



Gammasäteilyn absorptio

1. Radioaktiivisuus

Luonnossa esiintyvien alkuaineiden ytimistä vain osa pysyy muuttumattomina rajattoman kauan. Kun ne ovat pysyviä eli stabiileja ytimiä, niiden energia on pienimmillään eli ydin on perustilassa. Joidenkin alkuaineiden ytimet ovat viritystilassa, jolloin ne ovat epästabiileja. Perustilaan pyrkiessään ydin emittoi säteilykvantin tai hiukkasen. Tätä tiettyjen alkuaineiden ominaisuutta kutsutaan radioaktiivisuudeksi.

Säteily yleisessä merkityksessä tarkoittaa hiukkasten tai sähkömagneettisen aallon (fotonisäteilyn) emissiota ja etenemistä. Useimmat radioaktiiviset aineet lähettävät hiukkasista koostuvaa α - tai β -säteilyä tai lyhytaaltoista sähkömagneettista γ -säteilyä.

2. g -säteilyn käyttäytyminen väliaineessa

Gammakvantti voi hävitä väliaineessa valosähköisessä ilmiössä, jossa osa kvantin energiasta kuluu elektronin irrottamiseen ja loppuosa jää irronneen elektronin liike-energiaksi. Jos taas gammafotoni törmää vapaaseen tai heikosti sidottuun elektroniin, voi tapahtua Comptonin ilmiö, missä fotonin liikesuunta muuttuu ja sen energia vähenee elektronin saadessa siitä osan törmäyksessä. Jos fotonin energia on suurempi kuin 1.022MeV, voi ytimen sähkökentässä tapahtua parinmuodostus eli gammakvantti häviää ja tilalle ilmestyy elektronin ja positronin käsittävä hiukkaspari. Parinmuodostuksessa energia muuttuu aineeksi.

Yhdensuuntaisessa fotonisuihkussa jäljellä olevien gammafotonien määrä vähenee eksponentiaalisesti väliainekerroksen paksuuden kasvaessa. Samoin väliaineen tiheys vaikuttaa siihen kuinka paljon säteilyä pääsee väliaineen läpi. Tästä syystä lyijy tiheänä aineena on hyvä suoja gammasäteilyä vastaan. Koska gammasäteily on korkeaenergistä säteilyä ja sillä on ominaisuus tukeutua tehokkaasti väliaineeseen, se on erittäin vaarallista elävälle kudokselle. Koska säteily aiheuttaa myös elävässä kudoksessa ionisoitumista, se voi riittävän intensiivisen säteilyn yhteydessä aiheuttaa palovammoja, syöpää ja jopa kuoleman.

3. Laboratoriotyö

Laboratoriotyössä määritetään gammasäteilyn heikennyskerroin lyijylle. Ensin mitataan taustasäteilyn suuruus ilman säteilylähdettä. Sitten mitataan säteilylähdettä käyttäen ilmaisimeen tulevan säteilyn suuruus useita kertoja aina kasvattamalla väliainekerroksen paksuutta säteilylähteen ja ilmaisimen välillä. Tulosten perusteella määritetään väliaineelle (lyijylle) heikennyskerroin. Suoritetaan kymmenen mittausta joista jokainen kestää viisi minuuttia. Ensimmäinen mittaus suoritetaan ilman säteilylähdettä ja näin selvitetään taustasäteilyn suuruus eli montako säteilykvanttia ilmaisimen rekisteröi tämän viiden minuutin aikana. Seuraavissa mittauksissa otetaan mukaan säteilylähde ja kasvatetaan väliainekerrosta vähitellen sekä merkitään aina ylös säteilyilmaisimen ilmoittama lukema. Tuloksia tarkastellessa on taustasäteilyn osuus vähennettävä ilmaisimeen rekisteröidystä luvusta.

4. Mittaustulokset

Taulukossa 4.1 on saadut mittaustulokset.

n	=	lyijylevyjen lkm (yhden levyn paksuus 0.95mm)
N_T	=	pulssimäärä (taustasäteily)
x	=	väliainekerroksen paksuus (mm)
N_m	=	mitattu pulssimäärä
N	=	säteilylähteen aiheuttama pulssimäärä $N=N_m-N_T$

Säteilyn ilmaisimena käytetty mittari:

Wallac SCALER SC-33
-mittausjännite 600V

Säteilylähde:

Koboltti 60 185kBq (5 μ Ci)

Taulukko 4.1 Mittaustulokset

Mittaus nro	n / kpl	x / mm	N_T / kpl	N_m / kpl	N / kpl
1	-	-	169	-	-
2	0	0		2832	2663
3	1	0,95		2133	1964
4	2	1,90		2097	1928
5	3	2,85		1980	1811
6	5	4,75		1848	1679
7	7	6,65		1609	1440
8	9	8,55		1502	1333
9	11	10,45		1257	1085
10	13	12,35		1229	1060

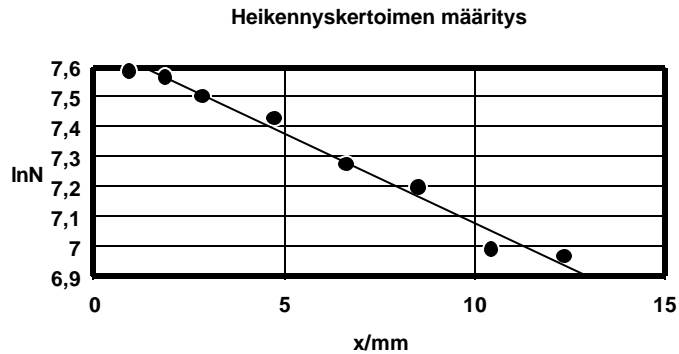
5. Lasketut tulokset

Kun väliainekerroksen paksuus sijoitetaan koordinaatistoon x-akselille ja pulssimäärän luonnollinen logaritmi $\ln N$ y-akselille, saadaan piirtyvän suoran kulmakertoimen itseisarvosta heikennyskerroin μ . Taulukossa 5.1 lasketut $\ln N$:n lasketut arvot ja vastaavat x:n arvot

taulukko 5.1

x / mm	$\ln N$
0,95	7,583
1,90	7,564
2,85	7,501
4,75	7,426
6,65	7,272
8,55	7,195
10,45	6,989
12,35	6,966

Kun taulukon 5.1 arvot sijoitetaan koordinaatistoon saadaan kaavion 5.1 mukainen kuvaaja.



Kaavio 5.1 Heikennyskertoimen määrittäminen

Kulmakertoimen määrittämiseksi suora sovitettiin pistejoukkoon tieteislaskimen avulla

Laskin ilmoitti kulmakertoimen itseisarvoksi (heikennyskertoimeksi):

$$\mu = 0,0588\text{mm}^{-1} = 58.8\text{m}^{-1}$$

josta voidaan laskea puoliintumispaksuus $d_{1/2}$

$$(1) \quad d_{1/2} = \ln 2 / \mu = \ln 2 / 0.0588\text{mm}^{-1} = 11.78\text{mm}$$

ja massaheikennyskerroin μ_m kun tiedetään lyijyn tiheys $\rho = 11.3\text{kg/dm}^3$

$$(2) \quad \mu_m = \mu / \rho = 58.8\text{m}^{-1} / 11.3\text{kg/dm}^3 = 0.426 \text{ dm}^3/\text{kg}$$

6. Virhetarkastelu

Kulmakertoimen keskihajonta saadaan kaavasta

(3)

$$s_a = \sqrt{\frac{1}{n-2} \left[\frac{n \sum y^2 - (\sum y)^2}{n \sum x^2 - (\sum x)^2} - a^2 \right]} = \sqrt{\frac{1}{8-2} \left[\frac{8 \cdot 428,15 - (58,50)^2}{8 \cdot 414,24 - (48,45)^2} - (-0,0588)^2 \right]}$$

$$s_a \approx 0.0033$$

7. Lopputulos

Lyijyn heikennyskerroimeksi gammasäteilylle saatiin

$$\mu = (0.0588 \pm 0.0033)\text{mm}^{-1}$$