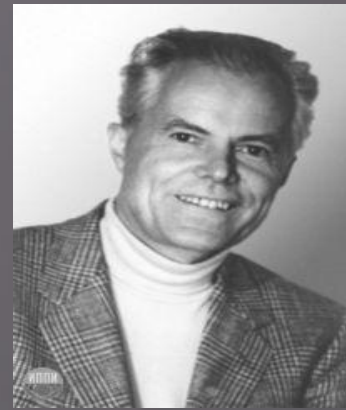


ЯДРОЛЫҚ ГАММА- РЕЗОНАНС

Тобы: ХМ-41

Орындаған: Сағындық Б.М.

Ядролық гамма резонанс (Массбауэр эффектiсi) – массбауэр ядросындағы атомдардың электрондық қабаттарының құрылымы туралы құнды ақпараттар алуға мүмкіндік береді. Массбауэр эффектiсi γ -резонансты спектроскопия деп те аталады.

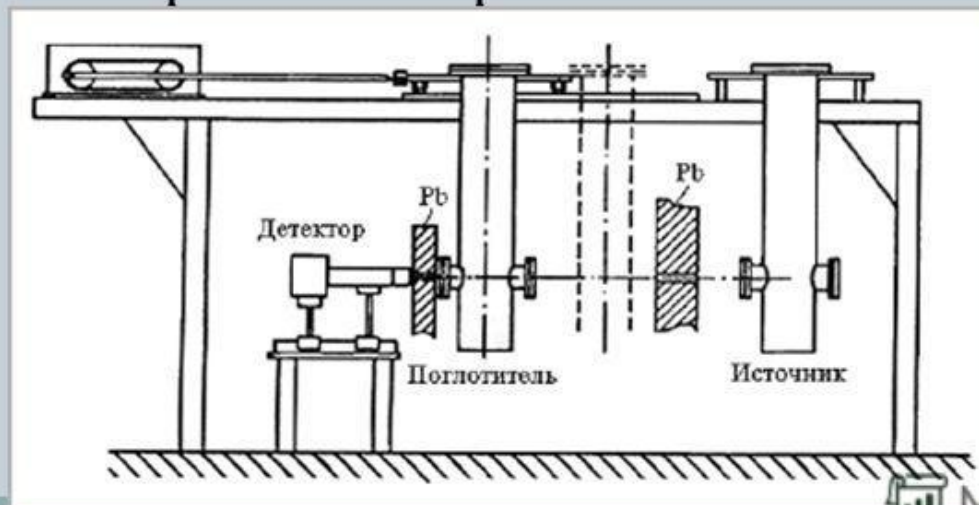


1958 жылы Р.П.Мессбауэр өз есімімен аталатын эффектін ашты. Бұл атаумен жалпы атомдардың ядросы γ -кванттарды сыртқа шығару, сіңіру және шашырату сияқты құбылыстар біріктіріледі. Бұл әдіс оптикалық резонансты флуоресценцияға ұқсас, бірақ одан айырмашылығы - мұнда атомның емес, ядроның энергетикалық деңгейге ауысу жүреді, тиісті тәжірибелік жағдайларда флуоресцентті - сәуле шығару барынша айқын көрінетін сызықтармен сипатталынады.

Открытие Мессбауэра



- Мессбауэр добился флуоресценции гамма-лучей, источник - атомы радиоактивного изотопа металла иридия-191
- Установка для измерения резонансного поглощения при низких температурах, использованная Мессбауэром в его первых экспериментах



Атап айтқанда 67 резонансты - сәуле шығарудың жартылай ені $4,8 \cdot 10^{-11}$ э эВ тең, бұл 93 кэВ-қа тең - квант энергиясының шамамен $2 \cdot 10^{-13}$ проценттен кұрайды. Салыстыру үшін мырыштын (Zn) рентген сәуле шығарудың К-сызығын алса, оның жартылай ені фотон энергиясы $8,6$ -кэВ-қа тең болғанда $4,7 \cdot 10^{-8}$ эВ кұрайды ($2:10^{+11}$ қатынасы), яғни γ -сәуле шығарудан гөрі сызықтары он мың еседей кең.

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 (отдача) басынан өткереді, ал мұндай жағдайда γ -кванттар беріліссіз сәуле шығарады, олар сол элементтің қоздырылмаған атомдарымен сіңіріле алады

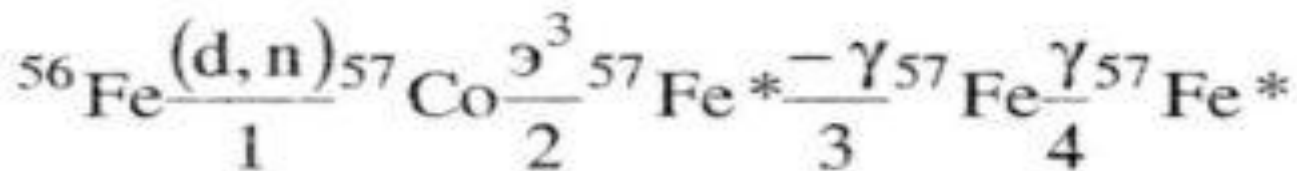
Ядро-сәуле шығарғыш пен ядро-сіңіргіш арасындағы әр түрлі химиялық қоршауда ядроның энергетикалық күйлері, γ -кванттардың резонансты сіңірілуін болдырмауға жеткілікті ядроның энергетикалық күйінің қайсыбір айырмашылығын туындатады. Энергиялар арасындағы мұндай айырмашылықты Допплер эффектісінің көмегімен теңестіреді, ол γ -квант сәуле шығару энергиясымен сәйкес салыстырмалық қозғалыс жылдамдығына тәуелді.

Қайсыбір қозғалыс жылдамдығы кезінде резонансты сіңіруі басталады. ν -кванттардың сіңірілу интенсивтігінің қозғалу жылдамдығына тәуелділігі Мессбауэр спектрі деп аталады.

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 қамту механизмі бойынша ^{17}Co ($T_{0,5} = 267$ тәулік) нәтижесінде пайда болады.

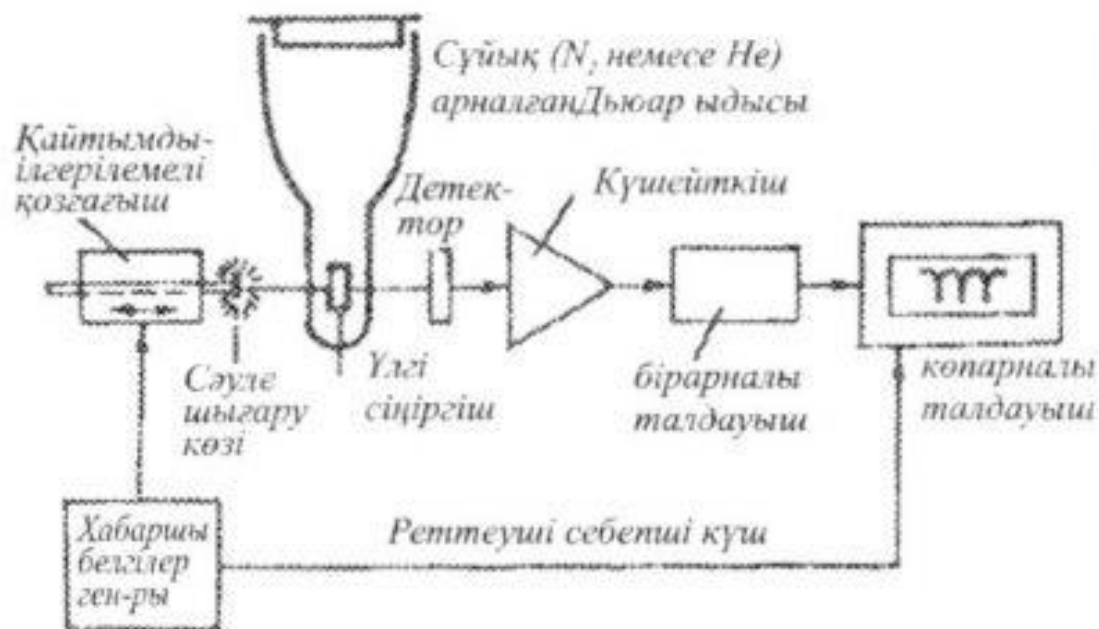
^{57}Fe -квантты боле отырып, лезде энергиясын жоғалтады. Қоздырылмаған ядромен резонансты сіңуі мына схема бойынша жүреді.



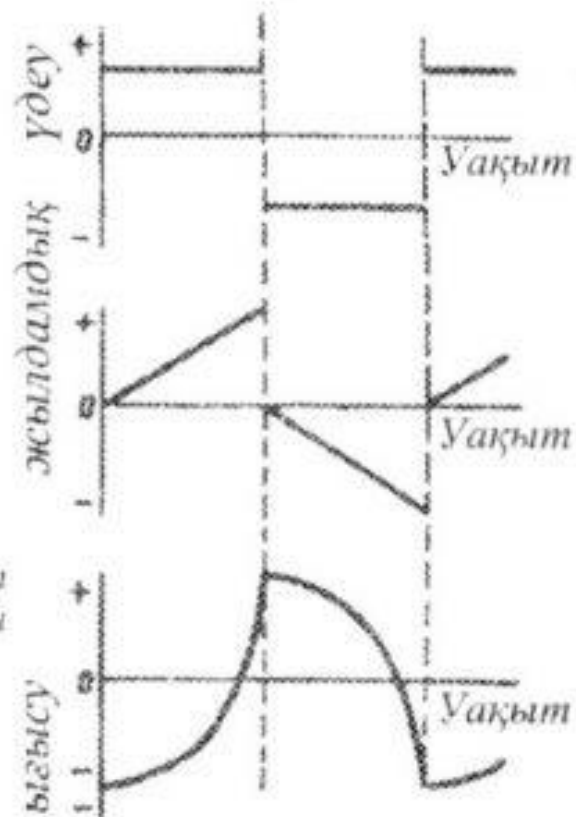
Дейтрондар (дейтерий ядросы) ағымымен темір ^{56}Fe нысананы сәулелендіргенде циклотронда радиоактивті кобальт алынады. Жаңадан түзілген ^{57}Co атомдары темірдің жұқа қаңылтырында жинақталады. Оны ЯГР - ядролық гамма резонансты спектрометрде пайдаланылады. Радиоактивтінің изотопынын өмір сүру ұзақтығы өте қысқа болғандықтан, кобальт - 57 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.

Мессбауэр спектрометрінің блок-схемасы суретте көрсетілген.



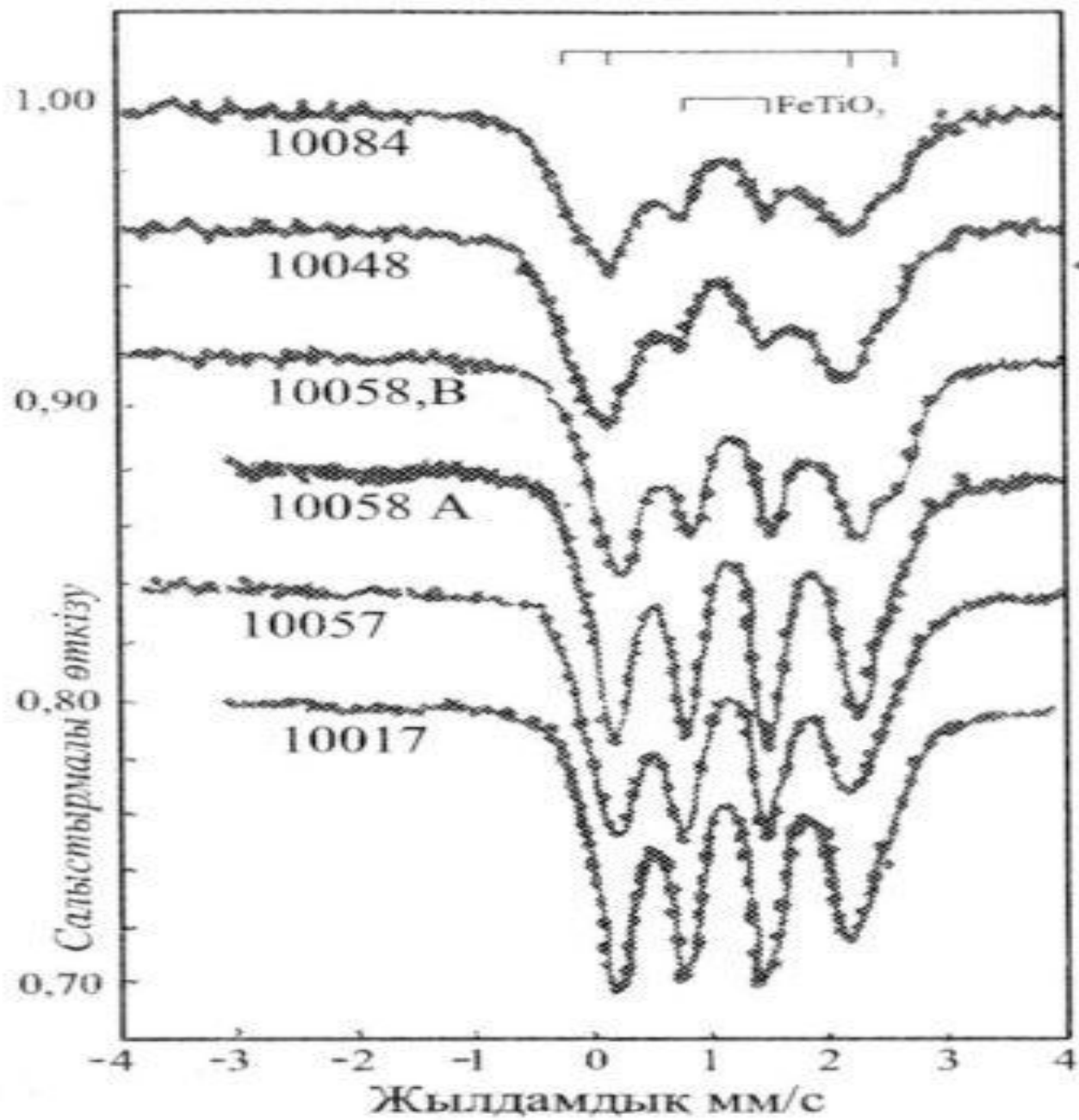
a)



б)

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. Суретте Ай бетінің қыртысы үлгілерінің Мессбауэр спектрлері көрсетілген. Қосылыс ұқсастығы белгілі жыныс спектрлерімен салыстыру арқылы жүргізген.



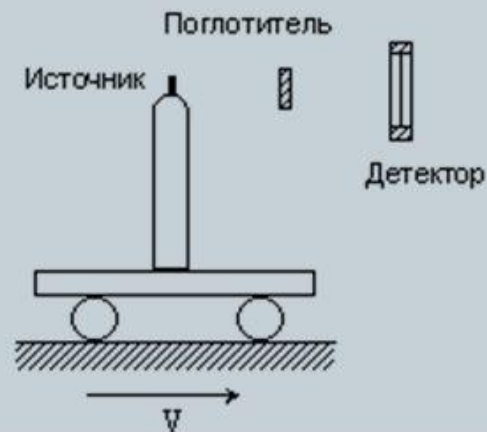
Ай қыртысы мен шаңының алты үлгісінің Мессбауэр спектрі, онда әр түрлі қатынастағы пироксен (құрамында темірі бар силикатты минералы) көрсетілген. Цифрмен жекеленген үлгілер белгіленген.

Сонымен Мессбауэр спектрі валенттілік күйі мен кристалдық құрылымы жайлы мәлімет береді. Бірақ құрамында осы әдіс сезімтал элементтер енетін кейбір қосылыстар үшін ғана береді. Сондай зерттелінген элементтер қатарына темір-57, никель-61, қалайы-119 сияқтылар енеді. Жалпы Мессбауэр эффектісі байқалатын отыздай элемент бар.

Открытие Мессбауэра



- В 1951г П.Б.Мун предложил компенсировать отдачу ядер при излучении путем механического перемещения источника при его движении навстречу ядрам приемника
- Однако Мессбауэр нашел более простой способ, в котором потеря на отдачу предотвращалась с самого начала



СОҢЫ