

Мессбауэр (гамма-резонанстық) спектроскопия

Орындағандар: Ержан М

Мурсакан А

Бөленхан А

Ахметова Ж

Қабылдаған: Калкозова Ж.К.

Мессбауэр (гамма-резонанстық) спектроскопия-мессбауэр эффектiне сүйене отырып, қатты дененің химиялық және физикалық қасиеттерін зерттеу әдісі.

- Мессбауэр эффектi-гамма-сәулелердің қайтымды, резонансты шығарылуы мен жұтылуына негізделген.*
- Жалпы, атом ядросының γ -кванттарды сыртқа шығару, сіңіру және шашыратуы сияқты кұбылыстар біріктіріледі.*
- Кристалдық, аморфты және ұнтақ материалдарды зерттеу барысында байқалады.*

Оптикалық резонансты флуоресценцияға ұқсас, бірақ одан айырмашылығы - мұнда атомның емес, ядроның энергетикалық деңгейге ауысуы жүреді, тиісті тәжірибелік жағдайларда флуоресцентті - сәуле шығару барынша айқын көрінетін сызықтармен сипатталынады.

Бұл эффектіні пайдалану үшін γ сәулесін (кванттарын) шығаратын жарық көзіне (сәулені жұтушы денемен салыстырғанда) v жылдамдық беріледі.

Бұл кезде жарық көзінен шығатын γ -квантының энергиясы $\Delta = \epsilon v / c$ шамасына (мұндағы ϵ – γ -ауысуының энергиясы, c – жарық жылдамдығы) өзгереді. Ал v жылдамдығының мәні $0,1 - 1,0$ см/с аралығында өзгергенде спектрлік сызықтар өзінің табиғи еніне жуық шамаға ығысады.

Мессбауэр спектрометрі γ -кванттарының резонанстық жұтылуының жарық көзінің жылдамдығына (v) тәуелділігін өлшейді.

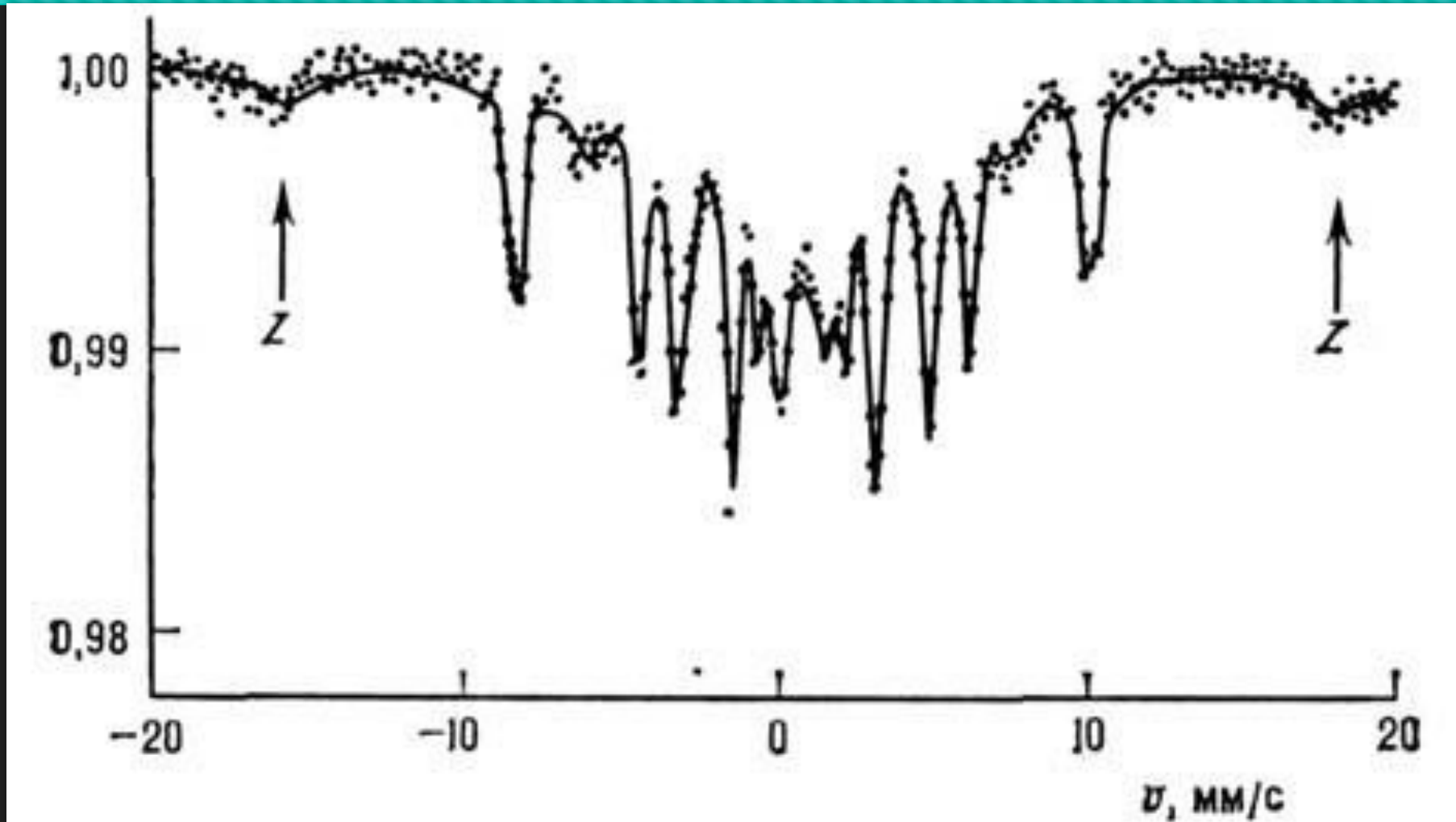
Мессбаэур сызықтарының ығысуы мен Доплер ығысуы теңескенде γ -сәулесінің жұтылу максимумы байқалады. Атом ядросының ядродан тыс өрістермен әсерлесуінің негізгі түрлеріне: электр монопольдік әсерлесу (э. м. ә.), электрлік квадрупольдік әсерлесу (э. к. ә.) және магниялық дипольдік әсерлесу (м. д. ә.) жатады. Егер γ -сәулесін шығарушы дене мен ол сәулені жұтушы денелердің химиялық құрамдары әр түрлі болса, онда э. м. ә. γ -спектрлерінің изомерлік ығысуын (δ) тудырады.

γ -кванттарды шығарғанда атом ядросы қалыпты күйіне келеді. Сәуле шығару энергиясы тек қоздырылған және қалыпты күйдегі энергетикалық күйлердің айырмашылығымен ғана анықталмайды.

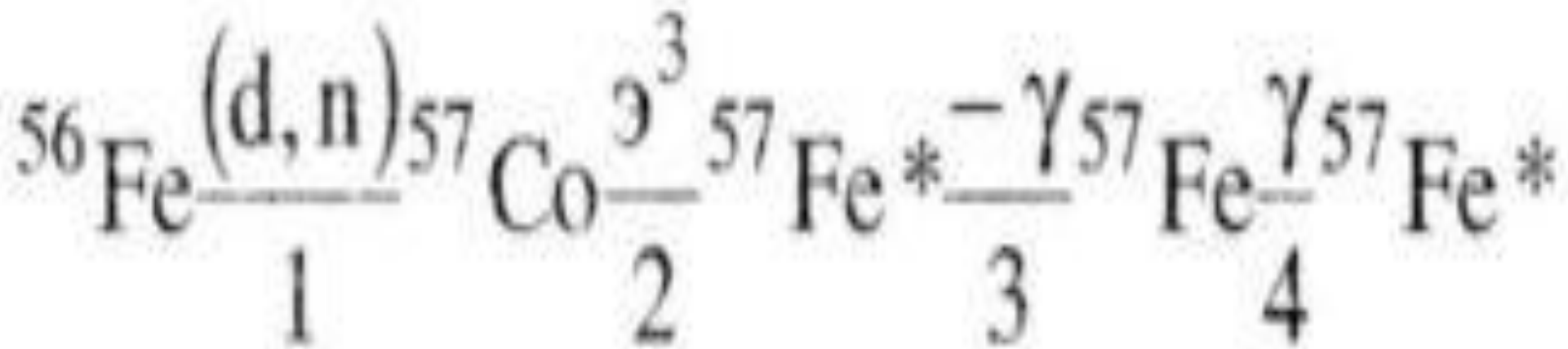
Сәуле шығару кезінде ядро қатты күйде тұрған атом үшін елеусіз болып саналатын берілісті басынан өткереді, ал мұндай жағдайда γ -кванттар беріліссіз сәуле шығарады, олар сол элементтің қоздырылмаған атомдарымен сіңіріле алады.

*Ядро-сәуле шығарғыш пен ядро-сіңіргіш арасындағы әр түрлі химиялық қоршауда ядроның энергетикалық күйлері, γ -кванттардың резонансты сіңірілуін болдырмауға жеткілікті ядроның энергетикалық күйінің қайсыбір айырмашылығын туындатады. Энергиялар арасындағы мұндай айырмашылықты Допплер эффектісінің көмегімен теңестіреді, ол γ -квант сәуле шығару энергиясымен сәйкес салыстырмалық қозғалыс жылдамдығына тәуелді. Қайсыбір қозғалыс жылдамдығы кезінде резонансты сіңіруі басталады. γ -кванттардың сіңірілу интенсивтігінің қозғалу жылдамдығына тәуелділігі *Мессбауэр спектрі* деп аталады.*

Темір (57) атомының $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ монокристалындағы
Мёссбауэрлық спектрі; мұндағы $T = 4,2 \text{ К}$ $H = 110 \text{ Э}$



Мессбауэр спектроскопия көмегімен ядролық энергетикалық деңгейлері ұтымды орналасқан ^{57}Fe изотопын жиі пайдаланып, темір қосылыстарын зерттейді. Бұл изотоптың негізгі деңгейден 14,4 КэВ жоғары жатқан метотұрақты деңгейі бар, әрі осы деңгейлер арасындағы өзара ауысу негізгі күйде тұрған ^{57}Fe ядроларымен оңай сіңіретін γ -сәуле шығаруды береді. ^{57}Fe -нің қоздырылған ядросы электрондық камту механизмі бойынша ^{57}Co ($T_{0,5} = 267$ тәулік) нәтижесінде пайда болады. ^{57}Fe -квантты боле отырып, лезде энергиясын жоғалтады. Қоздырылмаған ядромен резонансты сіңуі мына формула бойынша жүреді.



Дейтрондар (дейтерий ядросы) ағымымен темір ^{56}Fe нысананы сәулелендіргенде циклотронда радиоактивті кобальт алынады.

Жаңадан түзілген ^{57}Co атомдары темірдің жұқа қаңылтырында жинақталады.

Оны ЯГР - ядролық гамма резонансты спектрометрде пайдаланылады.

Радиоактивтінің изотопының өмір сүру ұзақтығы өте қысқа болғандықтан, кобальт - ^{57}Co ядросының әрбір ыдырауы кезінде γ -квант бөлініп шығады.

Ал мұндай γ -кванттар да кез келген химиялық күйдегі темір сіңіре алады.

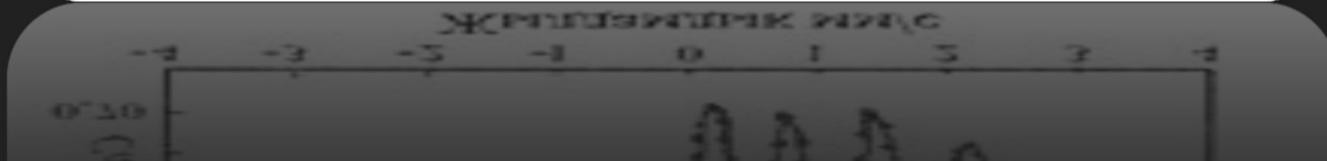
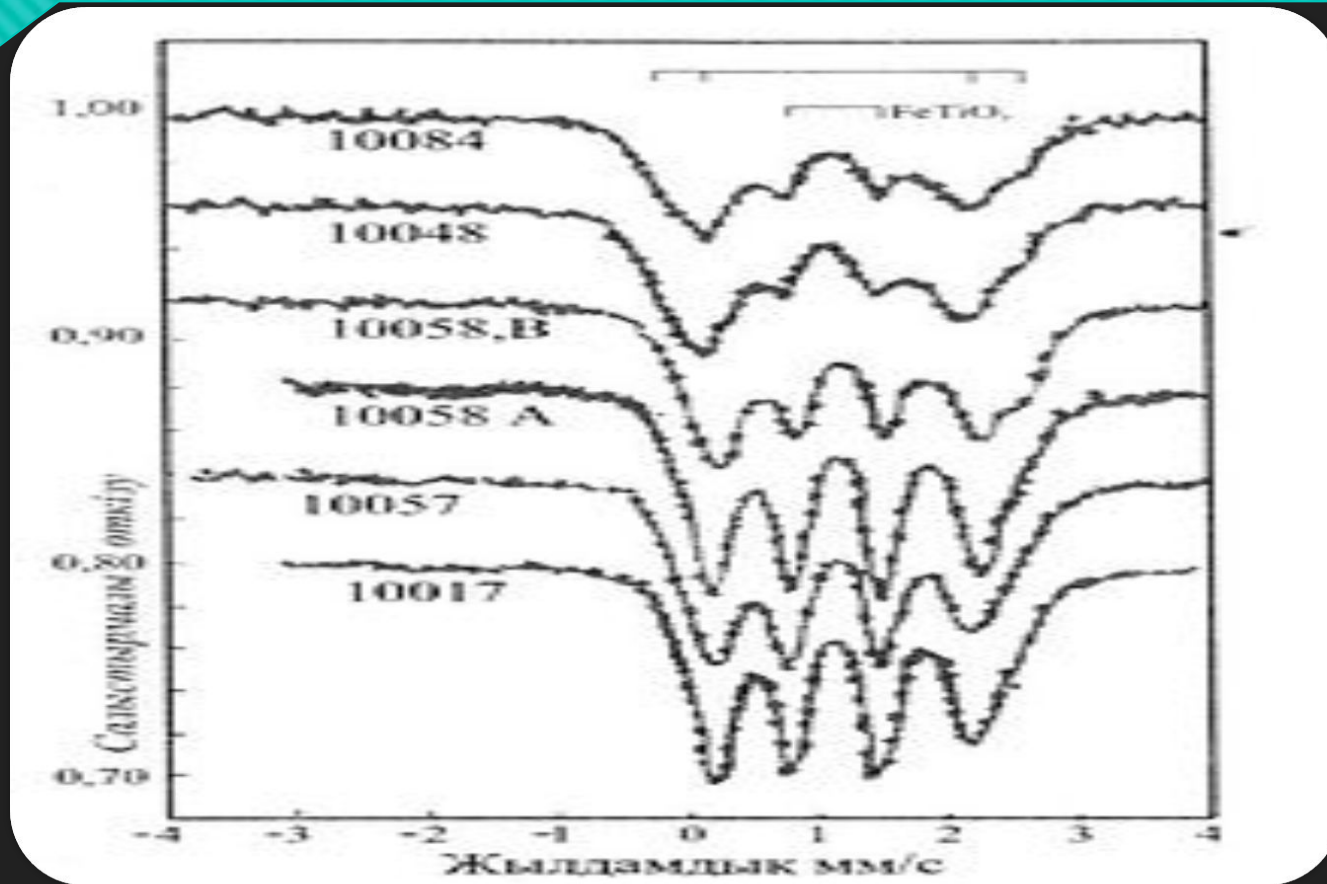
Мессбауэр сызықтары өте жіңішке және ондағы ядро-сіңіргіштің энергетикалық күйінің болмашы өзгерісі резонансты сіңіру жиілігін сәулелендіруші ағым энергиясы резонанс шартына сәйкес келмейтіндей дәрежеге ығыстырады.

Сол сияқты атомның ядро деңгейіне химиялық қоршау ықпалымен байланысты химиялық ығысу да резонанс жағдайының ауытқуына келтіреді. Сондықтан да байқау және оны өлшеу үшін осы ауытқуларды нақтылы теңестіру керек. Ондағы бөлшек жылдамдығы аса жоғары емес және оны іске асыру оңай.

Іс жүзінде сәуле шығару көзін ғана ауыстырып отырады, ал қалғандары көбіне өзгеріссіз қалады, өйткені үлгіні әдетте тербеліс торды қатыру үшін салқындатады. Сәуле шығару көзін жылжытуды, ондағы үдеуді әуелі бір бағытта, сосын екінші бағытта өзгерге отырып, тұрақты болатындай сигнал генератор сигналын бағдарлама арқылы басқаратын двигатель көмегімен жүргізеді. Бір цикл ішінде барлық жылдамдық диапазоны қамтылады. Ығысу квазипарабола кисығы бойынша алынған уақытқа тәуелді өзгереді.

Детектордан шыққан сигнал бір каналды анализаторға түседі, одан бұйрық беретін басқару двигателімен байланысқан, генератормен синхронды көп арналы анализаторға беріледі. Бұл канал мен жылдамдықтардың жіңішке аралығына сәйкес. Ондағы осциллографта дыбыс берудің жылжу жылдамдығына тәуелділігі кескінделеді. Ай бетінің қыртысы үлгілерінің Мессбауэр спектрлерінің мына суреттен көруге болады. Бұл суретте қосылыс ұқсастығы белгілі жыныс спектрлерімен салыстыру арқылы жүргізген.

Ай бетінің қыртысы үлгілерінің Мессбауэр спектрлері



- Сонымен қатар Мессбауер спектрі валенттілік күйі мен кристалдық құрылым жайлы мәлімет береді. Сондай зерттелінген элементтер қатарына темір, никель, қалайы сияқтылар енеді. Жалпы Мессбауэр эффектiсi байқалатын отыздай элемент бар.