

Radioaktiivsus

Radioaktiivsust põhjustavad aatomituuma omadused. Aatomituumad koosnevad omakorda elementaarsematest osakestest – positiivse elektrilaenguga prootonitest ja elektrilaenguta neutronitest.

Prootonite arv tuumas määrab, millise keemilise lihtaine ehk elemendiga on tegu. Erinevaid keemilisi lihtaineid on praeguseks teada 118. Neist 98 esineb looduses, kuid elementide perioodilisuse tabelis pärast 92. elementi – uraani – väga vähesel määral. Viimased kümme elementi on saadud laboris.

Sama keemilise aine aatomituumad ei ole kõik ühesuguse struktuuriga, vaid võivad erineda neutronite arvu poolest. Aine keemilised omadused sellest ei muutu, sest need on määratud tuuma elektrilaenguga, mis sõltub prootonite arvust tuumas. Selliseid sama keemilise aine erineva tuumastruktuuriga teisendeid nimetatakse **isotoopideks**. Looduslik keemiline aine on selle aine isotoopide segu.

Mitte kõik võimalikud aatomituuma struktuurid ei ole ajas püsivad ehk stabiilsed. Selgub, et absoluutne enamus neist ei ole. Mingil ühe aatomituuma puhul ennustamatul ajahetkel toimub teatud struktuuriga tuumas iseeneslik muundumine (kui tuumaosakeste arv sellise muundumise käigus muutub, nimetatakse muundumist ka lagunemiseks), mille käigus vabaneb energia – kiirgub osake, mis selle energia ära kannab. Selles seisnebki radioaktiivsuse olemus.

Radioaktiivsuse avastas 1896. aastal Henri Becquerel, kelle nime kannab ka (radio)aktiivsuse mõõtühik bekerell (Bq). Kiirgusallika aktiivsus on 1 Bq, kui ühes sekundis toimub kiirgusallika aines keskmiselt üks tuumamuundumine. Radioaktiivsuse olemuse mõistmiseni läks märksa rohkem aega – et aatomil on tuum, avastati alles 1911.

Enamasti on ainetel nii stabiilseid kui ka radioaktiivseid isotoope. Ka kõige lihtsamal ainel – vesinikul – on kaks stabiilset isotoopi ja radioaktiivne isotoop tritium. Elementide perioodilisuse süsteemis viimane element, millel veel on stabiilseid isotoope, on element nr 82 – plii. Plii kõige raskem stabiilne isotoop on Pb-208, kus 208 tähistab prootonite ja neutronite koguarvu aatomituumas. Kõigil järgnevatel ainetel on ainult radioaktiivsed isotoobid. Kui isotoobi tähises tuumaosakeste koguarvu näitav number on suurem kui 208, siis teame, et antud isotoop on radioaktiivne, kuid nagu eespool öeldud, on radioaktiivseid isotoope ka kergematel ainetel. Kui elemente on teada 118, siis erinevaid isotoope on üle 3000, neist enamik on radioaktiivsed.

Uuringute käigus on selgunud, et looduslikku radioaktiivsust esineb olemuselt kahte erinevat liiki.

Ühe puhul eraldub tuumast kahest prootonist ja kahest neutronist koosnev nn alfaosake (mis sisuliselt on heeliumi aatomi tuum). Nii tekkivat kiirgust nimetatakse **alfakiirguseks**. Kuna esialgne tuum kaotab kaks prootonit, muundub ta antud protsessi käigus elementide perioodilisuse tabelis kaks lahtrit vasakul oleva aine tuumaks. Tuumaosakeste koguarv väheneb nelja võrra.

Teise puhul muundub tuumas üks neutronitest iseeneslikult prootoniks (neutroni mass on prootoni omast pisut suurem, mistõttu vastav muundumine on energia jäävuse seadust rikkumata võimalik) ning lisandunud positiivse elektrilaengu kompenseerimiseks tekib veel negatiivse laenguga elektron, mis tuumast kiirgub. Nii tekkivat kiirgust nimetatakse **beetakiirguseks**. Kuna esialgses tuumas tekkis täiendav prooton, muundub tuum perioodilisuse tabelis lahter paremal paikneva aine tuumaks. Tuumaosakeste koguarv ei muutu.

Mõlemal juhul on tekkinud uue aine aatomituum tavaliselt oma mitte kõige väiksema võimaliku energiaga olekus, vaid nn ergastatud olekus, millest sekundi murdosa jooksul toimub üleminek põhiolekusse, mille käigus omakorda vabaneb energia elektromagnetilise kiirguse kvandi ehk footoni näol. Seda elektromagnetilise kiirguse liiki nimetatakse kvandi suure energia tõttu muust elektromagnetkiirgusest (nähtav valgus, raadiolained, soojuskiirgus) eristamiseks **gammakiirguseks**.

Niisiis kaasneb nii alfa- kui ka beetakiirgusega gammakiirgus. Kuna alfa- ja beetakiirguse kandjateks on elektriliselt laetud osakesed, neelduvad need kiirgusliigid keskkonnas kiiresti – alfakiirgus õhus juba paari sentimeetri, beetakiirgus mõne meetri läbimisel. Seega looduskeskkonnas kaugemale ulatuva mõju mõttes on oluline gammakiirgus. **Looduslikust kiirgusfoonist rääkides peetaksegi silmas gammakiirgust.**

Kui üksiku tuuma puhul on muundumise hetk ettearvamatult, siis suure hulga sama isotoobi tuumade puhul ilmneb neid muundumisi ehk tekkiva kiirguse intensiivsust jälgides, et igal isotoobil on oma iseloomulik aeg, kui kiiresti kiirguse intensiivsus ajas väheneb. Aega, mille jooksul esialgse isotoobi kiirguse intensiivsus väheneb poole võrra, nimetatakse selle isotoobi poolestusajaks. Sisuliselt tähendab poolestusaeg aega, mille jooksul pool esialgsetest isotoobi tuumadest on teise aine, nn tütarisotoobi tuumadeks muundunud. Aja jooksul ainehulga radioaktiivsus väheneb, kuna energia kiirgamise käigus aine radioaktiivse isotoobi aatomid muunduvad teise aine aatomiteks. Need teise aine aatomituumad võivad omakorda olla radioaktiivsed, kuid neid ei saa olla rohkem kui aatomituumi, millest nad tekkisid, ning lõpuks jõuavad kõik järjestikused lagunemised stabiilse tuumani, mis enam edasi ei lagune ja aine enam ei kiirga.

Kui radioaktiivsuse kui nähtuse käigus radioaktiivne tuum olemast lakkab, siis miks radioaktiivsus endiselt püsib?

Põhjus on selles, et mõnede raskete elementide isotoopide poolestusajad on väga pikad. Näiteks looduses kõige enam levinud uraani isotoobil U-238 on see ligikaudu neli ja pool miljardit aastat. Toorium-232-l üle 14 miljardi aasta. Eespool mainiti, et kõik isotoobid tuumaosakeste koguarvuga üle 208 on radioaktiivsed ja tuumaosakeste koguarv ühe radioaktiivse muundumise käigus väheneb maksimaalselt nelja võrra. See tähendab, et uraani ja tooriumi lagunemisel tekkivad tütarisotopid on omakorda radioaktiivsed, mille lagunemine võtab aega jne.

Seega saab järeldada, et inimkonna ajaloo ja inimese eluea mastaabis on radioaktiivsus alati olnud ja alati jäädvoodanud. Kogu evolutsiooni jooksul on elu Maal selle nähtusega – nagu ka kõigi teiste võimalike negatiivsete mõjude avaldada võivate loodusnähtustega – teatud ulatuses kohanenud.

Looduslikul kiirgusfoonil on kaks põhilist allikat. Kosmosest tulev kiirgus, mis osaliselt neeldub Maa atmosfääris ja maakoore koostises sisalduvate ainete tekitatud kiirgus. Maakera eri paigus ja ka ühe riigi ulatuses võib looduslik kiirgusfoon suurel määral (kümnetes kordades) erineda. Kosmilise kiirguse intensiivsus sõltub laiuskraadist ja kõrgmäestike olemasolust – kõrgemal on varjestav atmosfäär õhem ja hõredam.

Eesti geograafiline ulatus on väike ja mäestikud puuduvad. Seetõttu on kosmilise kiirguse intensiivsus Eesti eri paigus enam-vähem samasugune. Intensiivsus muutub vaid kiirguse enda muutlikkuse tõttu, mis sõltub eelkõige Päikese aktiivsusest. Maakoore koostis sõltub geoloogilisest evolutsioonist ja võib suurel määral erineda ka väikeste piirkondade puhul. Näiteks asuvad Eestis kõige radioisotoopide rikkamad mineraalid põhjarannikul ja eriti Kirde-Eestis, mistõttu on looduslik kiirgusfoon Ida-Virumaal kohati kolm korda kõrgem kui Lääne-Eestis. Soome lõunarannikul, kus graniidilasundid asuvad maapinna lähedal või otse maapinnal, pole omakorda haruldane kaks korda kõrgem kiirgusfoon kui Ida-Virumaal.

- ✕ Eesti maakoore geoloogilise koostise ja sellega seonduva pinnase looduskiirguse kohta on kõige põhjalikum infoallikas endise Eesti Geoloogiakeskuse, praeguse Eesti Geoloogiateenistuse poolt 2017. aastal välja antud „**Eesti pinnase radooniriski ja looduskiirguse atlas**“.

Maakeral on asustatud piirkondi (Iraanis, Hiinas, Indias, Brasiilias), kus looduslik foon on kümneid kordi kõrgem kui Eestis, ilma et sealset elanikkonda käsitlevate tervisealaste teadusuuringutega oleks tuvastatud ioniseeriva kiirguse kui võimaliku põhjusega seostatavate tervisekahjustuste suurem sagedus võrreldes madalama kiirgusfooniga piirkondade elanikega. Ka neis piirkondades jäävad looduslikust kiiritusest saadavad aastased doosid mitmeid kordi madalamaks kiirgusdoosidest, mille puhul on statistiliselt tõestatav seos kiirgusdoosi suuruse ja vähiriski suurenemise vahel.

Viimati uuendatud 13.03.2025