

Природна радиоактивност

Крајем XIX вијека откривено је да постоје нестабилна језгра у природи која се спонтано трансформишу прелазећи у стабилније изотопе. Те трансформације су праћене емитовањем одговарајућих честица и ослобађањем енергије.

Природна радиоактивност је појава спонтане трансформације нестабилних језгара у стабилније облике.

Радиоактивно зрачење је први случајно открио Анри Бекерел (*Henri Becquerel*) 1895. године. Он је изучавао фосфоресценцију, и примјетио је да уранова руда коју је случајно оставио у ладици заједно са фотографском плочом, на плочи оставља траг. Закључио је да уранова руда емитује некакво зрачење, које није могао да објасни.



Изучавање радиоактивности наставили су Пјер Кири (*Pierre Curie*) и Марија Кири (*Maria Curie*) који су из уранове руде издвојили јако радиоактивне елементе полонијум (*Po*) и радијум (*Ra*). За изучавање радиоактивности Марија Кири је добила двије Нобелове награде 1903. године



и 1911. године. Умрла је 1934. године, од леукемије узроковане прекомјерним радиоактивним зрачењем. Њихов рад је наставила њихова кћерка Ирена и њен муж Фредрико Жолио, који су такође добили Нобелову награду за изучавање радиоактивности.

Радиоактивни распади се дешавају у складу са одређеном вјероватноћом. То значи да се у неком радиоактивном узорку не може са сигурношћу предвидјети када ће се које језгро распасти, али можемо одредити колико језгара ће се распасти у одређеном интервалу. Константа која одређује радиоактивни распад је константа спада (λ).



Константа радиоактивног распада бројно је једнака вјероватноћи да се језгро распадне у јединици времена.

Мјерна јединица за константу распада је s^{-1} . Константа распада зависи само од врсте језгра, не и од спољашњих услова.

Дефиниција константе радиоактивног распада значи да ако супстанца у почетном тренутку садржи N радиоактивних језгара, онда ће се за вријеме dt њихов број смањити за dN при чему важи:

$$dN = -\lambda N dt$$

гдје знак минус значи да је промјена броја радиоактивних језгара негативан број, тј. њихов број се смањује. Ријешавањем ове диференцијалне једначине долази се до закона радиоактивног распада:

$$\frac{dN}{N} = -\lambda dt$$

интеграљењем овог израза добијамо:

$$\int \frac{dN}{N} = - \int \lambda dt$$

$$\ln N = -\lambda t + C$$

Интеграциону константу добијамо из почетног услова: на почетку ($t = 0$) број радиоактивних језгара је N_0 , па је $\ln N_0 = C$.

$$\ln N = -\lambda t + \ln N_0 \quad \rightarrow \quad \ln N - \ln N_0 = -\lambda t$$

$$\ln \frac{N}{N_0} = -\lambda t$$

$$N = N_0 e^{-\lambda t}$$



што представља **закон радиоактивног распада**. Дакле, број радиоактивних језгара се експоненцијално смањује током времена.

Радиоактивни распад описује и временом полураспада:

Вријеме полураспада је вријеме за које се број радиоактивних језгара преполови.

Можемо га израчунати из закона радиоактивног распада. За вријеме полураспада (T), број радиоактивних језгара се преполови ($N = \frac{N_0}{2}$):

$$\frac{N_0}{2} = N_0 e^{-\lambda T}$$

$$e^{-\lambda T} = \frac{1}{2}$$

$$\lambda T = \ln 2$$

$$T = \frac{\ln 2}{\lambda}$$

На основу закона радиоактивног распада може се утврдити вријеме старости узорка органских твари. Наиме, у органским тварима се налази угљеник при чему је заступљен и његов радиоактивни изотоп ${}^6\text{C}^{14}$. У живим организмима, концентрација тог изотопа се скоро не мијења. Изумрли организми престају да гомилају тај изотоп из атмосфере, па се његова концентрација смањује у складу са законом радиоактивног распада. Ова метода се назива **датирање угљеником**.

Брзина распада радиоактивне супстанце је одређена активношћу извора:

Активност радиоактивног извора једнака је броју језгара која се распадне у јединици времена:

$$A = \frac{|dN|}{dt}$$

гдје је dN број језгара која се распаду за вријеме dt . Јединица за активност је **бекерел** (Bq). Кориштењем закона радиоактивног распада долазимо и до формуле:

$$A = -\lambda N_0 e^{-\lambda t}$$

$$A = \lambda N \quad \text{или} \quad A = A_0 e^{-\lambda t}$$

гдје је A_0 почетна активност радиоактивног извора.

При радиоактивном распаду језгара може се десити да новонастала језгра (потомци) такође буду радиоактивна. Таква језгра се даље распадају и то се назива **радиоактивни низ**.

У природи постоје три радиоактивна низа: уранијумов ${}_{92}\text{U}^{238}$, актинијумов ${}_{92}\text{U}^{235}$ и торијумов ${}_{90}\text{Th}^{232}$. Постоји и један вјештачки радиоактивни низ: нептунијумов ${}_{93}\text{Np}^{237}$.

Ако је предак дугоживјеће језгро, а потомак краткоживјеће, након одређеног времена се успоставља равнотежа изједначавањем активности претка и потомака:

$$\lambda N_1 = \lambda N_2 = \lambda N_3 = \dots$$

