

Gama žiarenie

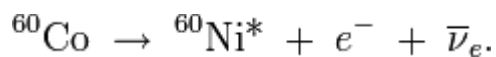
Žiarenie gama (γ) je vysoko energetické elektromagnetické žiarenie vznikajúce pri rádioaktívnych a iných jadrových dejoch. Žiarenie gama je druh ionizujúceho žiarenia. Do materiálov preniká lepšie ako žiarenie alfa, alebo beta.

Žiarenie gama je často definované ako žiarenie s vlnovou dĺžkou $10^{-8} - 10^{-9}$ m. Do tohto spektra patrí aj röntgenové žiarenie. Fyzikálny rozdiel medzi gama žiarením a röntgenovým žiarením nejestvuje, žiarenia sa líšia len svojim zdrojom.

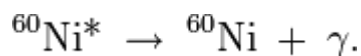
Zdroj žiarenia

Gama žiarenie často vzniká spolu s alfa či beta žiarením pri rádioaktívnom rozpade jadier atómov. Keď jadro vyžiari časticu α alebo β , nové jadro môže byť v excitovanom stave. Do nižšieho energetického stavu môže prejsť vyžiarením fotónu gama žiarenia.

Príkladom môže byť beta rozpad kobaltu-60 ^{60}Co na nikel-60 ^{60}Ni , pri ktorom v prvom stupni najprv jadro kobaltu vyšle časticu β (teda elektrón e^-) a elektrónové antineutríno $\bar{\nu}_e$ a premení sa na jadro niklu v excitovanom stave:



Potom sa novo vzniknuté excitované jadro zbaví prebytočnej energie vyžiarením kvanta žiarenia gama:



Fyziologické účinky

Aj keď je žiarenie gama menej ionizujúce ako α i β , je pre živé organizmy vrátane človeka nebezpečné. Spôsobuje podobné poškodenia ako röntgenové žiarenie: popáleniny, rakovinu, mutácie. Preto je nutné sa pred účinkami gama žiarenia chrániť. Žiarenie gama by pri prípadnom nukleárnom konflikte spôsobilo najviac úmrtí.

Poškodzuje orgány živých organizmov pri zvýšených dávkach. Dávky sa merajú v Grayoch ($1 \text{ Gy} = \text{J/kg}$). Ožiarenie živočícha alebo osoby nad 1 Gy spôsobuje akútnu chorobu z ožiarenia. Prejavuje sa poškodením tkanív a buniek v tele, ktoré sa intenzívne delia. Z toho vyplýva, že vysoké dávky žiarenia poškodia embryo v matkinom tele, prudko znížia hladiny erytrocytov, leukocytov a trombocytov v krvi. Poškodený epitel predstavuje výborné miesto na osídlenie mikroorganizmami. Na koži pozorujeme epiláciu (stratu vlasov).

Interakcia s hmotou

Žiarenie gama reaguje s materiálmi troma hlavnými spôsobmi. fotoelektrickým javom, Comptonovým javom a vznikom elektrón-pozitrónového páru. Z nich prvé dva spôsobujú ionizáciu atómov s ktorými sa kvantá dostanú do interakcie.

Fotoelektrický jav vzniká, keď fotón γ interaguje s elektrónom na orbite atómu a predá mu všetku energiu, čo elektrónu umožní popustiť atóm. Kinetická energia uvoľneného elektrónu sa rovná energii fotónu γ znížené o väzobnú energiu elektrónu ktorou bol pôvodne viazaný v atóme. Fotoelektrický jav je dominantný mechanizmus výmeny energie pre rentgenové žiarenie a gama žiarenie s energiou pod 50 keV , u energetickejších prevažujú iné formy výmeny.

Comptonov jav nazývaný tiež **Comptonov rozptyl** či **Compton-Debyeov jav** je interakcia fotónu s voľným, alebo slabo viazaným orbitálnym elektrónom, pri ktorom časť energie fotónu umožní únik elektrónu z atómu a zvyšok energie je vyžiarený v podobe menej energetickeho fotónu. Tento jav je dominantný pre fotóny γ o energiách 100 keV až 10 MeV; pri jadrovom výbuchu je v tomto rozsahu energií vyžiarená väčšina fotónov žiarenia gama. Comptonov jav je relatívne nezávislý na atómovom čísle interagujúceho materiálu.

Vznik elektron-pozitronového páru nastáva pri prelete fotónu v dosahu coulombovskej sily jadra. Energia fotónu je využitá na vznik páru elektrón-pozitron. Na vznik týchto častíc je potrebné 1,02 MeV, (čo je energetický ekvivalent dvoch kludových hmotností elektrónu), zvyšná energia sa zmení na kinetickú energiu vznikajúceho páru a jadra. Pozitron má veľmi krátky čas rozpadu. Behom asi 10^{-8} s anihiluje s voľným elektrónom pri vyžiarení dvoch gama fotónov s energiou po 511 keV.

Tienenie gama žiarenia

Na pohltenie žiarenia γ je potrebné veľkú masu materiálu. Najvhodnejšie sú materiály s vysokým atómovým číslom a vysokou hustotou. Čím energetickejšie je žiarenie, tým hrubší materiál na tienenie je potrebný. Schopnosť materiálu pohlcovať žiarenie spravidla vyjadrujeme polohrúbkou materiálu, t.j. hrúbkou cez ktorú prejde žiarenie gama zníži svoju intenzitu na polovicu. Napríklad žiarenie γ , s intenzitou 1 cm **olova** zredukuje na 50 %, bude mať polovičnú intenzitu tiež po prechode cez 6 cm **betónu**.

Použitie

Vysoko-energetická povaha žiarenia gama z neho vytvára účinný prostriedok na hubenie baktérií a plesní, čo sa využíva pri sterilizácii lekárskeho nástrojov, alebo pri ošetrovaní potravín. Používa sa tiež na červotočom napadnuté staré drevené umelecké diela, ktoré by chemikálie mohli poškodiť.

Aj keď žiarenie gama samo osebe spôsobuje rakovinu, používa sa aj pri jej liečení. Prístroj gama nôž využíva niekoľko nízkoenergetických lúčov z rôznych smerov, ktoré sa pretnú v mieste nádoru a tým vytvoria vysokoenergetický bod, ktorý dokáže zničiť napadnutú bunku. Nízkoenergetický lúč samotný pritom bunky nezničí.

Využíva sa tiež v nukleárnej medicíne pre diagnostické účely. Ako zdroj žiarenia sa používajú rádioizotopy napr. technécium-99m.

História

Žiarenie gama objavil francúzsky chemik a fyzik Paul Ulrich Villard v roku 1900 pri štúdiu uránu.

Zpočiatku sa myslelo, že žiarenie γ má časticovú povahu, rovnako ako α a β . Britský fyzik William Henry Bragg v roku 1910 ukázal jeho vlnový charakter tým, že ionizuje plyn obdobne ako rontgenové žiarenie.

V r. 1914 Ernest Rutherford a Edward Andrade dokázali zmeraním jeho vlnovej dĺžky pomocou rontgenovej kryštalografie, že žiarenie gama je druh elektromagnetického žiarenia. Pomenovanie „žiarenie gama“ zaviedol Ernest Rutherford ako obdobu alfa a beta žiarenia ešte v dobe, keď nebol známy rozdiel vo fyzikálnej podstate týchto druhov žiarenia.