

Радиоактивтік.

Радиоактивтік ыдыраудың негізгі заңы

Радиоактивтік – бір атомдық ядролардың бір немесе бірнеше бөлшек шығарып өздігінен ыдырау (басқа ядроларға түрлену) құбылысы (А. Беккерель, 1896 ж.). Осындай ыдырауға тек орнықсыз ядролар ұшырайды және ыдырауға ұшырайтын ядролар және бұларға сәйкес нуклидтер радиоактивті деп аталады. Радиоактивті ядро аналық ядро деп, ал ыдырау нәтижесінде пайда болған ядролар туынды ядролар деп аталады.

Радиоактивтік табиғи және жасанды болып бөлінеді. Біріншіге табиғатта кездесетін табиғи – радиоактивті ядролар, екіншіге лабораториялық жағдайларда ядролық реакциялар арқылы алынған ядролар жатады. Негізінде бұлардың бір – бірінен айырмашылығы жоқ. Екі жағдайда да радиоактивті түрлену бірдей заңдылықтарға бағынады.

Радиоактивтік – ядро ішкі процесс. Бұл радиоактивтікке радиоактивті заттың химиялық қосылыс түрі, агрегаттық күйі, үлкен қысымдар, өте жоғары температуралар, электр және магнит өрістері, яғни атомның электрондық қабықшасы күйінің өзгерісін тудыра алатын сыртқы әсерлер ықпал ете алмайтындығын көрсетеді.

Радиоактивті ыдырауда энергияның сақталу заңы орындалады:

$$M_a c^2 = M_T c^2 + \sum m_i c^2 + E_k \quad (2.2.1)$$

мұндағы M_a және M_T – аналық және туынды ядролардың массалары, m_i – ыдырау кезінде шығарылатын бөлшектердің массалары, E_k – ыдырау өнімдерінің кинетикалық энергиясы. (2.2.1) өрнек аналық ядро тыныштықта тұр деп ұйғарылып алынған.

Радиоактивті ыдырауда энергияның сақталу заңымен қатар, импульстің, импульс моментінің сақталу заңдары орындалуы тиіс.

Ыдырау өздігінен болуы үшін $E_k > 0$ болуы қажет. Бұл ыдырайтын ядро мен ыдырау өнімдері массалары мына шартты

$$M_a > M_T + \sum_i m_i$$

канағаттандыруы тиіс екендігін білдіреді.

Демек, радиоактивті ыдырау болудың қажетті шарты: бастапқы ядро массасы ыдырау нәтижесінде пайда болған өнімдер массаларының қосындысынан үлкен болуы тиіс. Сондықтан, әрбір радиоактивті ыдырау энергия бөлінуімен өтеді.

Радиоактивті ыдырауда физикалық табиғаты әртүрлі радиоактивті сәулелер: α -, β - және γ - сәулелер шығарылатындығы тағайындалған (Резерфорд, П. Кюри, М. Складовская - Кюри). Бұдан кейінгі зерттеулерде α -сәулелері – гелий иондарының ағыны, β - сәулелері – электрондар ағыны, ал γ - сәулелері - өте қысқа толқынды ($\sim 10^{-11}$ - 10^{-13} м) электромагниттік кванттар ағыны екендігі анықталды.

Радиоактивті ыдырау заңы. Ядроның ыдырауы – кездейсоқ оқиға, демек радиоактивтіктің уақытқа байланысты өзгерісі статистикалық заңдылыққа бағынуы тиіс. Сондықтан, да радиоактивті ыдырау заңдарынан шығатын қорытындылар ықтималдық сипатта болады. Мысалы, берілген ядроның дәл қашан ыдырайтынын алдын-ала болжап айтуға болмайды, оның қарастырылып отырған уақыт аралығында қандай ықтималдылықпен ыдырайтынын ғана көруге болады.

Радиоактивті заттың негізгі сипаттамаларының бірі – радиоактивті ыдырау тұрақтысы λ . Бұл әрбір жеке атомдық ядроның ыдырау ықтималдығын анықтайтын шама. Егер берілген уақыт мезетінде N радиоактивті ядролар болса, онда бұлардың dt уақыт аралығында санының кемуін мына қатынас анықтайды

$$-dN = \lambda N dt \quad (2.2.3)$$

$t=0$ болғанда радиоактивті ядролардың бастапқы саны $N = N_0$ деп алып, (2.2.3)-ті интегралдағанда мына өрнек алынады:

$$N = N_0 e^{-\lambda t} \quad (2.2.4)$$

яғни радиоактивті изотоптың ыдырамаған ядролар саны уақыт өткенде экспоненттік заң бойынша кемиді.

(2.2.4) өрнегі радиоактивті ыдыраудың негізгі заңы деп аталады.

Радиоактивті заттың активтігі A деп бірлік уақыт ішінде осы затта болатын ыдырау санын айтады. Егер dt уақыт аралығында радиоактивті заттың dN ядролары ыдырайтын болса, онда активтік $\left| \frac{dN}{dt} \right|$ -ға тең. (2.2.3)-ке сәйкес

$$\left| \frac{dN}{dt} \right| = \lambda N, \text{ яғни радиоактивті заттың активтігі}$$

$$A = \lambda N \quad (2.2.5)$$

яғни, λ ыдырау тұрақтысы мен радиоактивті заттағы әлі ыдырамаған N ядролар санының көбейтіндісіне тең. Радиоактивті заттың бірлік массасының активтігі меншікті активтік деп аталады.

Активтіктің СИ жүйесіндегі бірлігі беккерель (Бк), ол бір секундағы бір ыдырауға тең. Жүйеден тыс бірлік кюри (Ки) де қолданылады. $1\text{Ки}=3,7 \cdot 10^{10}\text{Бк}$.

λ тұрақты және A активтікпен қатар ыдырау процесі тағы екі шамамен: $T_{1/2}$ жартылай ыдырау периоды және ядроның τ орташа өмір сүру уақытымен сипатталады.

Жартылай ыдырау периоды $T_{1/2}$ деп осы уақыт ішінде бастапқы радиоактивті ядролардың жартысы ыдырайтын уақытты айтады. Осы анықтама бойынша

$$\frac{N_0}{2} = N_0 \exp(-\lambda T_{1/2}).$$

Осы теңдіктен $T_{1/2}$ анықталады:

$$T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{0,693}{\lambda} \quad (2.2.6)$$

Радиоактивті ядроның τ орташа өмір сүру уақыты. N_0 барлық ядролар ішінен $|dN| = \lambda N dt$ ядролар $(t, t + dt)$ уақыт аралығында ыдырайды. Демек, осы ядролардың әрқайсысының өмір сүру уақыты t -ға тең деп санауға болады. сонда, анықтама бойынша, ядроның орташа өмір сүру уақыты

$$\tau = \frac{\int_0^{\infty} t \lambda N dt}{N_0} = \lambda \int_0^{\infty} t e^{-\lambda t} dt = \frac{1}{\lambda} \quad (2.2.7)$$

Сонымен, радиоактивті ядроның орташа өмір сүру уақыты $\tau = \frac{1}{\lambda}$. λ және τ мәндері сыртқы жағдайлардан тәуелсіз, тек атом ядросының қасиеттерімен анықталады.