

## Мёссбауэр эффекті.

Көптеген элементтердің  $\alpha$ - және  $\beta$ -ыдырауында  $\gamma$ -сәуле ілесе шығарылады.  $\gamma$ -сәуле шығару, әдетте, радиоактивтің дербес түрі болып табылмайды. Ол ядро қозған күйден негізгі күйге ауысқанда пайда болады.

Атомдарға ұқсас, ядролардың дискретті энергия деңгейлері болады, бұлардың ең төменгі негізгі, қалғандары – қозған деңгейлер деп аталады. Негізгі күйде ядро мейлінше ұзақ ( $t \rightarrow \infty$ ) уақыт бола алады, сондықтан осы күйдегі энергия жеткілікті дәл анықталады да және санақ басы ретінде сайлап алуға болады. Ядроның қозған күйі ( $E_0$ ) реті  $10^{-8}$ - $10^{-9}$  с болатын өмір сүру уақытымен сипатталады. Қозған күйдің энергиясы дәл анықталған болмайды, оның деңгейі әрқашан біраз кеңейген және анықталмағандықтар қатынасынан анықталатын шектелген ені болады:

$$r = \frac{2\pi\hbar}{t} \quad (2.2.14)$$

${}^{191}_{77}\text{Ir}$  ядросы энергиясы  $E_0=129$  кэВ қозған күйден негізгі күйге ауысқанда  $\gamma$ -квант шығарады, осы жағдайда энергияның анықталмағандығы  $\Gamma \cong 4 \cdot 10^{-5}$  эВ болып шығады.  $\gamma$ -квант шығарғанда ядро  $\gamma$ -кванттың импульсына қарама-қарсы бағытталған импульс қабылдайды:

$$\vec{p}_\gamma = -\vec{p}_\gamma$$

яғни «серпім» пайда болады.

Массасы  $M$  ядро энергиясы  $E = h\nu$   $\gamma$ -квант шығаратын болсын. Осы жағдайда ядро «серпім» импульсын қабылдайды, ол мынаған тең

$$\vec{p} = -\frac{E}{c}\vec{n} \quad (2.2.15)$$

және кинетикалық энергия

$$E_k = \frac{E^2}{2Mc^2} \quad (2.2.15a)$$

қабылдайды ( $\vec{n}$ -бірлік вектор,  $\gamma$ -кванттың таралу бағытындағы).

Егер ядро еркін және бастапқыда тыныштықта болса, онда  $\gamma$ -квант энергиясы ядроның кинетикалық энергиясына тең серпім энергиясына кішірейді:

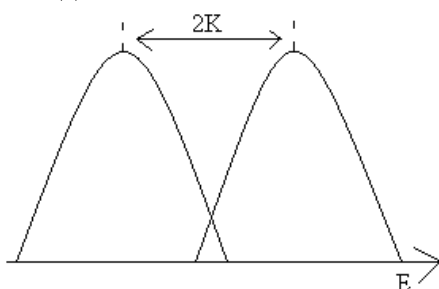
$$K = \frac{E^2}{2Mc^2} \quad (2.15b)$$

сонда  $h\nu_{\text{ш}} = E_0 - K < E_0$  болады.

Ядро квантты жұтқанда, оның энергиясының бір бөлігі ядроға кинетикалық энергия беруге жұмсалады. Сондықтан  $\gamma$ -кванттың энергиясы мынадай болуы тиіс:

$$h\nu_{\text{жс}} = E_0 + K > E_0$$

Сонымен, алғашында тыныштықта тұрған еркін ядролар үшін жұтылу сызығы мен шығарылу сызығы  $2K$  энергетикалық аралықпен бөлінген болады (2.5 сурет).  ${}^{191}_{77}\text{Ir}$  ядросы үшін  $E_0=129$  кэВ болатын қозған күй энергиясы  $K=0,05$  эВ серпім энергиясы сәйкес келеді.



Жұтылу сызығы мен шығарылу сызығы  $2K=0,1$ эВ энергетикалық аралықпен бөлінген, бұл деңгейдің  $\Gamma$  табиғи енінен едәуір үлкен.

$\gamma$ -сәуле өткенде затта фотоэффект, комптондық шашырау, электрон-позитрондық жұптың пайда болуы құбылыстарынан басқа, негізінде резонанстық эффектiлер де байқалуы тиіс.

2.5 сурет

Жиілігі ядроның негізгі күйден оған ең жақын қозған

күйге ауысуына сәйкес келетін  $\gamma$ -квантты ядроның жұту құбылысы резонанстық жұту деп аталады.

Егер ядросы  $\gamma$ -квант шығаратын атом кристалдық тордың түйінінде орналасқан болса, онда ол өзінің орнын өзгерте алмайды, яғни  $K$  серпім энергияны қатты дене қабылдайды. Бұл энергия өте аз және оны елемеуге болады, яғни  $K=0$  деп санауға болады. Осы жағдайда энергиялар бойынша ығысу іс жүзінде жойылады,  $\gamma$ -кванттардың шығару сызығының ені табиғи еніне тең кіші болады.  $\gamma$ -кванттардың серпімсіз резонанстық сәуле шығару (жұту) құбылысы Мёссбауэр эффекті деп аталады.

Мёссбауэр осы құбылысты 1958 ж. ашты (1961 ж. Нобель сыйлығы). Ол резонанстық жұтылу егер сәуле көзінің және сәуле жұтқыштың атомдары бұлардың орындары қатаң бекіген қатты денеде тұрған жағдайда ғана резонанстық жұтылу мүмкін болатынын көрсетті. Осы құбылысты бақылау үшін төмен температуралар қажет, өйткені температураны төмендету тепе-теңдік орын маңында атомдардың жылулық тербелістерін жояды.

Мёссбауэр эффект көмегімен атомдардың қатты денедегі амплитуда бойынша болмашы кіші тербелістерін анықтау және зерттеу мүмкін болды. Қатты дене ішінде оның құрылымына тәуелді магниттік және электрлік күштер әрекет етеді. Бұлар ядроға да әсер етеді. Осы әсер болмашы кіші, бірақ, Мёссбауэр эффекті бұларды анықтап және зерттеуге мүмкіндік береді.