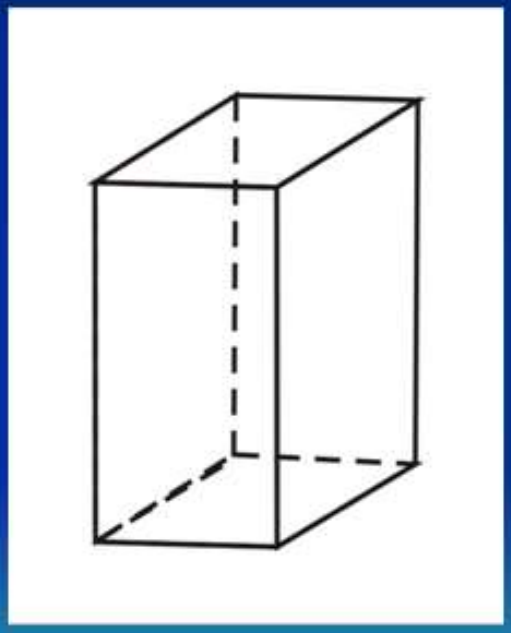
Пинакоид
две параллельные грани



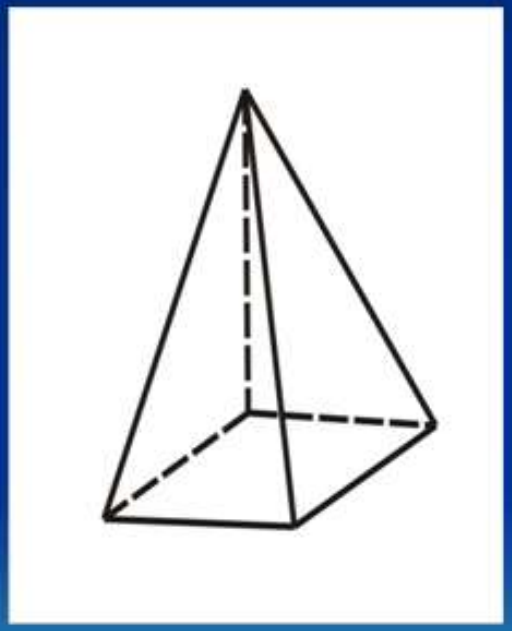
Диэдр
две пересекающиеся грани



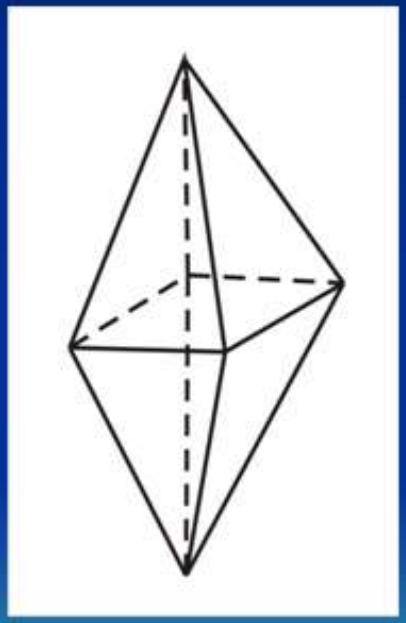
Ромбическая призма
фигура из 4 пересекающихся граней, каждая из которых параллельна противоположной



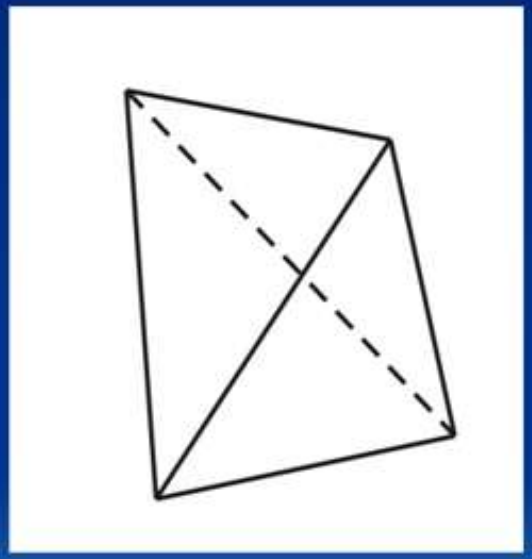
Ромбическая пирамида
фигура из 4 треугольных граней, пересекающихся в одной вершине



Ромбическая дипирамида
фигура из 8 пересекающихся граней, напоминающая 2 пирамиды, приставленные друг к другу основаниями



Ромбический тетраэдр
фигура из 4 пересекающихся граней, каждая из которых имеет вид неправильного треугольника

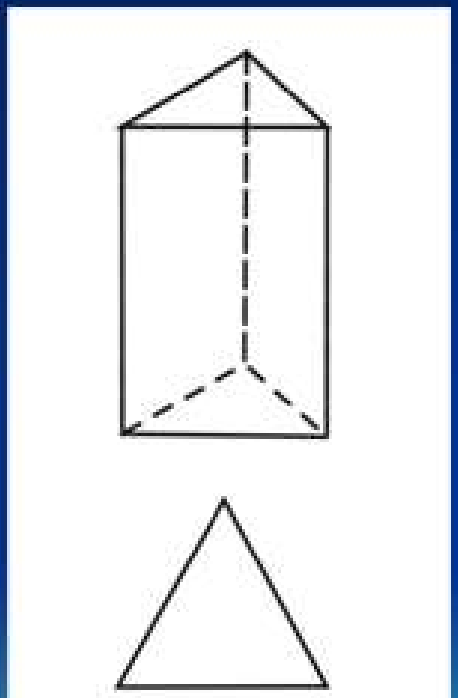


Орташа категорияның қарапайым формалары

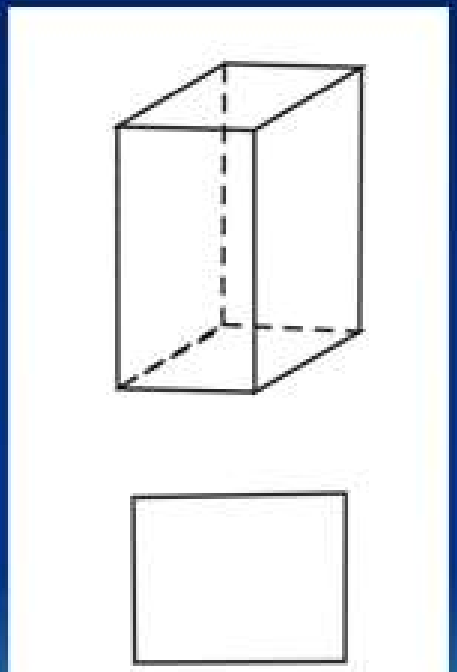
- Орта категорияға ***тригональды, тетрагональды, гексагональды*** симметриялық түрлерікіреді. Вертикальды координатты ось үшінші, төртінші, алтыншы симметриялық осьтермен үйлеседі. Ал, горизонтальды координатты осьтер кристалдың көлденең жүретін екінші ретті осьтер, не симметриялық жазықтықтарға түсірген перпендикуляр, не кристалдардың; қырларына параллельдіөтетін сызықтармен беттеседі.
- Тригональды және гексагональды сингониялардың ерекшелігі симметрия қасиетіне байланысты. Үшбұрышты, не алтыбұрышты көп қырлы фигураны кеңістікке орналастыру үшін төрт осьті координат жүйесін пайдалану керек. Ең бірінші бұл тұжырымға келген 1951 ж. француз ғалымы О. Бравэ.
- Орташа категорияға жататын қарапайым формаларды жүйелесек, барлық сингонилардың түрінде кездесетін призма, пирамида, дипирамида және трапецоэдр формаларын байқаймыз (3-кесте). Төменгі категориядан тек екі қарапайым формалар ауысады, олар- моноэдр және пинакоид.

Призмы I серии

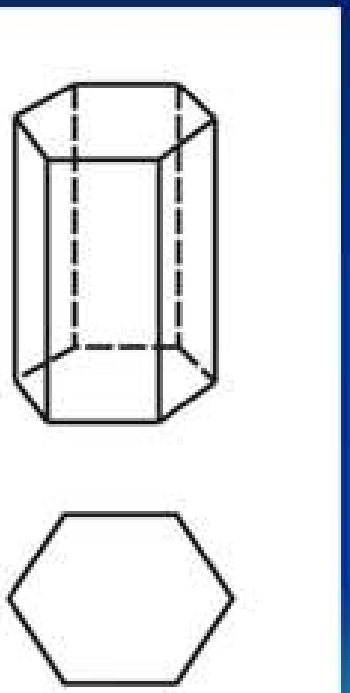
Тригональная



Тетрагональная

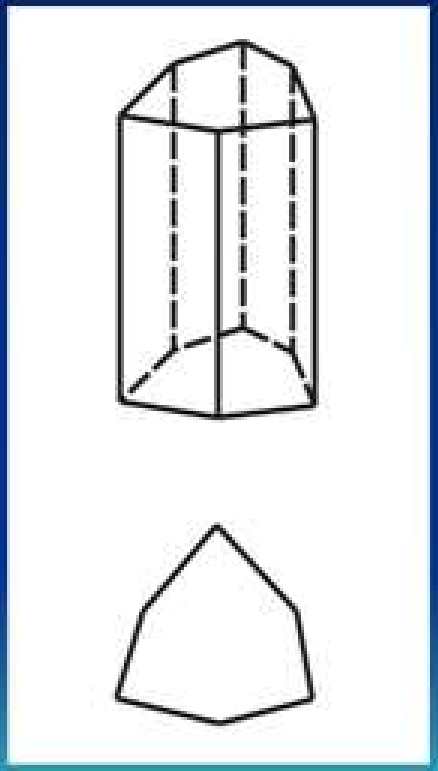


Гексагональная

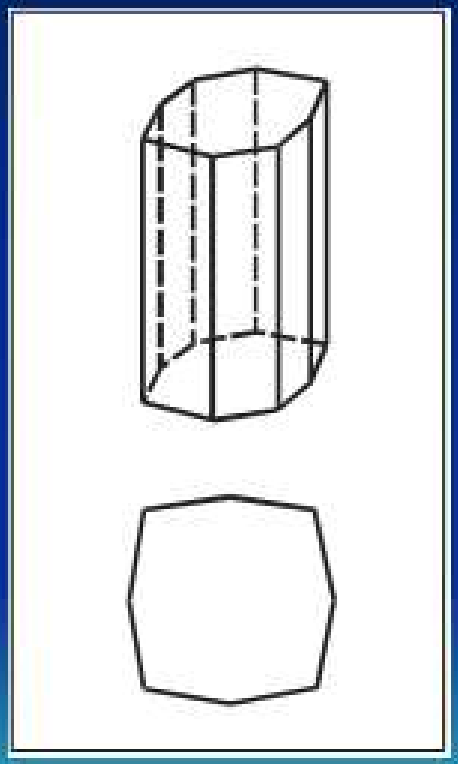


Призмы II серии

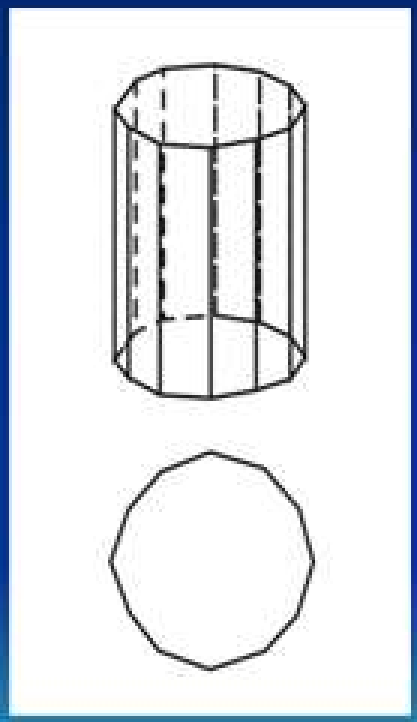
Дитригональная



Дитетрагональная

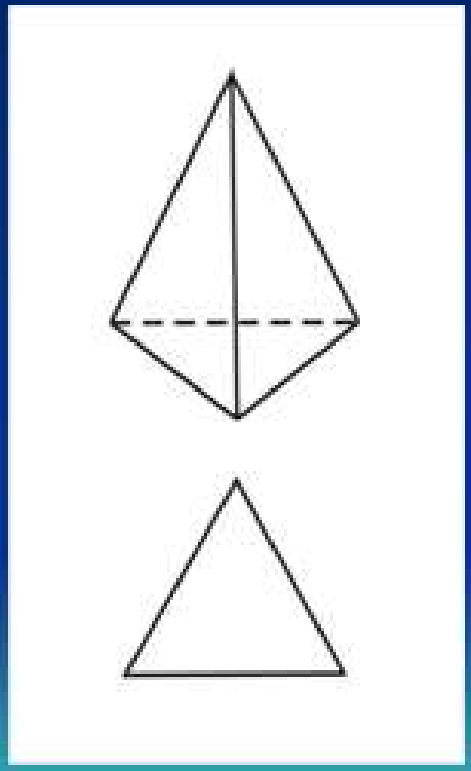


Дигексагональная

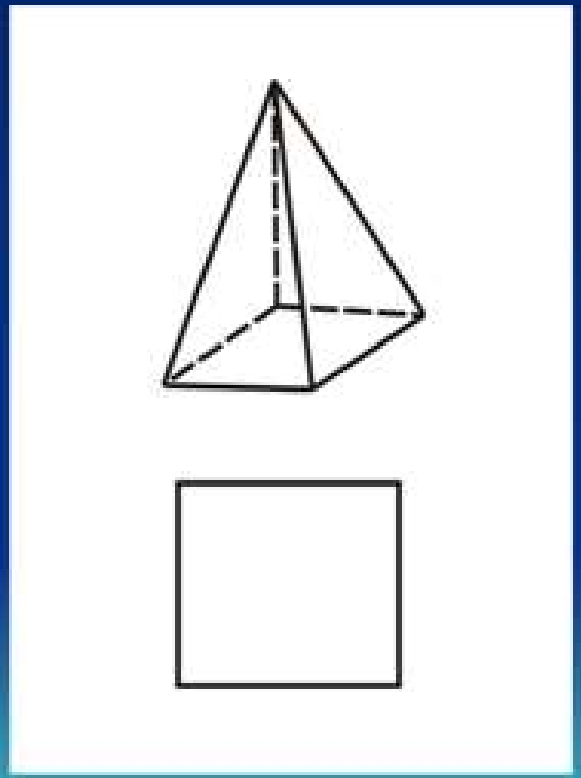


Пирамиды I серии

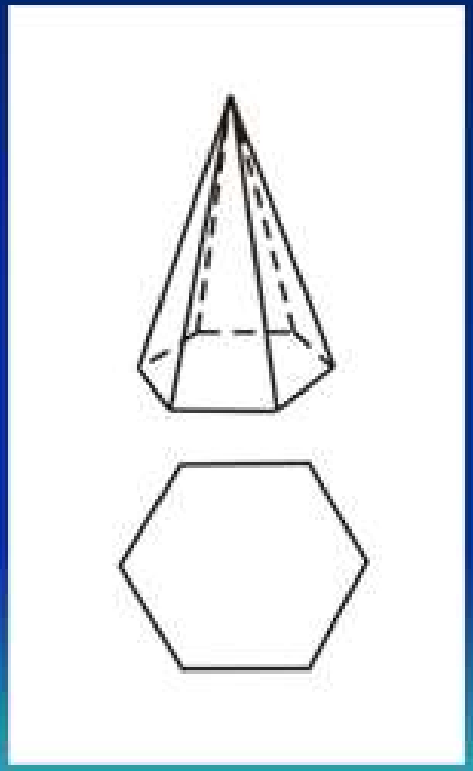
Тригональная



Тетрагональная

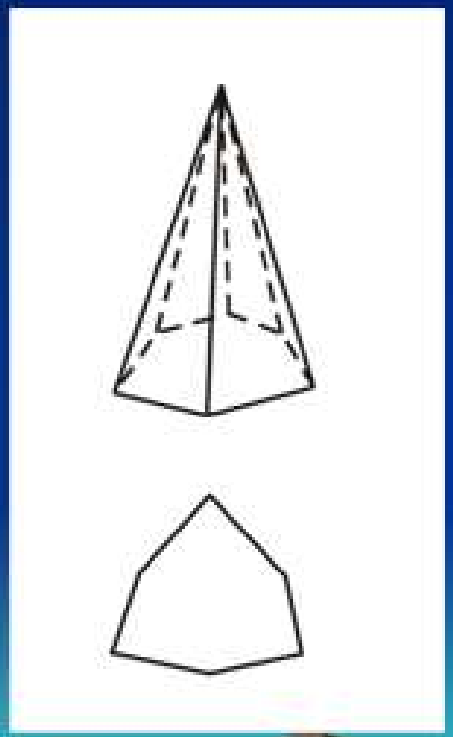


Гексагональная

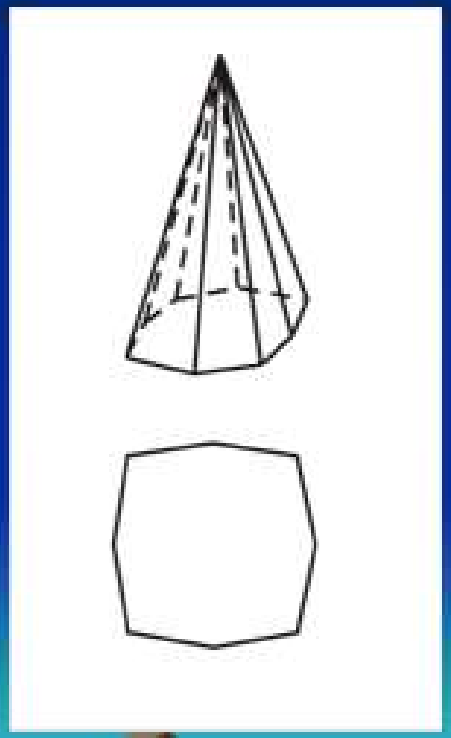


Пирамиды II серии

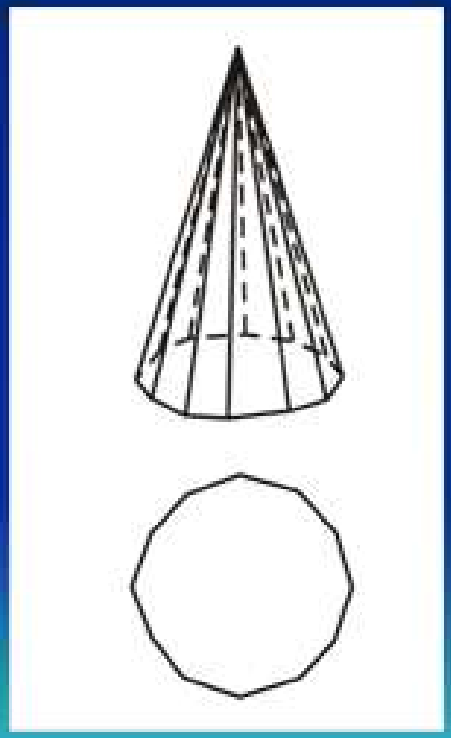
Дитригональная



Дитетрагональная

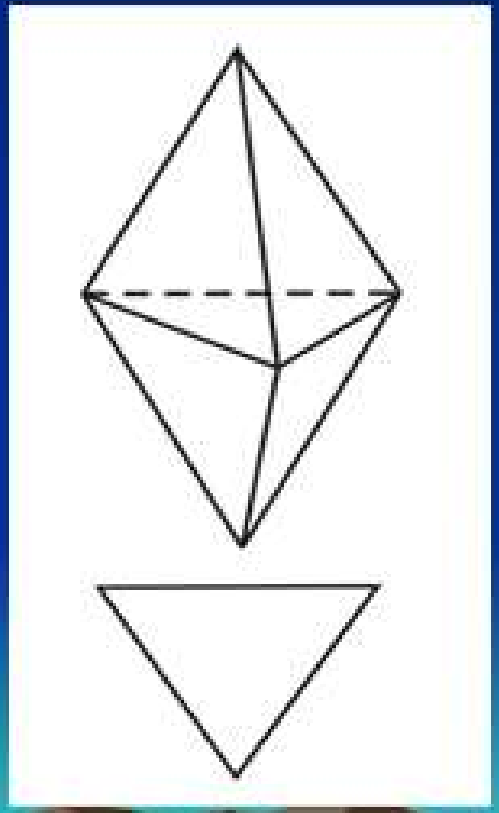


Дигексагональная

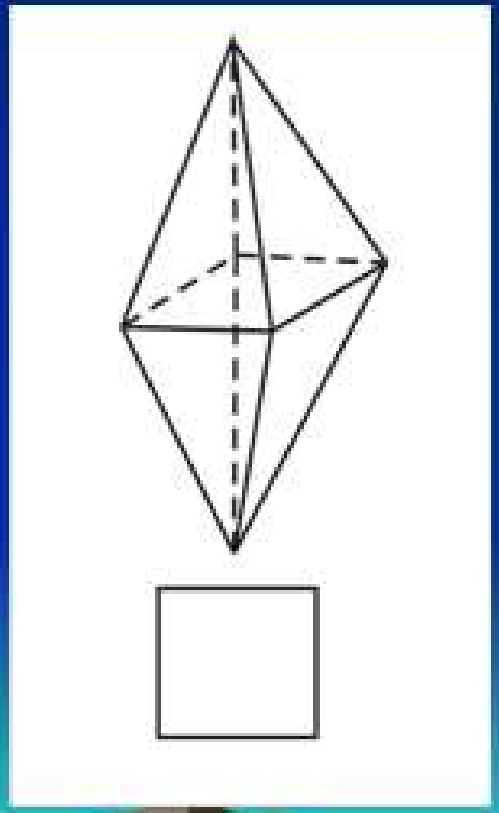


Дипирамиды (I серия)

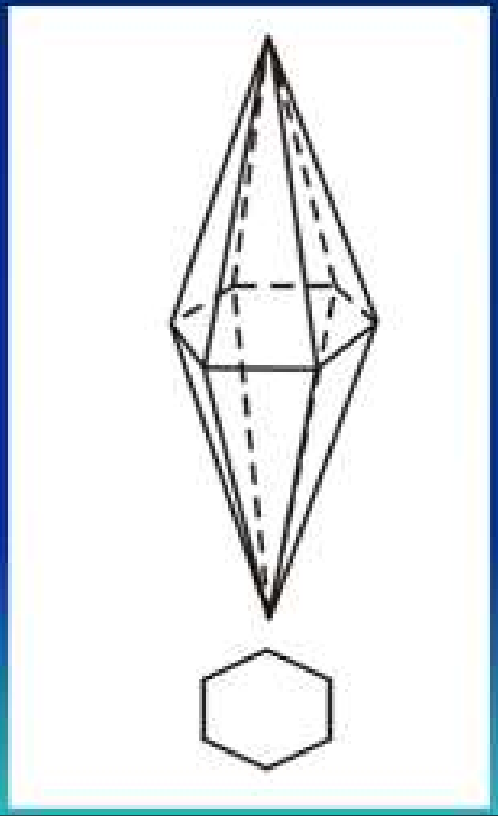
Тригональная



Тетрагональная

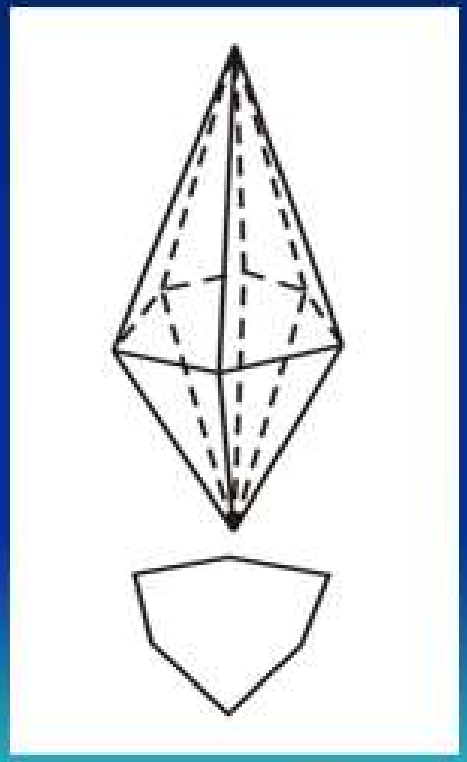


Гексагональная

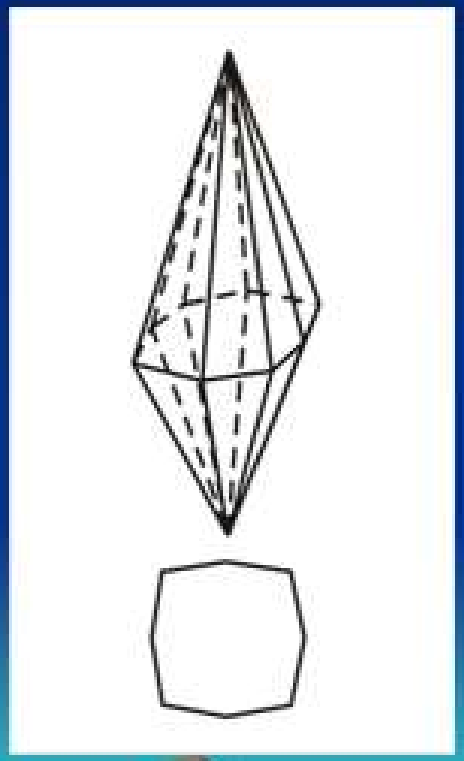


Дипирамиды (II серия)

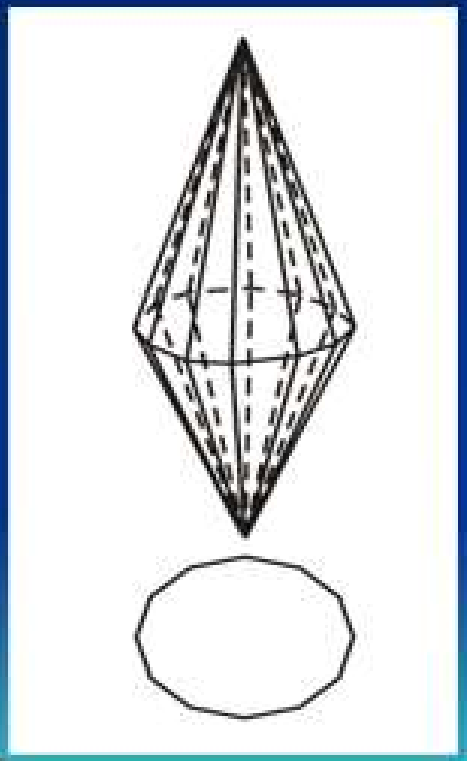
Дитригональная



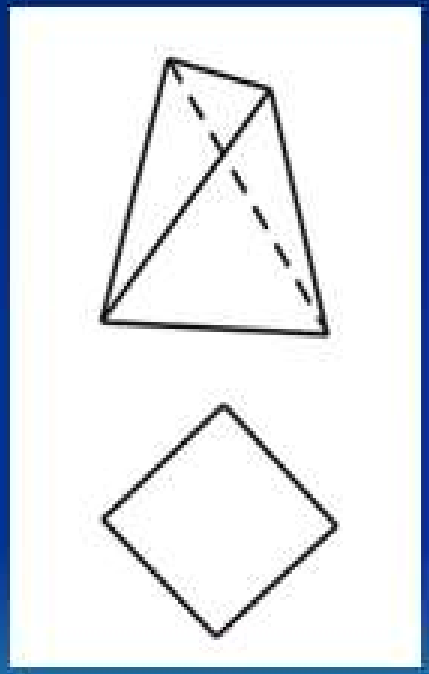
Дитетрагональная



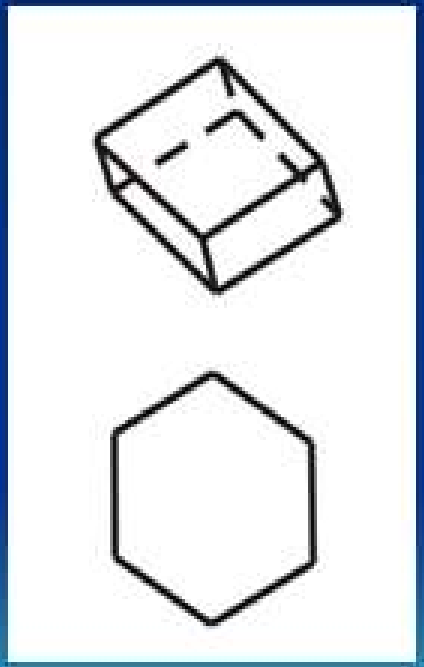
Дигексагональная

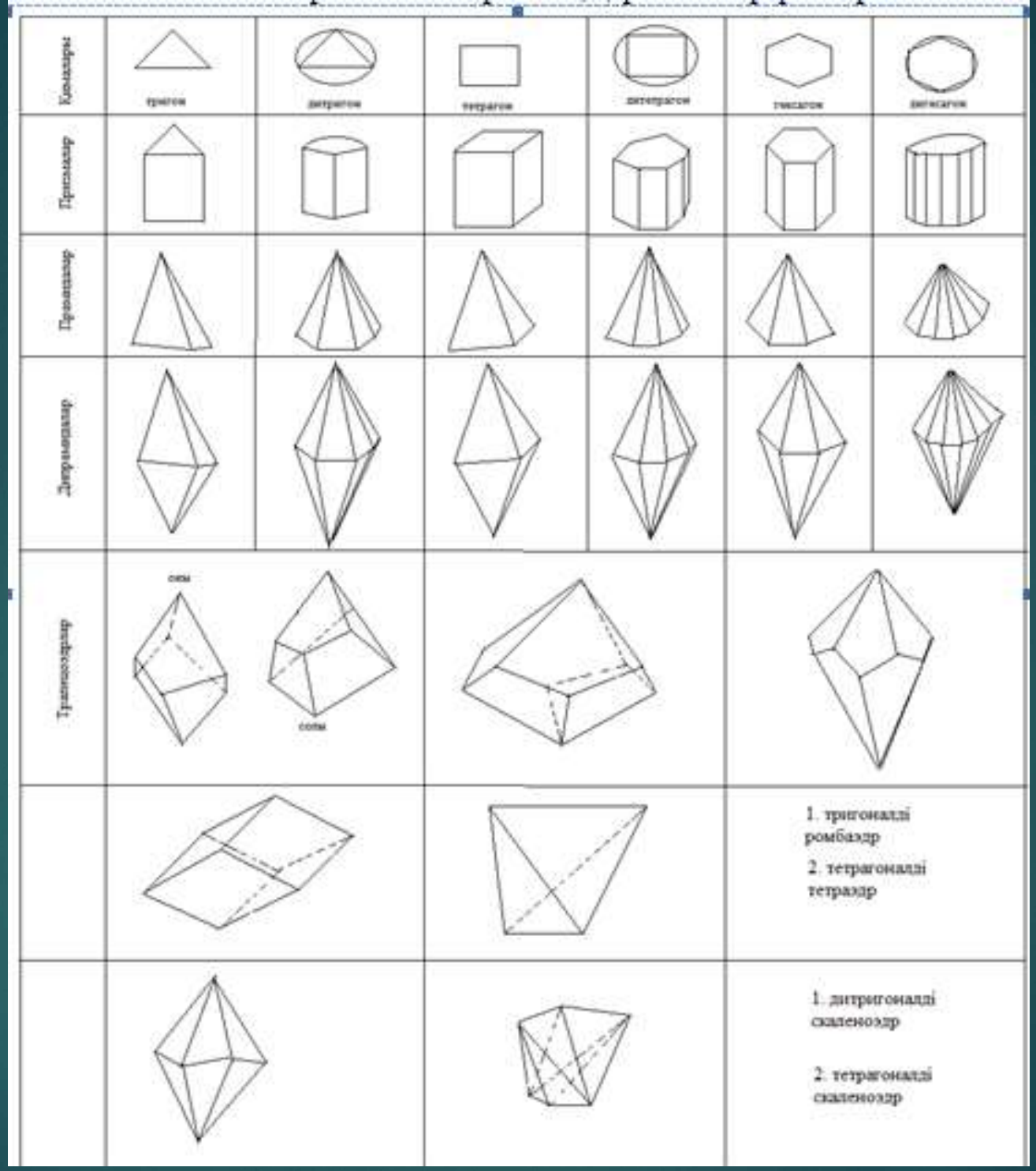


Тетраэдр - фигура из 4 пересекающихся граней, имеющих форму равнобедренных треугольников



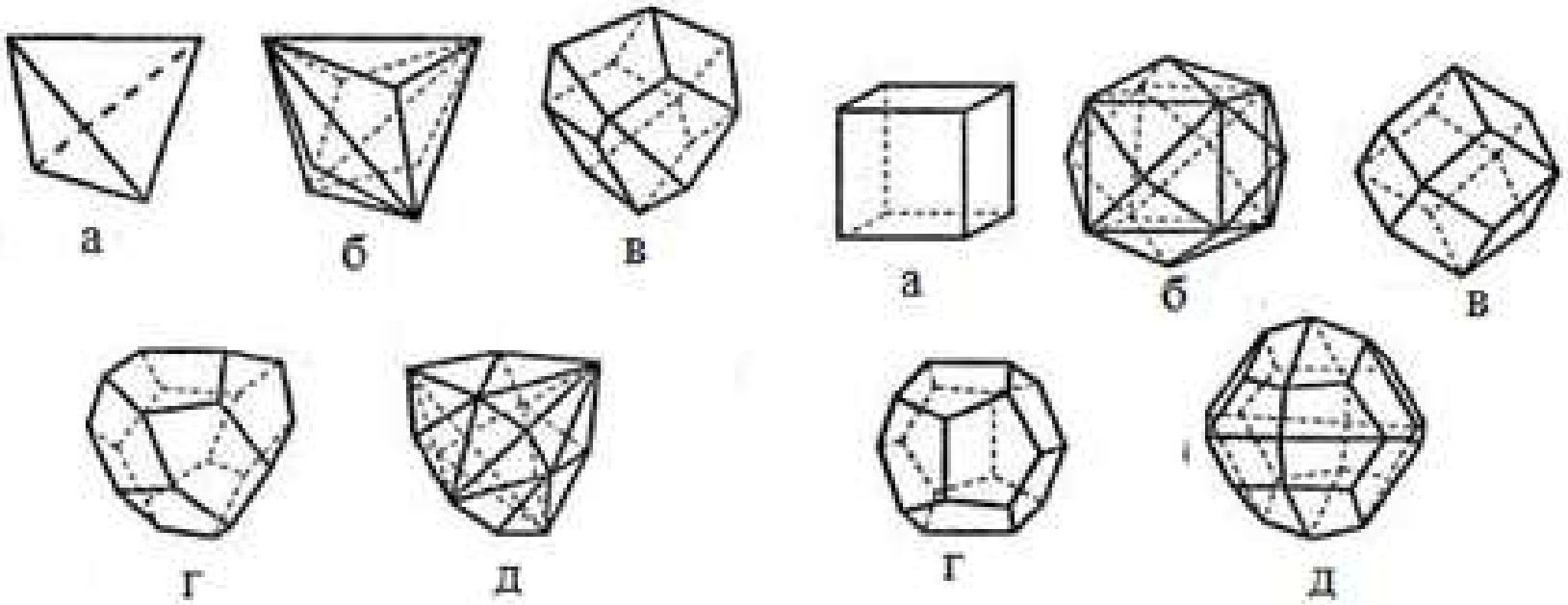
Ромбоэдр - фигура из 6 пересекающихся граней, в первом приближении представляющая собой куб, вытянутый или сплющенный вдоль одной из диагоналей




Көпбұрыш
Призма
Пирамида
Дипирамида
Тетраэдроид
сим
сим
1. тригоналді ромбаэдр
2. тетрагоналді тетраэдр
1. дитригоналді скаленоэдр
2. тетрагоналді скаленоэдр

Жоғары категорияның қарапайым формалары

- Тік бұрышты координатты осьтерге сәйкестенген кубты сингонияларда $3L_4$, $3L_{i4}$не $3L_2$симметриялық осьтер бар. Кубты сингонияның тағы бір ерекшелігіне жеке бағыттарының мүлдем болмауы жатады.
- Осы симметриялық қасиетіне байланысты жоғары сингонияларда тетраэдрдан баска ешқандай форма кубты сингонияға ауыспайды. Бұл сингонияда негізгі қарапайым формалар тетраэдр, гексаэдр және октаэдр болып табылады. Тетраэдр төрт теңбүйірлі үшкілден құралған жабық фигура (16-сурет). Гексаэдр деп, алты квадраттан түзілген текше пішінді фигураны айтамыз. Октаэдр сегіз тең бұрышты жақтан тұратын жабық фигура болады (16-сурет). Осы үш негізгі фигураларға тәуелді үш күрделенген топша туындыларын шығаруға болады. Ол үшін күрделі формалардың:
- Кішкене жағының бұрыш санын анықтау керек. Мысалы, тригон, тетрагон, пентагон.
- Басты фигураның бір жағына конған кішкене жактың санын табу керек. Мысалы, тригон-три..., тетрагон-три..., пентагон-три... .
- Кубты сингонияға жататын негізгі қарапайым форманы тауып, күрделшген қарапайым форманы толық түрде шығару керек. Мысалы, тригон-тритетрэдр, тетрагон-триоктаэдр.
- Кубты сингонияға 16 қарапайым форма кіреді. Туынды формалардың көбі жоғарыда айтылған әдіс арқылы табылады. Ал, ромбододекаэдр, пентагон- додекаэдр 12 ромбалы немесе 12 бесбұрышты тең бір формалы жақтардан құралған фигуралар.
- Сонымен, 47 форманың 7-уі төменгі категорияға, 25 орта және 15 жоғары категорияға жатады.



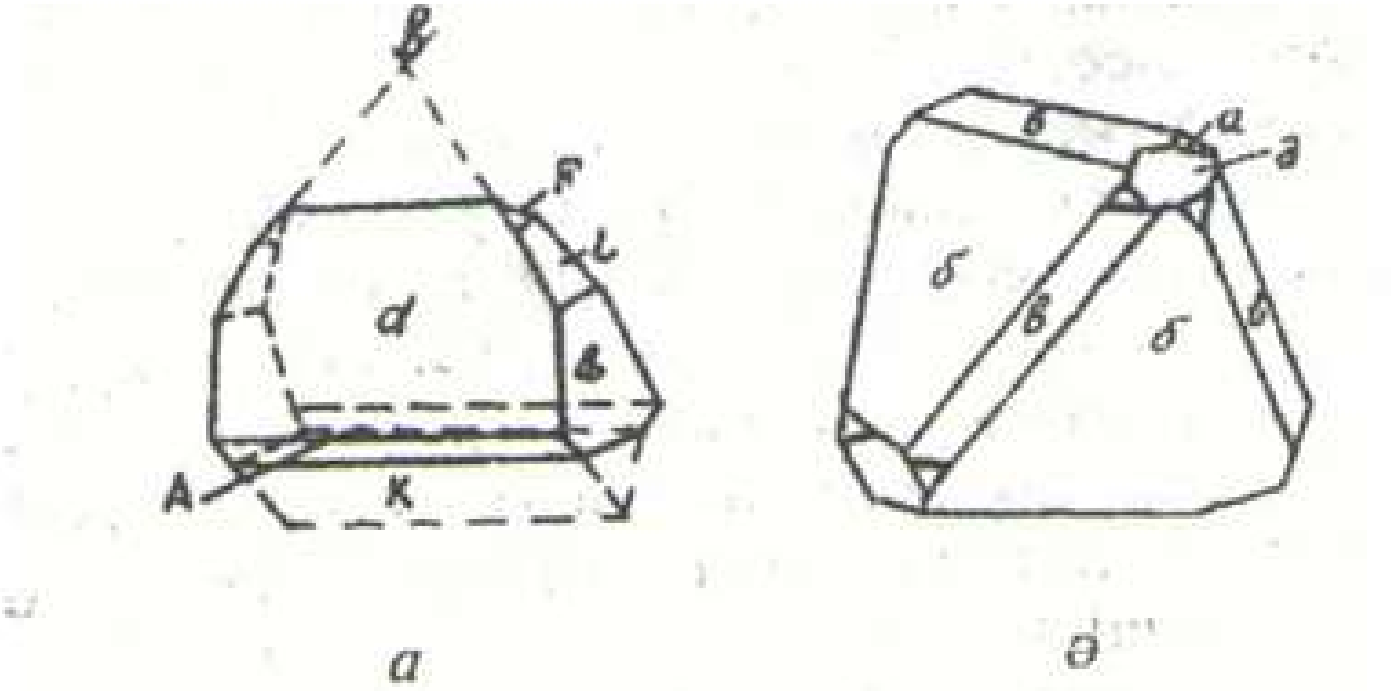
Сурет 16 - Кубы сингонияларын қарапайым формалары

а - тетраэдр, б- тригон-тетраэдр, в - тстрагон-тритетраэдр, г - Пентагон-тритстраэдр. д — гексатетраэдр

а — гексаэдр, б — тригон-триоктаэдр, в — тетрагон-триоктаэдр, г Пентагон-триоктаэдр, д - гексаоктаэдр

Қарапайым формалардың комбинациялары

- Бірнеше қарапайым формаларға жататын жақтар өзара үйлесіп комбинация түрінде көп қырлы кристалл фигурасын түзеді.
- Комбинацияға кіретін қарапайым формаларды дұрыс анықтау үшін:
- Алдымен симметрия түрін табу керек;
- Карапайым формалардың санын анықтау керек. Ол үшінкомбинацияға неше түрлі жақтар кіретінің айыра білу керек;
- Комбинацияғакіретін барлық қарапайым формаларды симметрия түріне байналысты дұрыс атап, олардың дұрыс санын шығару керек.
- Әдетте қарапайым формаларды анықтау ушін комбинацияға ***кіретін жақтарды*** ойша түйіскен күйге дейін жалғастырады (17-сурет***). Мысалы,*** симметриясы $L_2 2P$ фигурада алты түрлі жақтар бар. Сондықтан комбинацияда алты түрлі қарапайым формалар болуы тиіс, демек: d, E, F, K, L диэдрлер, A - моноэдр.
- Кубты сингониялы комбинацияларды қарағанда, оларды құрайтын бірдей жақтарының санын анықтаймыз. Мысалы, комбинацияға кіретіналты жазық***бі***р түрлі, өзара тең жақтары гексаэдрға жатады.
- Орташа категорияға кіретін дипирамиданы, ромбоэдрды, және трапецоэдрды комбинацияда оңай табу үшін арнайы ***б***ір тәсілқолданады. Екі қарама-қарсы көлбеу жатқан жақты ойша жалғастырып ***бір-біріне*** қарсы жүргізсек:
- 1) Тікелей ***бір-біріне ті***релсе дипирамида болады. Түйіскен орны - түзу сызық;
- 2) Бір жақ дәл екіқарсы жақтың ортасында орналасса ромбоэдр болады;
- 3) Қарама-қарсы жақтар белгілі бұрышқа жылжып орналасса және жақтары төртбұрышты фигурадан түзілсе, ей қарсы дипирамиданың косылған орны сынық сызық болса, ол фигура трапецоэдр болғаны.
-

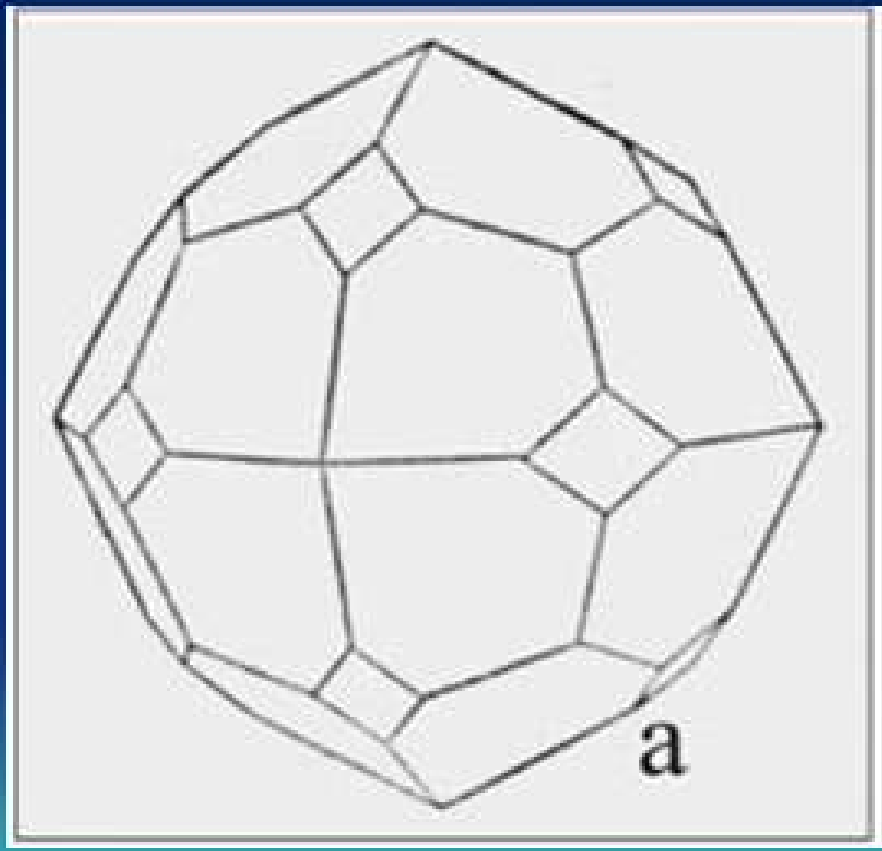


Сурет 17 – Комбинацияда кездесетін карапайым формаларды анықтау

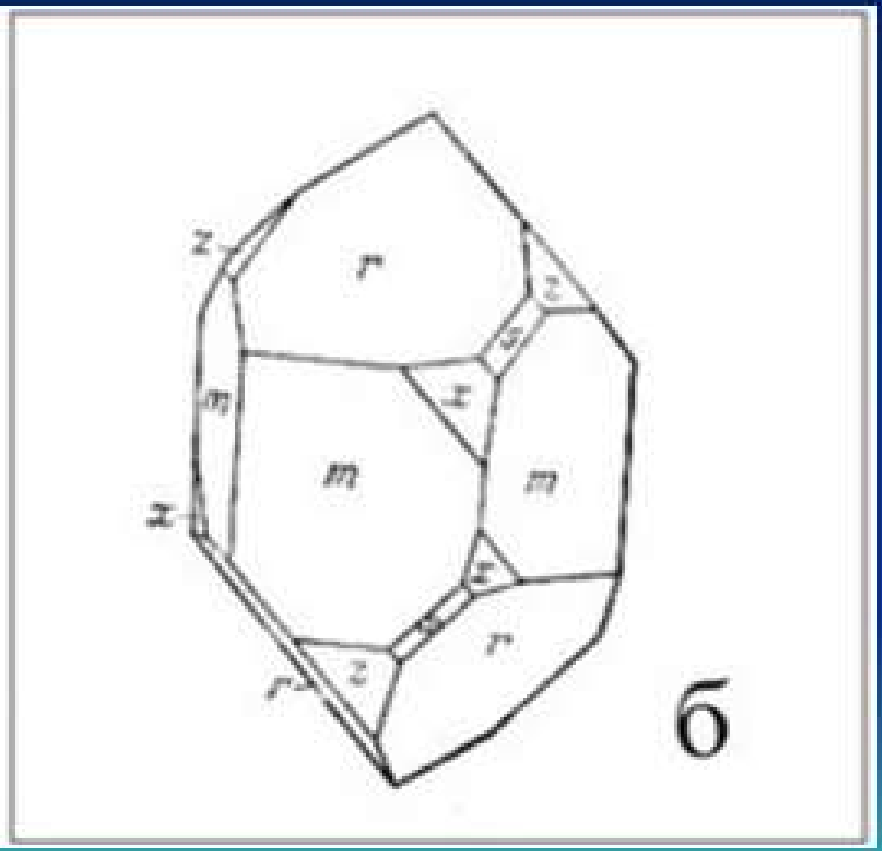
Бір кристалда комбинацияда кездескен алты түрлі карапайым формалар /а; а — тетрагон-тритетраэдр, ә, б — тетраэдрлар және в — гексаэдр комбинациясы /ә

Комбинации простых форм

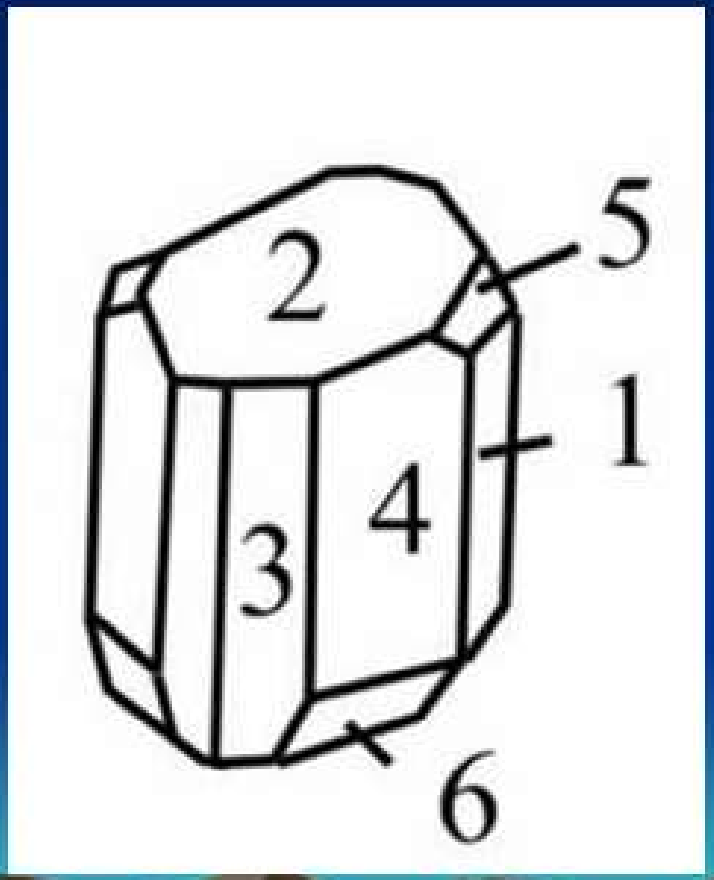
Граната (а)



Кварца (б)



Комбинации простых форм



В кристалле реальгара 6 простых форм:

- Грани 1, 2 - пинакоиды открытые
- грани 3, 4, 5, 6 - призмы, открытые

Бақылау сұрақтары:

- Кристалдардың жай және күрделі формаларын сипаттаңыз.
- Төменгі категорияның қарапайым формаларын атаңыз.
- Орташа категорияның қарапайым формаларын сипаттаңыз.
- Жоғары категорияның қарапайым формаларын сипаттаңыз.
- Қарапайым формаларды категориялар мен сингониялар бойынша жіктеңіз.
- Қарапайым формалардың бір-бірімен комбинациялануын түсіндіріңіз.

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.