

6- дәріс. Кеңістік құрылымдағы дифракция. Голография

Жоспар: Екі өлшемді тордағы дифракция. Тұтас ж/е дискретті рентген сәулелері. Рентген түтікшесі. Үш өлшемді тордағы дифракция. Рентген сәулелерінің дифракциясы. Вульф-Брэгг формуласы. Голография ұғымы. Голографиялау. Дененің кескінін қалыптастыру. Голографиялаудағы когеренттіліктің рөлі. Нүктенің голограммасы. Үшөлшемді ортадағы голограммалық жазу. Денисюк әдісі. Түрлі-түсті голографиялау ұғымы. Голографияның қолданылуы.

Кеңістіктік немесе үш өлшемді тор деп оптикалық біртектілігі үш кеңістіктік координатаның өзгеруінде периодты түрде қайталанатын торды айтады. Кеңістіктік дифракциялық торға қатты дененің кристалдық торы мысал бола алады. Кеңістіктік тордағы дифракцияны бақылау үшін түскен жарықтың толқын ұзындығы тор периоды тұрақтысына жуық мөлшерде болу керек. Бұл шартты тек рентген сәулелері ғана қанағаттандырады. Рентген сәулелелерінің диапазоны 10 нм - 0,001 нм аралығында орналасқан. Тор түйінінде орналасқан бөлшектер когерентті түскен жарықты шашырататын реттеліп орналасқан орталықтар ролін атқарады. Фраунгофер дифракциясында бас максимумдары Лауэ шартын қанағаттандырады.

$$d_1 (\cos \alpha - \cos \alpha_0) = n_1 \lambda, \quad d_2 (\cos \beta - \cos \beta_0) = n_2 \lambda, \\ d_3 (\cos \gamma - \cos \gamma_0) = n_3 \lambda, \quad (1)$$

Мұндағы d_1, d_2, d_3 - ось координаталары бойынша тор тұрақтылары, α, β, γ ж/е $\alpha_0, \beta_0, \gamma_0$ - ось координаталары мен сәуленің таралу бағыты арасындағы бұрыш, n_1, n_2, n_3 - максимумдар ретін анықтайтын бүтін сандар.

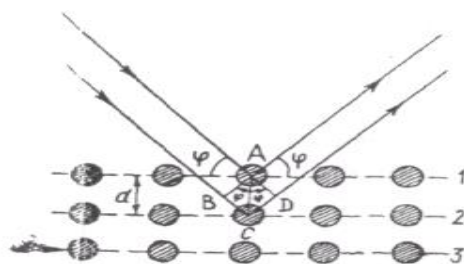
Егер кристалдық тор ортогональды болған жағдайда α, β, γ арасында мынадай қатынас болу керек.

$$\cos^2 \alpha + \cos^2 \beta + \cos^2 \gamma = 1 \quad (2)$$

Тор жазықтығынан шағылған рентген сәулелері дифракциясы Вульф-Брэгг формуласымен анықталады.

$$2d \sin \theta = m \lambda \quad (3)$$

d - атомдық жазықтықтардың аралығы, $m=1, 2, \dots$ - дифракциялық максимум реті.



121-сурет

Бұл формуланы 1913 жылы бір-біріне тәуелсіз орыс ғалымы Г.В.Вульф (1863-1925) пен ағылшын ғалымдары Г.Брэгг (1862-1942) (әкесі) және Брэгг (баласы) (1890-1971) шығарған, сондықтан Брэгг-Вульф формуласы деп аталады.

Егер кристалға толқын ұзындықтары кең интервалды қамтитын рентген сәулелерінің шоғы түсетін болса, онда максимумдар Брэгг-Вульф формуласымен анықталатын белгілі түсу бұрыштарында ғана байқалады. (1)-ші формула бойынша λ -белгілі болса, онда d -ны анықтауға болады. Рентген сәулесі дифракция құбылысын, заттың кристалдық құрылымын зерттеу үшін қолдануға болады.

Затты рентген құрылымдық талдаудың үш әдісі бар.

1. Брэгг-Вульф әдісі – монокристалдық зат құрылымын зерттеуде қолданылады. Кристалға (1) монохромат рентген сәулелерінің шоғы (2) бағытталады. (1) формуладағы шартты қанағаттандыратын сырғу бұрышының тек дискретті мәндерінде шағылу болады. Иондаушы камера Затты рентген құрылымдық талдаудың үш әдісі бар.

1. **Брегг –Вульф** әдісі –монокристалдық зат құрылысын зерттеуде қолданылады. Кристалға (1) монохромат рентген сәулелерінің шоғы (2) бағытталады.

Формуладағы шартты қанағаттандыратын Θ сырғу бұрышының тек дискретті мәндерінде шағылу болады. Иондаушы камера (3) көмегімен әртүрлі бұрыштарға

шағылған сәулелердің интенсивтілігін өлшеп және X –ның біліп, (1) формула бойынша кристалдың тордың d –тұрақтылығын анықтайды.

Осы тәжірибелерді рентген сәулелерінің толқындық табиғатының дәлелденуі.

2. **Лауэ әдісі.** Кристалға (1) рентген сәулелерінің жіңішке шоғы (2) түсіріледі. Суретте көрсетілген (1) кристал Көлемдік дифракциялық тор

болып табылады. (3) фотопластинкада дифракциялық көрініс – заңдылықпен орналасқан дақтардың жиыны алынады. Ал дақтардың орналасуы атомдардың орналасу сипатына және түсетін толқынның ұзындығына тәуелді болады. Егер шоқ бағыты кристалдық симметрия өсі бағытымен дәл келсе, онда фотопластинкадағы дақтар жиылып орталық даққа қатысты симметриялы болады. Лауэ әдісі кристалдың симметрия осьтерін анықтай үшін қолданылады.

3. Дебай-Шерер әдісі. Поликристаллдың зат торларының құрылымын зерттеу үшін қолданылады. Заттардың көпшілігі поликристалдар, яғни бір-біріне қатысты әртүрлі бағдарланып орналасқан

кішкене кристалдар болады. Осы себептен поликристалдық заттарды зерттеуге тура келеді.

(Американ физиктері)

Дэвиссон және Джермер тәжірибелері.

Бұл тәжірибелерде кристалдан шығарылған электрондардың дифракциясы байқалған. Электронды-сәулелік түтік Т жәрдемімен алынған моноэнергиялы электрондардың параллель шоғы К никель кристалына бағытталады. Электрондар К кристалға түсіп, шағылды. Шағылған электрондар Д (қабылдағыш) көмегімен тіркелді. Қабылдағышты электрондар шоғына қатысты кез-келген λ -бұрышпен орналастыруға болады. Сонда шағылған электрондар беретін ток күшін қабылдағыштың орны өзгеруін (λ -бұрышын өзгертіп) және электрондардың жылдадығының өзгеруіне байланысты өлшеп, әр түрлі бағыттарда шағылған электрондардың интенсивтігі жөнінде қорытындылауға болады.

Электрондардың кристалл бетінен шағылуының рентген сәулелерінің кристаллдан дифракциялық шағылуына құсастығын көруге болады. Кристалдан шығалған рентген сәулелері интерференцияланады

Голография.

Голография деп толқындар интерференциясы негізінде дененің көлемдік кескінін алу әдісін айтады. Голография идеясын 1947 ж. ағылшын ғалымы Д. Габор ұсынған.

Арнайы оптикалық қондырғыда кеңейтілген лазер сәулесінің шоғы бір мезгілде зерттелетін зат пен айнаға бағытталады. Айнадан шағылған тірек толқыны мен заттан келген толқын қарапайым фотопластинкаға түседі. Онда күрделі интерференциялық кескін тіркеледі.

Заттың толқын өрісін қалыптастыру үшін голограмманы фотопластинка орналасқан жерге орналастырып оны айнадан шағылған лазер сәулесімен бастапқы жағдайда қандай бұрышпен жарықтандырылса сондай бұрышпен экспонсиялайды. Нәтижесінде тірек толқынның дифракциясынан заттың көлемдік жалған кескінін көруге болады.

Голография әдісі қазіргі кезде көптеген қолданыс тапқан. Голография әдісімен фотоэмульсияға микрофотографиядағыдан 100-400 есе көп ақпарат жазуға болады. Голографиялық интерферометрия әдісі арқылы зерттелетін объектідегі сыртқы әсердің әсерінен болатын аздаған өзгерістерді анықтауға болады. Сонымен бірге қазіргі кезде компьютерлердің жаңа түрі, голография құбылысының негізінде жұмыс істейтін оптикалық компьютерлер жасап шығаруды ойластыру қолға алынып жатыр.