Дәріс 5.
Кристалдардың стереографиялық проекциясы. Проекциядағы симметрия осьтерінің белгіленуі

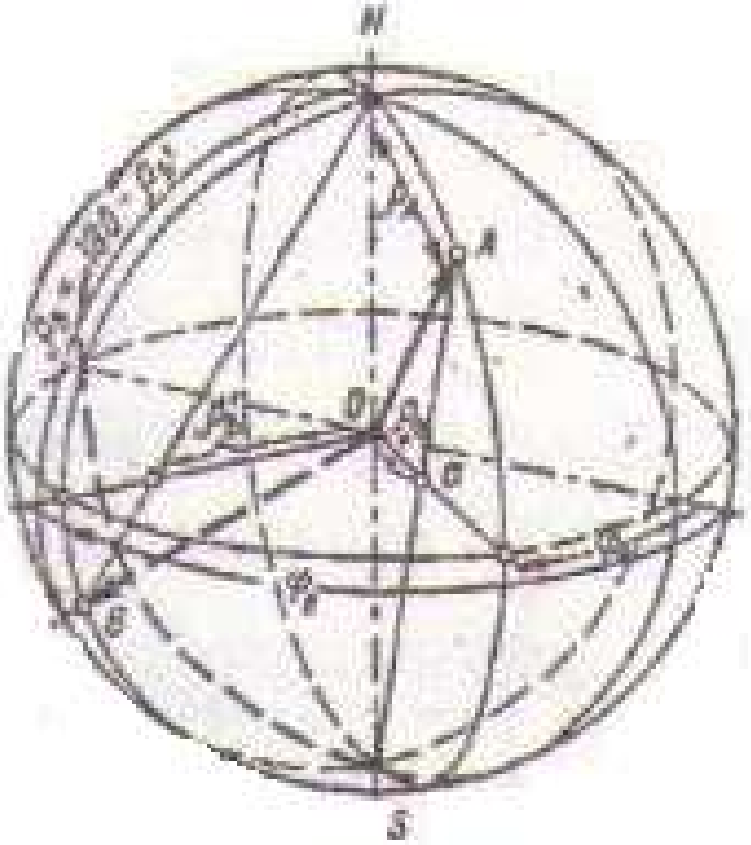
Дәріскер: х.ғ.к., доцент

Кудьярова Ж.Б.

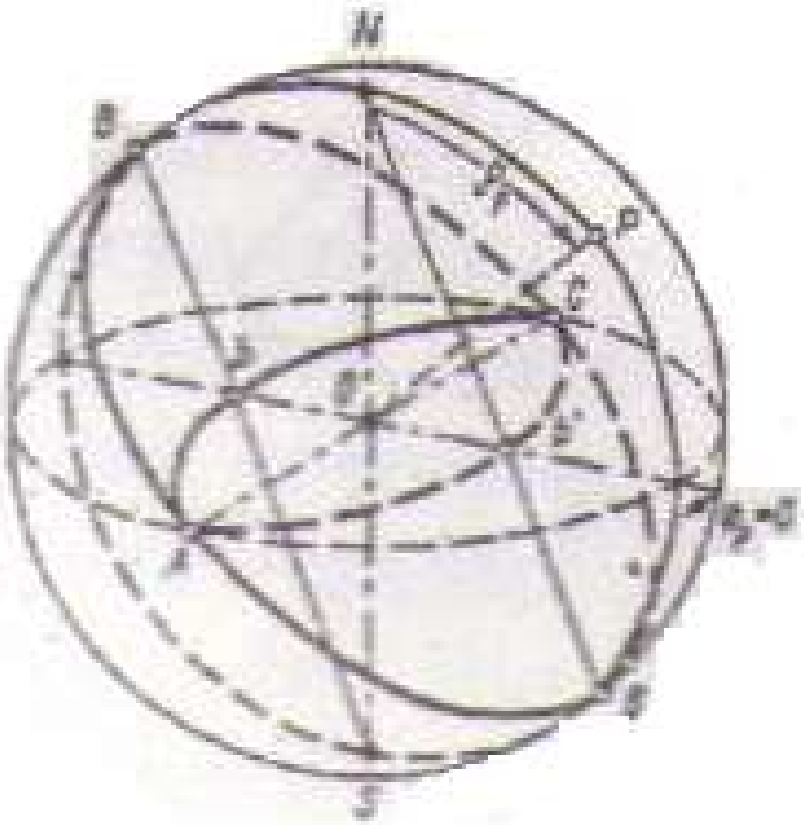
- **Дәрістің мақсаты:** студенттерде кристалдардың стереографиялық проекцияларын салу және талдау дағдысын қалыптастыру.
- Дәрісте сфералық проекция түрі, бағыттың және кристалл жағының стероеграфиялық проекциялары және көпқырлы кристалдың гномостереографиялық проекциялары қарастырылады.

- Кристалдар өскен сайын оның сыртқы бейнесі - жақтарының пішіні және олардың саны өзгереді. Бірақ жақтардың арасындағы бұрыштарының мәндері әрдайым тұрақты болады. Кристалдардың геометриялық қасиеттерін толық талдау үшін түрлі проекцияларды пайдалаиады.

- **Сфералық проекция**
- Кристалл ойша алынған шармен қоршалып тұр делік. Онда осы кристалдың жақтарына перпендикулярлы тузу сызықтар түсіріліп шармен қыйылысқанға дейін созылса, олар нүктелер жүйесін береді. Мұндай жүйе сфералық проекция болып табылады. Осылай алынған сфералық, проекция бағытпен жазықтықты φ және ρ координаталар аркьшы керсетеді. Ол үшін сферадағы бір нүктені полюс деп алып, градустар торын түсіруге болады. Сонда меридиандардың бірі нольдік деп табылу керек. 7-суретте (а, б) φ - нольдік меридианнан экватор бойымен өлшенетін бойлық (долгота), ал ρ - полюстер аралығы және де $0 \leq \varphi \leq 360°$, $0 \leq \rho \leq 180°$.
-



а)



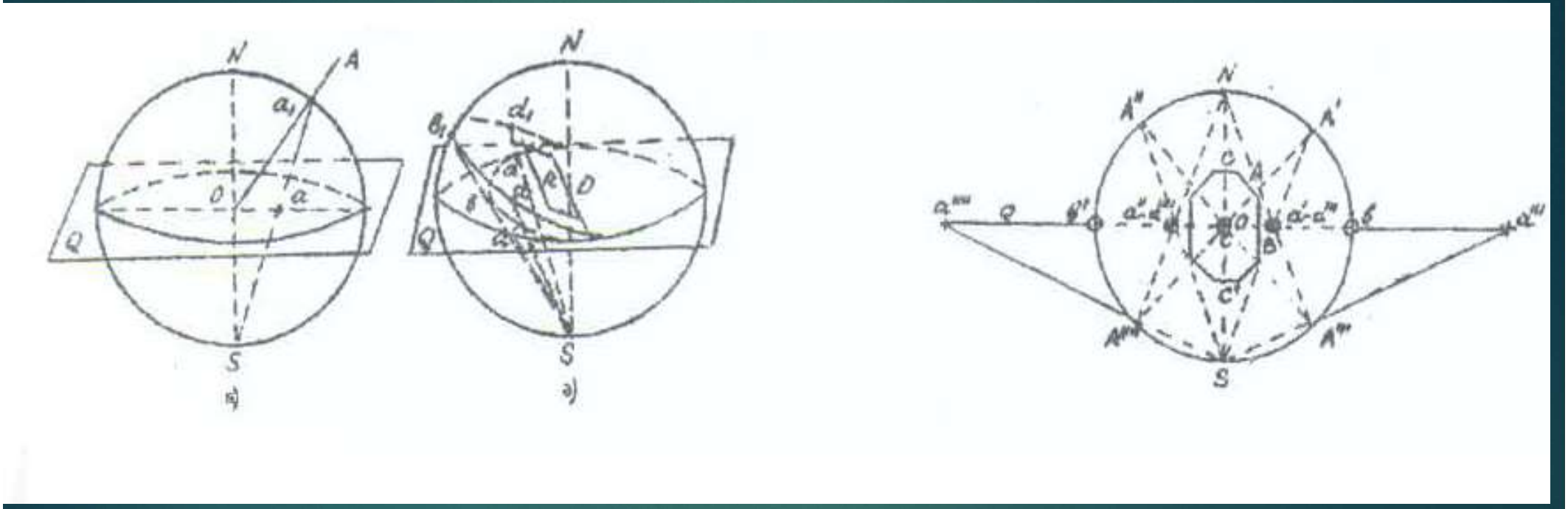
б)

Сфералық проекция

Стереографиялық проекциялар

- Стереографиялық проекцияны түсіру үшін ойша алынған шарды қолданамыз. Шардың ортасынан жазықтық жүргізсек оның экваторлы кесіндісіндегі дөңгелек - проекция дөңгелегі деп саналады. Дөңгелектің дәл ортасынан жүргізілген перпендикуляр шардың бетін тесіп өтіп оңтүстік және солтүстік полюсте екі нүкге береді. Оңтүстік полюс нүктесі бақылау ролін аткарады. Кристалдардың симметриялық, элементтерін проекцияға түсіру үшін ең алдымен жактарға түскен нормальдар багыттарын және жазыктарды проекцияға түсіру әдістерін анықтау керек. Симметриялық жазықтыктарды проекцияға түсіру жолы өзгеше болады.
- Ойша ортадан жақтарға түсірілген, көп перпсндикулярлар кристалл төңірегінен жүргізілген сфераны қиып өтеді. Осы перпендикуляр жиынтығы көпқырлы кристалл фигурасының полюсты комплексі деп аталады. Егер кристалл қырынан жургізілген нормаль комплекстің ортасынан өтпесе, нормальді не қырды ойша өзіне параллелді жылжытуға болады. Бұл жағдайда бұрыштар езгермейді, бұл – негізгі қойылған шарт.

Кандай да бір OA - бағытын стереографиялық проекцияға түсіру үшін, OA - сызықты проекция шарының бетімен қиылысқанға дейін созу керек, a_1 нүктені Sa_1- сызық арқылы бақылау нүктесімен қосамыз. Sa_1- сызық Q-жазықтықты a- нуктеде кесіп өтеді. Осы a-нуктесі OA бағытының стереографиялық проекциясы болып табылады. Сонымен бағыттардың стереографиялық проекциялары нүктелер түрінде алынады (8а).



Сурет 8 - Стереографиялық проекцияға түсіру тәсілдері

- Енді жақтардың (R) стереографиялық проекциясына түсірілуін көрсетейік.
- R -жазықтығын өзіне параллель проекция центірінен жылжытып, проекция шарының бетімен қиылыстырамыз, қиылысу жерінде a_1 , b_1, d_1 доға (не шеңбер) пайда болады. Осы доғаның нүктелерін бақылау S нүктесімен қосқанда, ол жартылай конустың төбесіне айналады (8ә сурет). Бұл жартылай конус Q-жазықтығымен қиылысқанда оның ізі R-жазықтықтың стереографиялық проекциясы болып табылады.

Гномостереографиялық проекциялар

- Гномостереографиялық проекциялары көп қырлы кристалдарды бейнелеу әдістерінің бірі болып табылады. Бұл әдістің негізгі мақсаты, көп қырлы кристалды полюсты комплекс арқылы бейнелеу, демек проекцияға түсіріп, кристалдың сырткы бейнесін көрсету. Кандай да бір көп қырлы кристалдың ортасындағы бір нүктені (О) проекцияның ортасы деп алайық. Центрден шарға горизонтальды жазықтық Q жүргізіп проекция жазықтығын аламыз (8б-сурет). Кристалдың барлық жактарына центрінен перпендикулярлар түсіріп, оларды шармен кездескенше созса сфера бетінде нүктелер пайда болады. Енді оларды (Q) горизонтальды проекция жазықтығына түсіру керек. Ол үшін шардың оңтүстік полюсын (S) бақылау нүктесі деп, оны шар бетіндегі нүктелермен косамыз. Шардың жоғарғы жартысында өтетін кристалл жақтарының нормальдары проекция дөңгелегінің ішіне түседі. Ал төменгі жартысындағы нормальдар бұл дөңгелектің сыртына келеді. Мұндай қолайсыздықтан құтылу үшін бакылау нүктені уақытша солтүстік полюске ауыстырамыз.
- Кристалдың жоғарғы жәнетөменгі жақтарын ажырату үшін олардың сәйкес (+) және (о) белгілері болады.
- Кристалдарды проекцияға түсіру кезінде:
- Кристалдардың горизонтальды жақтары проекцияның центріне түседі
- Кристалдардың вертикальды жактары проекцияның шеңберіне түседі
- Көлбеу жақтары проекция дөңгелегінің ішіне түседі.
- Кездейсоқ оқиғада горизонтальды жазықтықтар проекцияға нүкте болып түседі. Ал вертикалды жазықтықтар түзу сызық түрінде проекцияланып, шеңбердің диаметрімен сәйкестенеді.
- Шардың үлкен дөңгелегі демек, оның экваторы, кристалдың барлық вертикалды жақтары полюстарының орны. Оларға түсірілген нормальдар дәл осы дөңгелектің шеңберінде орналасады.
- Кырлары параллелды кристалдың бағыттас жақтары зона деп аталады. Бір зонаға жататын жақтардың проекциясы бір доғада орналасады.

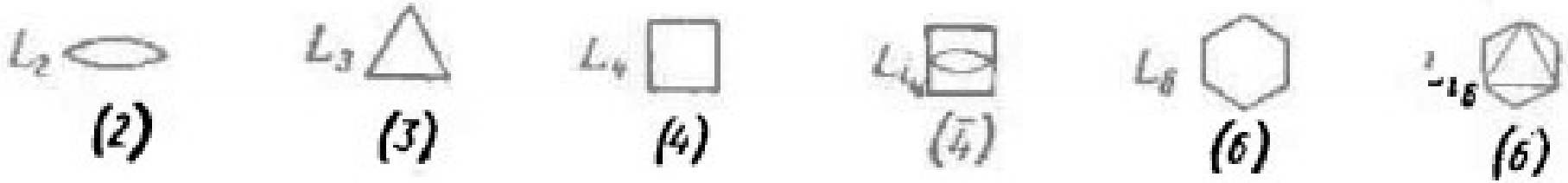


Рис. 68. Обозначения осей симметрии на проекции

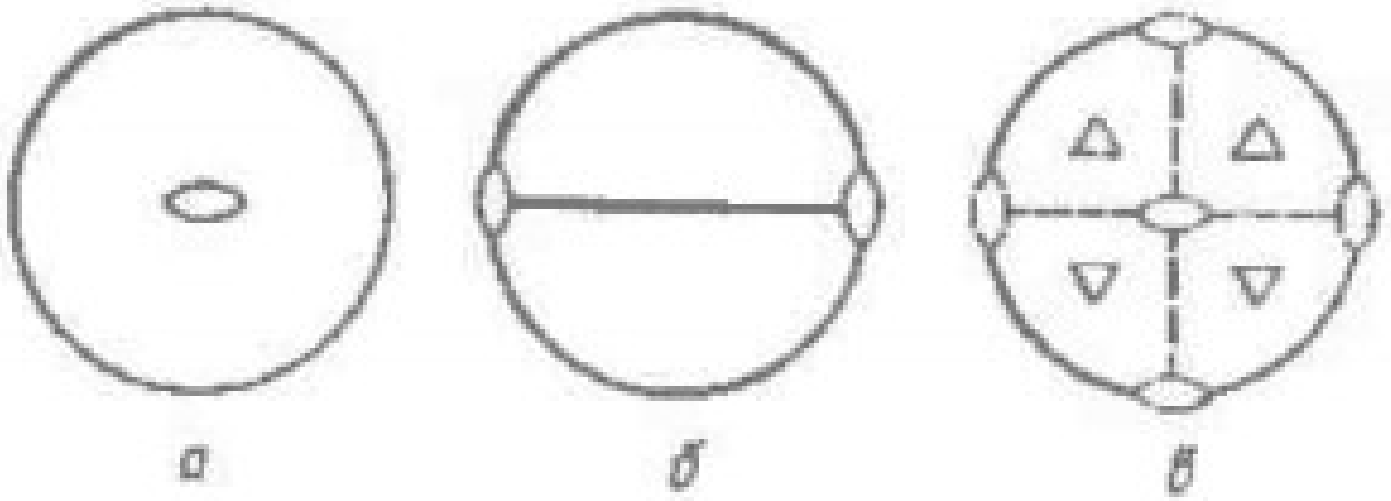


Рис. 67. Стереографические проекции осей симметрии:

$а$ — L_2 перпендикулярна плоскости проекций; $б$ — L_2 лежит горизонтально; $в$ — $4L_3$ ориентированы косо относительно плоскости проекций



Рис. 69. Стереографические проекции плоскостей симметрии:

а — *P* перпендикулярна плоскости проекций; *б* — *P* лежит горизонтально; *в* — *P* ориентирована косо относительно плоскости проекций

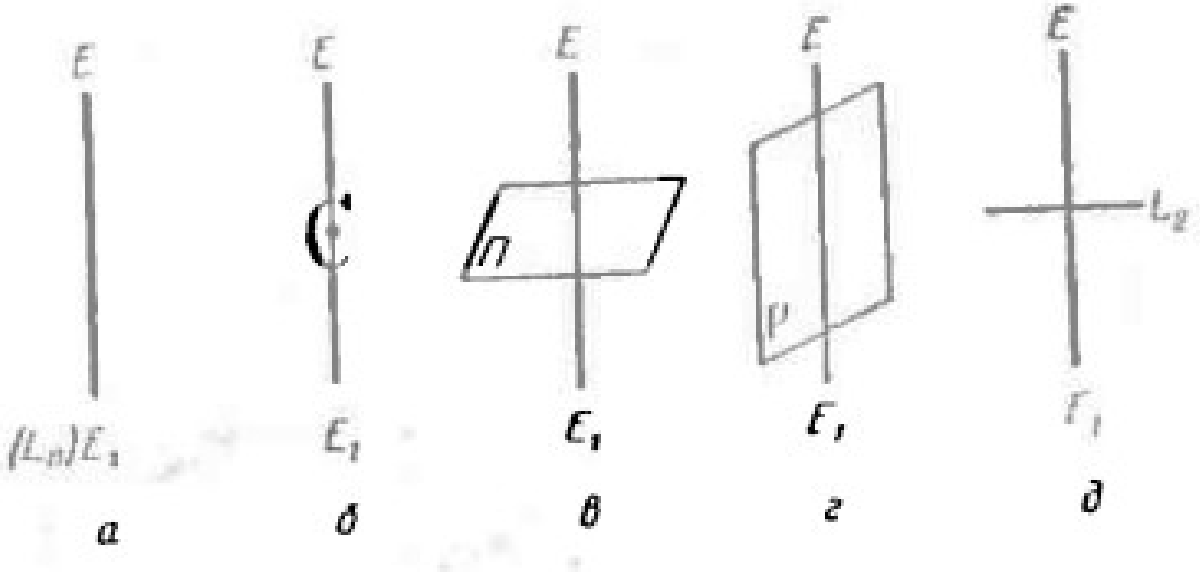


Рис. 66. Расположение элементов симметрии относительно единичного направления (к выводу 32 видов симметрии)

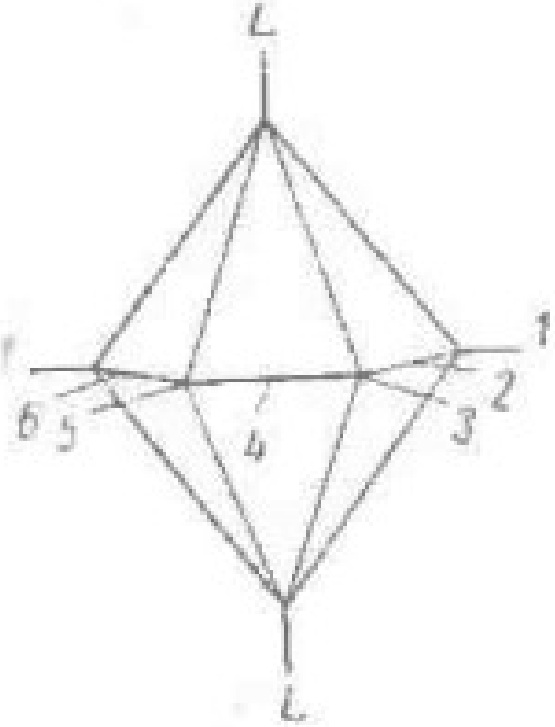


Рис. 61. Двенадцатигранник (гексагональная дипирамида) — $L_6 6 L_2 7PC$

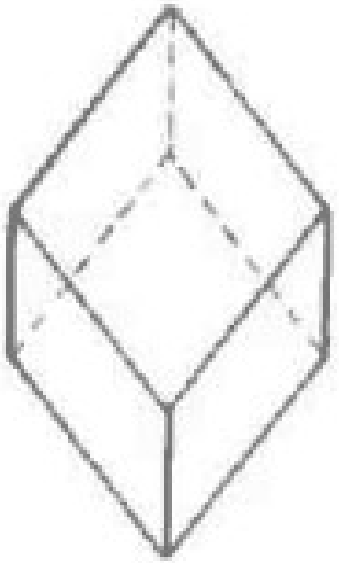
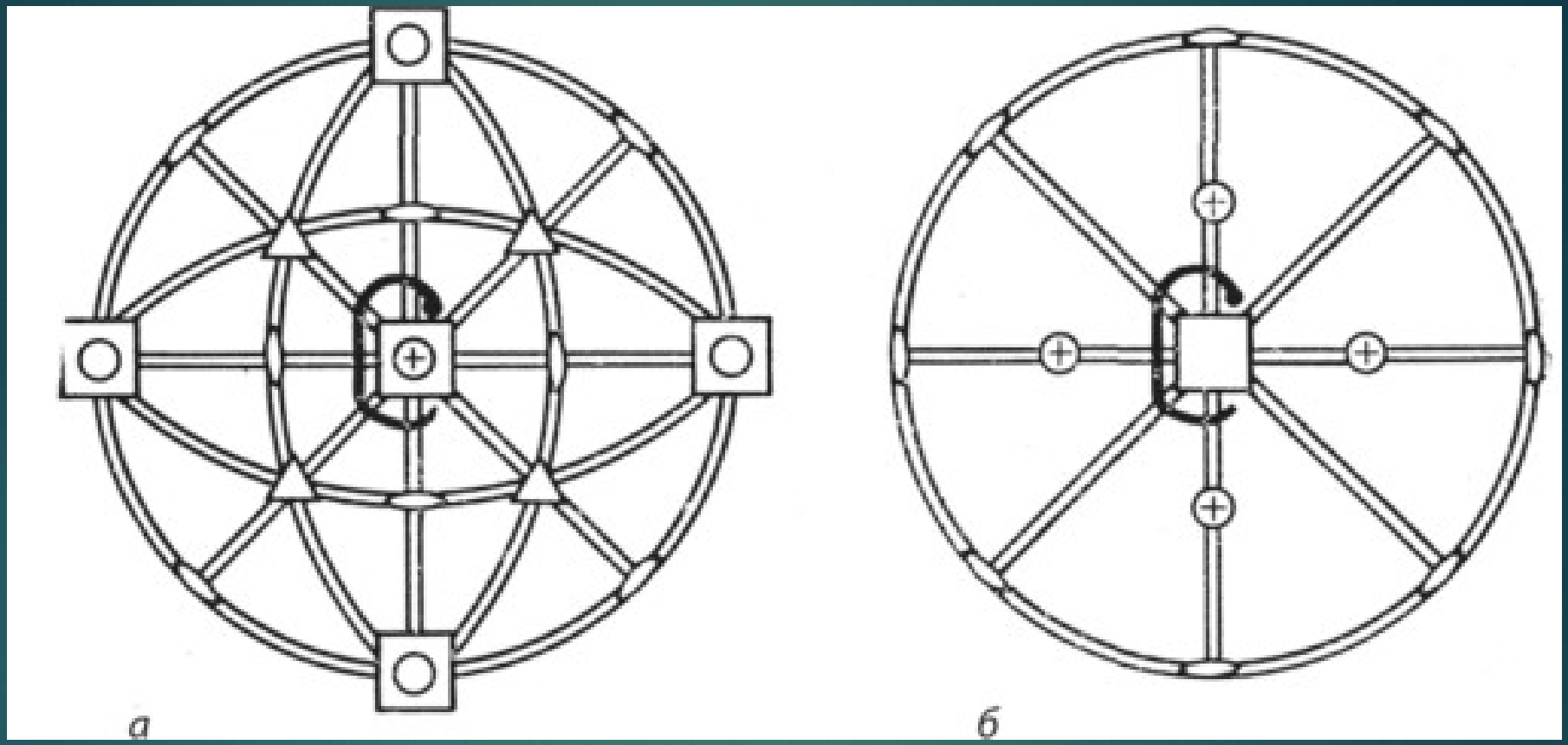


Рис. 62. Ромбоэдр — $L_3 3 L_2 3PC$

Примитивный $3L_2 4L_3 (23)$
Центральный $3L_2 4L_3 3PC\,(m3)$
Планальный $3L_4\,4L_3 6P\,(\,4\,3m)$
Аксиальный $3L_4 4L_3 6L_2\,(432)$
Планаксиальный $3L_4 4L_3 6L_2 9PC\,(m3m)$


а
б

Бақылау сұрақтары:

- Кристалдардың стереографиялық проекция түрлерін сипаттаңыз.
- Проекциядағы симметрия осьтерінің белгіленуін көрсетіңіз.
- Гномостереографиялық проекцияны түсіру жолын талдаңыз.
- Сфералық проекцияны түсіру жолдарын қарастырыңыз.
- Проекциядағы симметрия осьтерінің белгіленуін көрсетіңіз.

Әдебиеттер:

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

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

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

4. Калистратова, Л. Ф. Физические основы кристаллографии [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Л. Ф. Калистратова ; Минобрнауки России, ОмГТУ. – Электрон. текст. дан. (2,43 Мб). – Омск : Изд-во ОмГТУ, 2020.