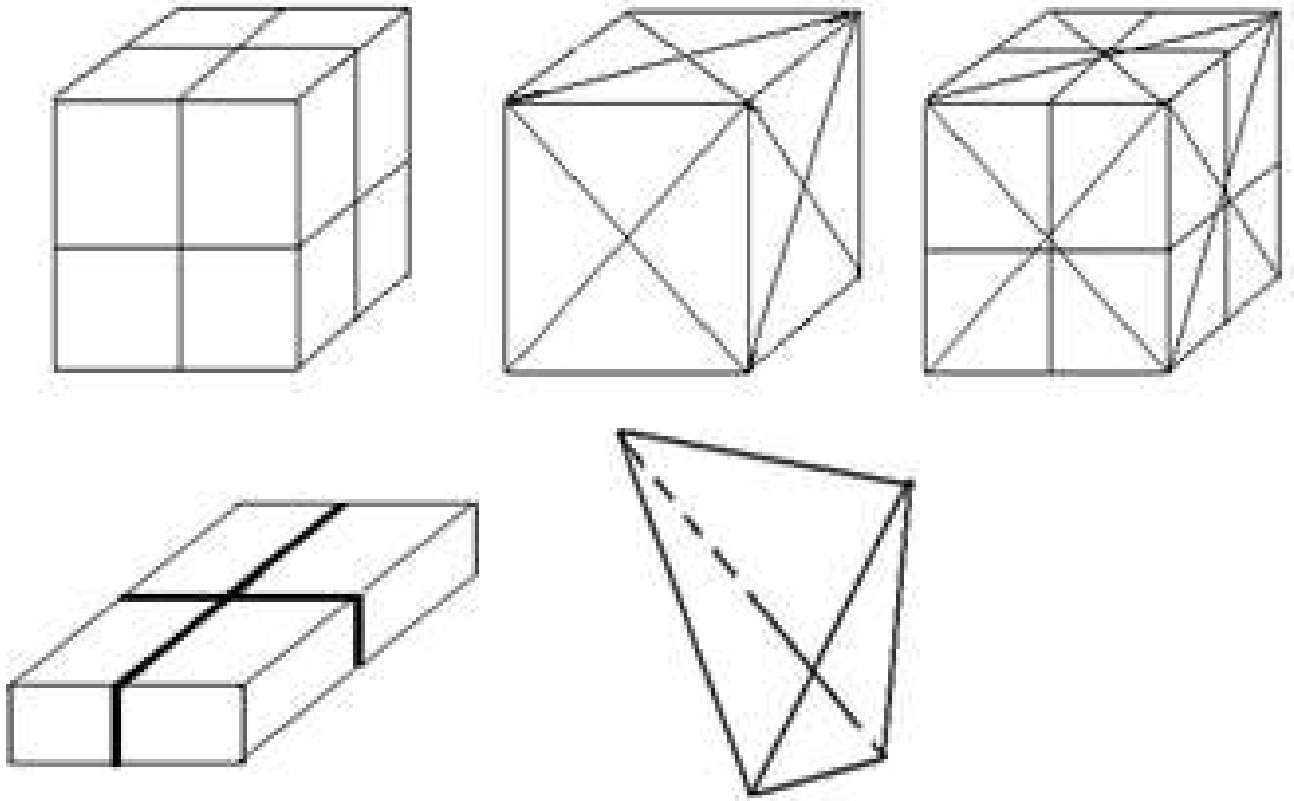
Дәріс 3. Кристалдардың симметрия элементтері: инверсия орталығы, симметрия осі, симметрия жазықтығы, олардың белгіленуі және аналитикалық көрінісі.

Дәріскер: х.ғ.к., доцент

Кудьярова Ж.Б.

- Көп қырлы кристалл затының бірқалыпты қайталайтын касиеті симметрия қасиеті болып табылады. Көлемі бірдей, пішіні ұксас кристалдық заттарының бөліктері шағылдыру, айналдыру, ауысу әрекеттері аркылы кайталанады. Фигураны өз қалпына келтіретін әрекеттерді симметриялық операция деп атайды. Ол операциялар ойша жүргізілген жазықтық, түзу сызық, арнайы алынған нүкте арқылы орындалады, яғни симметриялық элементтер арқылы кристалдық заттарының симметриялық қасиеттері табылады. Симметриялық элементтерге жазықтықтар (координатты және диагональді), симметриялық осьтер және инверсиялық (симметриялық) орта (центр) жатады.

- **Симметрия жазықтығы (Р)** деп көп қырлы кристалдың (фигураны) айна тәрізді екі тең бөлікке бөлетін жазықтықты атайды. Мысалы, куб пішіндес фигурадан тоғыз симметриялық жазықтық өтеді, оның ішінде үш координатты және алты диагоналді жазыктықтар бар. Сіріңке корабынан (параллелепипед) үш координатты жазықтықтар өтеді (9-сурет). Кейбір фигурада симметрия жазықтықтары мүлдем кездеспейді. Мысалы, ромбалы тетраэдрда жақтары әр қырлы үш үшкілден тұрады. Мұндай фигурада симметриялық жазықтықтар болмайды. Көп қырлы кристалды фигуралардың симметриялық жазықтықтары жақ ортасынан не болмаса қыр бойымен, не төбелер арқылы өтуі мүмкін.



Сурет 9 - Симметриялық жазықтықтар

- **Симметрия осі -** (L_n). Ойша жүргізілген сызықтың төңірегінде белгілі бір бұрышқа фигураны айналдырғанда, фигура өз орнына тең бөліктер арқылы қайталанып келсе, сол сызық симметрия осі болып саналады. Фигураның ең кіші бұру бұрышының мәні остің элементарлы бұру бұрышы болып табылады. Осы бұрышқа фигураны айналдырғанда, ол өзінің алғашқы орнын алады да, тек оның біркелкілік бөліктері орнын алмастырады. Фигураны симметрияық ось төңірегінде толық 360°-қа айналдырғанда оның бірдей бөліктері бірнеше рет қайталанса, сол осьтің реті n- бүтін сан болады:

$$n = 360°/\alpha.$$

n =1, α=360°;

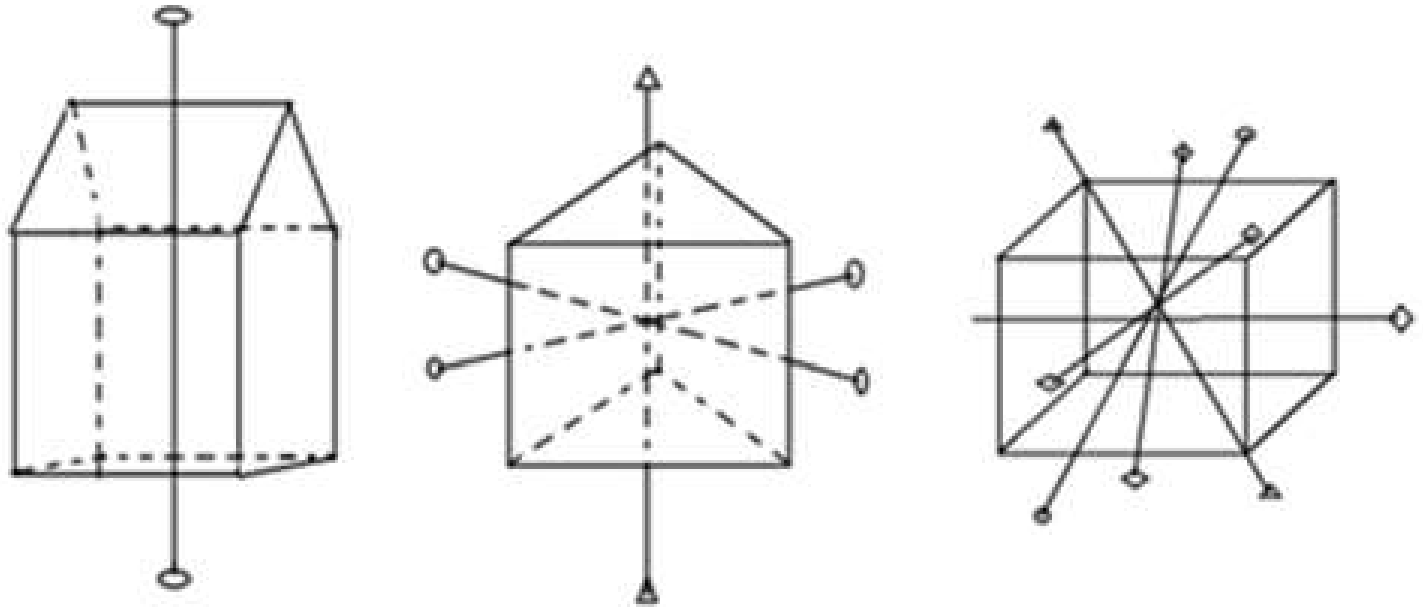
n =2, α=180°;

n =3, α=120°;

n =4, α=90°;

n =6, n =60°.

- Кристалдық заттардың симметрия элементгерінде тек қана бірінші (L_1), екінші (L_2), үшінші (L_3), төртінші (L_4) және (L_6) ретті остері кездеседі, бесінші ретті және n алтыдан жоғары болмайды. Мысал ретінде жоғарыда келтірілген куб фигурасында үш түрлі бұру симметриялық осьтері кездеседі, олар - төртінші ретті үш симметриялық осьтер, үшінші ретті төрт симметриялық осьтер және екінші ретті алты симметриялық осьтер (10-сурет). Сонымен $3L_4 4L_3 6L_2$ деп осьтер саны белгіленеді. Осьтердің санын тез табу үшін олардың бағытын анықтап алу керек. Мәселен L_4- тертінші ретті осьтер кубтағы қарама-қарсы жақтарының ортасынан өтеді. Ал куб жақтарының сандары алты, сондықтан төртінші ретті осьтердің саны үш болады. Үшінші ретті төрт осьтер кубтың қарсы төбелерінен өтеді (10-сурет). Ал бір-біріне екі-екіден қарама-қарсы жатқан 12 қырдың ортасынан екінші ретті 6 осьтер өтеді. Сіріңке қорабының (параллелепипед) жақтарының ортасынан үш екінші ретті осьтер өтеді, жалпы симметрия элементтерінің жиынтығы келесі түрде жазылады $3L_2 3PC$.
- Симметриялық осьтерді дұрыс белгілеу тәртібі мынадай:
- Алдымен жоғары ретті осьтер жазылады;
- Осьтердің алдында коэффициент арқылы осьтердің саны жазылады;
- Осьтің реті кіші әріппен ось белгісінің оң жағына индекс түрінде жазылады



Сурет 10 - Симметриялық осьтер

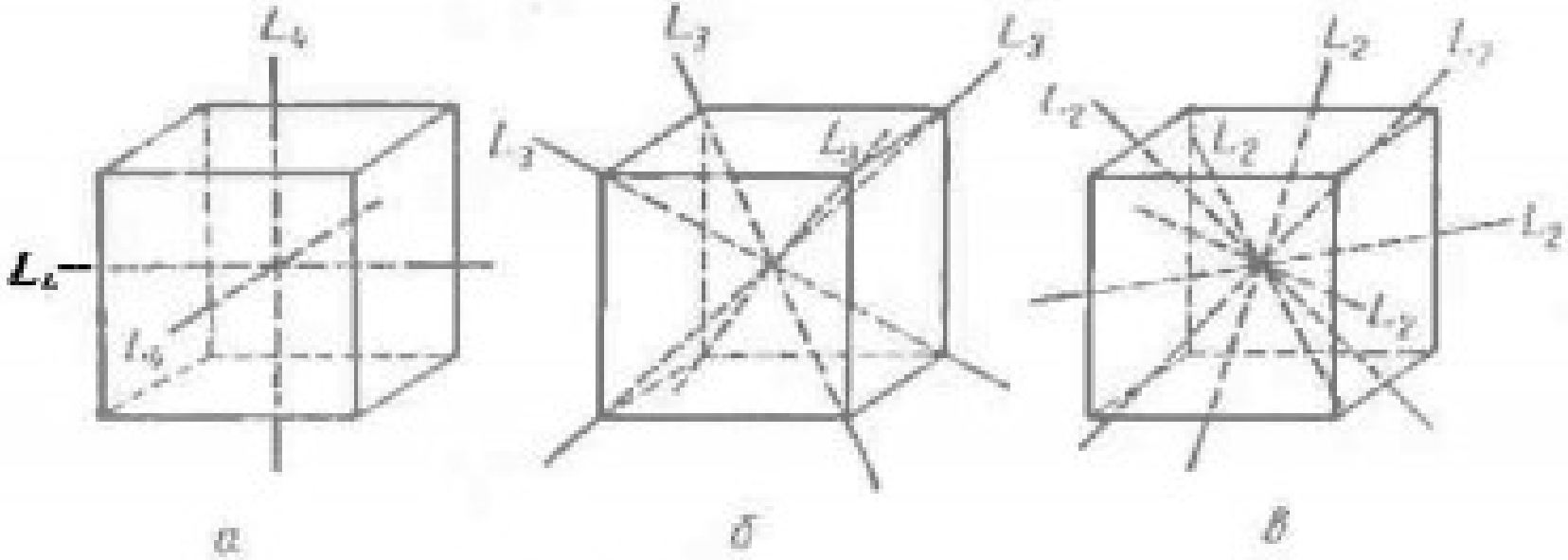
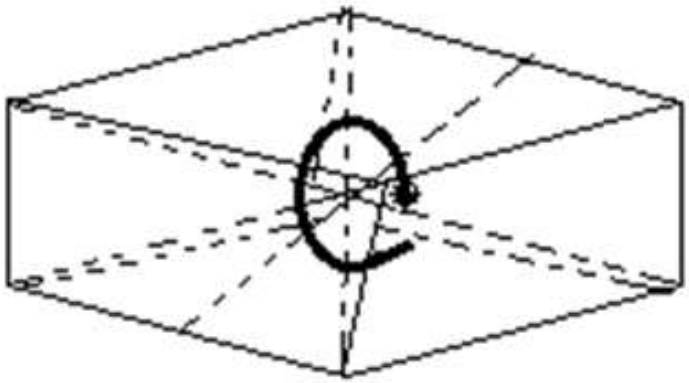


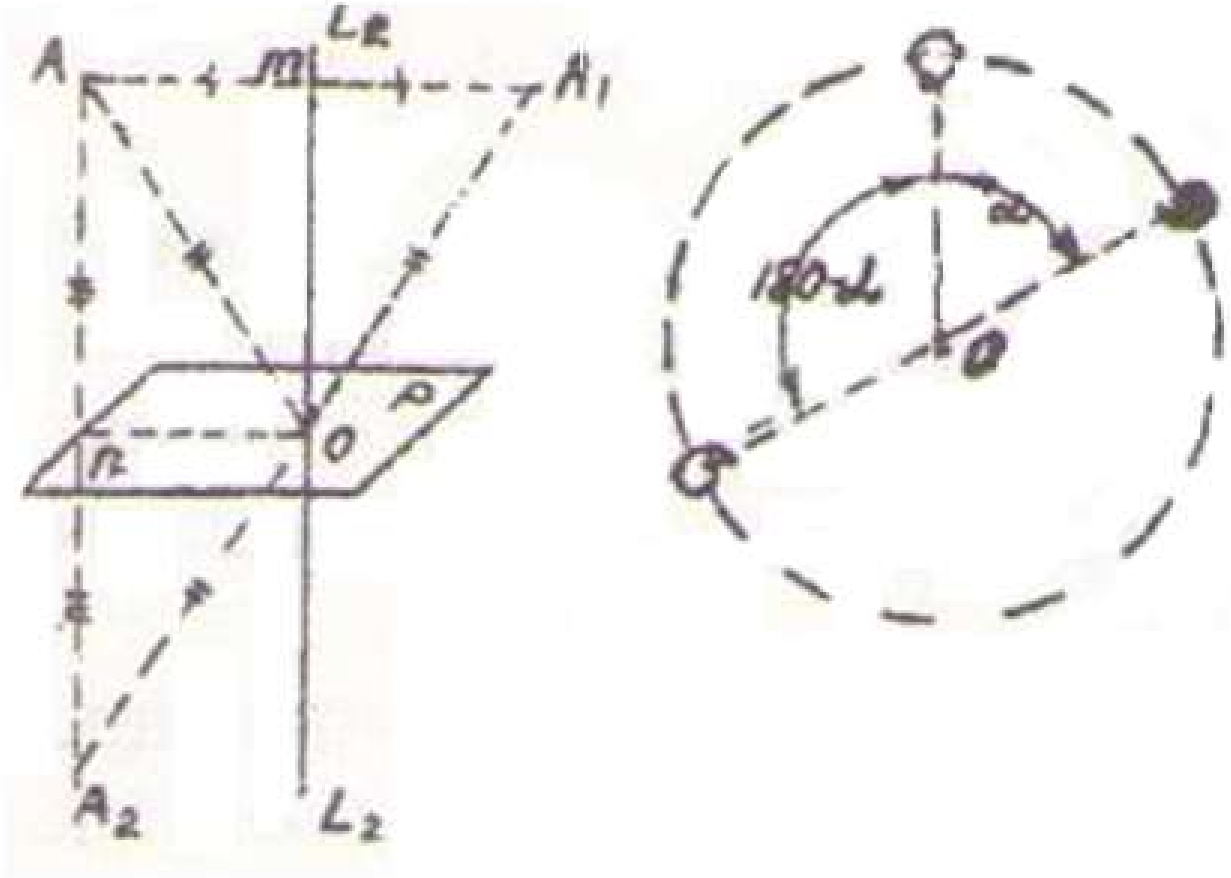
Рис. 53. Оси симметрии куба:
$а - 3L_4$; $б - 4L_3$; $в - 6L_2$

- **Инверсия центрі (С).** Фигураның ортасындағы ерекше нүкте инверсия центрі деп аталады. Оның ерекшелігі кез келген түзу сызық осы нуктеден жүргізілгенде, екі жағындағы тең арақашықта фигураның сәйкесті бөліктерін кездестіреді. Мысалы, қарама-қарсы төбелерін , қарама-қарсы қырлар ортасын, не қарсы жактар ортасын т.с.с. Фигураның әр нүктесі осы центр арқылы айналғандай болады. Фигурада инверсия центрі болған жағдайда, әр жағына сәйкес параллелді және оған тең жақ болу тиіс.

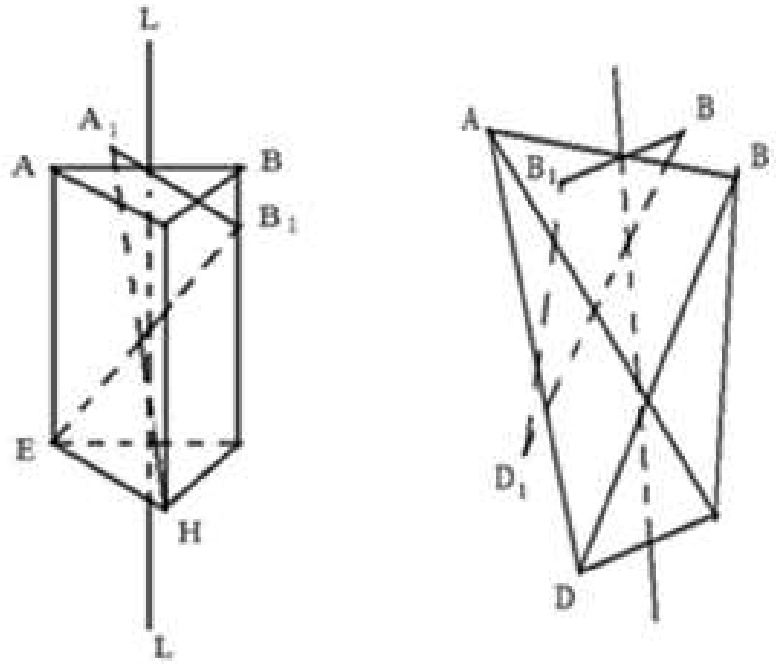


11 – сурет. Инверсия центрі

- **Инверсиялық ось — L_i**. Ойша жүргізілген түзу сызықтың төңірегінде белгілі бір бұрышка фигураны айналдырып, сонымсн қатар орталық нүктеден шағылдырғанда, оның бөліктері алғаш орнына қайтып келеді. Осы екі әрекетті бірлестірген симметриялық элемент - инверсиялық ось. Сонымен, жәй ось пен инверсия центрінің біріккен әрекеті арқылы жаңа бір симметриялық элемент түзіледі. Инверсиялық осьтер жай осьтерге ұксас белгіленеді, демек: L_{i1} – бірінші ретті инверсиялық ось, L_{i2} – екінші ретті инверсиялық ось, сол сияқты Li_3, Li_4, Li_6



Сурет 13 - Екінші ретті инверсиялық ось



а) ә)

Сурет 12 – Үшінші /а/ және төртінші /ә/ ретті инверсиялық осьтер