



Compton-effekten

Med den här utrustningen kan du studera energin i Compton-spridd gammastrålning. Gammakvanter (fotoner) kan förlora energi vid kollisioner med löst bundna elektroner. Den återstående energin hos de spridda kvantorna beror på avböjningsvinkeln.

Ekvationen som beskriver förhållandet finns i slutet av den här handboken.

Beskrivning

Satsen består av en central hållare med en blyavskiljare som förhindrar att direkt strålning från källan når detektorn. Hållaren har en plattform med justerskruvar som bär upp två aluminiumskal. Dessa skal är utformade så att spridningsvinklarna för de gammakvanta som sprids i riktning mot detektorn blir ungefär lika stora. Det sker ingen fokusering, men kvanta som sprids i andra vinklar kommer att missa detektorn. De två skaluppsättningarna ger en spridningsvinkel θ på cirka 60° respektive 90° .

Utrustningen utnyttjar en välkänd geometrisk teori om en cirkels mitt- och inskrivna vinklar.

Tillämpat på denna utrustning säger teoremet att om källan och detektorn placeras som två punkter S och D på omkretsen av en cirkel, kommer alla punkter på bågen mellan dem att "se" samma vinkel från S till D. Om bågen roteras runt en axel genom S och D kommer en oändligt tunn version av skalerna i uppsättningen att bildas.

För att få mer än oändligt små räknehastigheter görs skalerna lite tjockare - priset för detta är en något sämre definition av vinkeln.

Förutom denna uppsättning (5190.00) krävs följande utrustning:

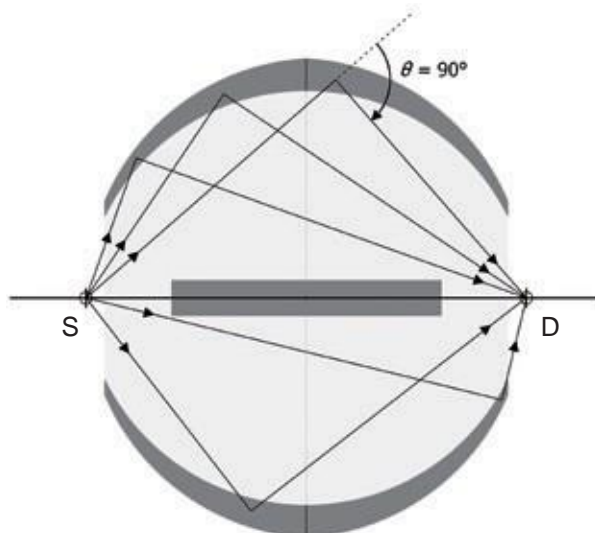
- 5180.00 Flerkanalig analysator
- 5185,00 Scintillationsdetektor
- 5141.80 Källhållare för exp. bänk, enkel *)
- 5141.02 Skena för montering av bänk, 40 cm
- 2946.10 Glidande sadel (2 st.)
- 5100.30 Gammakälla; Cs-137 *)

*) Se avsnittet om hårdvarukompatibilitet nedan om andra källor ska användas.

Anslutningen till detektorn får inte ändras när flerkanalsanalysatorn är strömförsörjd:

Anslut **först** detektorn till MCA - **sedan** anslut USB-kabeln till datorn.

När du är klar måste du **först** koppla bort USB-anslutningen - **ta sedan** bort kablarna till detektorn



Bas

För tydlighetens skull kommer denna guide för Compton Scattering-uppsättningen inte att beskriva användningen av programmet GaSp på en "klick-för-klick-nivå".

Guiden till flerkanalanalysatorn bör finnas till hands under arbetet!

En gammatopp bör anpassas i GaSp genom att skapa en ROI (Region Of Interest). Kalibreringen utförs i panelen med samma namn. Båda beskrivs i detalj i manualen.

FÖRFARANDE

1 - Kalibrering av energi

För att kalibrera utrustningen är det bäst att ha källor med gammaenergi i det område som ska undersökas. Med en Cs-137-källa får du alla ytterligheter täckta: 662 keV (gamma) och 32 keV (röntgen). Om du har ett radioaktivt mineralprov finns det en god chans att du kan använda de tre distinkta topparna från Pb-214 vid 242, 295 och 352 keV och Bi-214-toppen vid 609 keV.

Placera Cs-137-källan nära detektorn och ställ in detektorparametrarna så att spektrumet avviker markant på x-axeln, men med tillräckligt utrymme för hela spektrumet.

Låt programmet köra tills tillräcklig statistik för en exakt bestämning av fototoppens läge har uppnåtts. Använd programmets anpassningsmöjlighet och notera kanalnumret.

Upprepa för de återstående energierna som ska användas. Ange data i kalibreringspanelen.

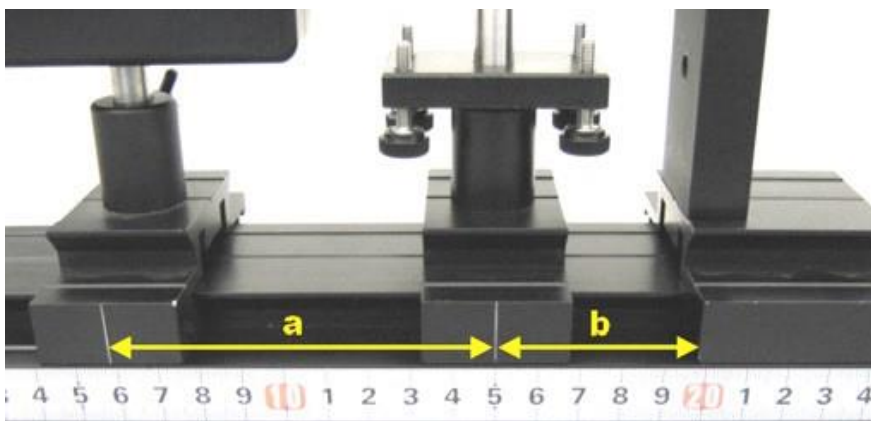
Kalibreringen kan sparas i en fil.

OBS! Se till att **inte** ändra hårdvaruparametrarna under resten av experimentet!

2 - Inställning

Fästskruvarna vid källhållarens bas och de glidande sadlarna måste vara vända åt samma håll.

Justera blyabsorbenten och detektorns höjd så att den motsvarar strålkällans höjd över rälsen. Absorbenten måste noggrant riktas in parallellt med skenans längdriktning.



Några användbara mätningar i längsgående riktning:

Den radioaktiva substansen i gammakällan 510030 är placerad ca 2,5 mm från dess spets - dvs. 3,5 mm bakom källhållarens framsida när källan är helt inskruvad. Vid användning av andra strålkällor: inhämta relevant information från din leverantör och korrigera geometriparametrarna nedan i enlighet med detta.

Det är ca 1 mm från detektorhusets framsida till ytan på CsI-kristallen i detektorn. Själva kristallen är 15 mm lång - det är alltså 8,5 mm från detektorns framsida till kristallens mitt.

Avståndet från centrum av uppställningen till de två perifera punkterna (resp. källa och detektor) är för 90° spridning 36,7 mm. För 60° spridning: 62,7 mm.

Måttbandet på skenan kan vara till god hjälp! Det finns en centrummarkering på glidskenorna; för källhållaren måste du använda kanten på basen.

I praktiken kan du lita på dessa avstånd:

	(a)	(b)
Vinkel	Från sadel, centrum till sadel, detektor	Från sadel, centrum till kant, källhållare
90°	91 mm	48,5 mm
60°	117 mm	74,5 mm

Åtminstone för 90° måste du flytta bort källan och detektorn när du monterar och tar bort skalerna. Om du antecknar alla positioner är det lätt att återgå till de korrekta förhållandena.

Skruvarna måste justeras så att skalens kanter är vertikala och passar ihop. De cirkulära delarna av källhållaren och detektorn ska vara koncentriska med hålen i skalerna. (Justeringen är olika för de två skaluppsättningarna - avsluta arbetet med den ena spridningsvinkeln innan du börjar med den andra).

Vänligen se även sidan 4.

3 - Referensspektrum

När skruvarna är justerade, ta bort skalerna och installationen är klar för att registrera ett referensspektrum. Detta spektrum kommer inte bara från strålningen från marken, utan inkluderar även strålning från källan som Comptonsprids på bordsskivan osv. - och ett litet bidrag som trängt igenom blyabsorbenten.

Referensspektrumet ska laddas in i programmet som ett bakgrundsspektrum, så att vi kan subtrahera det från det spektrum som vi senare samlar in med skalerna på plats. Osäkerheterna i räkningarna i referensspektrumet fortplantar sig till resultatet, så det bör mätas under lika lång tid som du vill använda för det "riktiga" spektrumet. Med en Cs-137-källa på 370 kBq räcker det vanligtvis med 10 minuter för att fototoppen ska passa exakt.

Referensspektrumet är beroende av uppställningens geometri. När du senare ändrar den för att mäta den andra spridningsvinkeln måste du skapa ett nytt referensspektrum.

Inkludera vinkeln i namnet på dina referensspektrumfiler för att undvika förvirring!

4 - Spektrumet för den Comptonspridda strålningen

Placera nu hylsorna i centrumhållaren. Det kan vara nödvändigt att flytta källan och detektorn en bit bort; se till att de återgår till exakt samma position.

Registrera spektrumet under ungefär samma tid som användes för referensspektrumet. Det nu insamlade bruttospektrumet visar Compton-rödstrålningen och ungefär samma bidrag från bakgrundsstrålning och spridda kvanta från bordsskivan som insamlades i referensspektrumet. (Även om den strålning som reflekteras i skalerna nu inte längre kan nå bordet).

Ange referensspektrumet som bakgrundsspektrum i programmet. Den önskade skillnaden

spektrum kan sedan observeras längs vägen. Programmet tar hänsyn till skillnader i livstid.

Spara spektrumet som ett spektrumexperiment. På så sätt innehåller filen både bruttospektrumet och referensspektrumet (som bakgrundsspektrum).

Teori

Compton upptäckte ursprungligen att våglängden för röntgenstrålning som sprids på löst bundna elektroner ändras med en mängd som endast beror på spridningsvinkeln. I samband med gammastrålning är det mer naturligt att arbeta med energi än med våglängd. Resultatet kan formuleras på följande sätt:

$$E' = \frac{E}{1 + \frac{E}{m_0 \cdot c^2} \cdot (1 - \cos \theta)}$$

Här är E' energin i det spridda gammakvantumet, E är energin i det ursprungliga gammakvantumet, θ är spridningsvinkeln, m_0 är elektronens vilomassa och c är ljusets hastighet.

Ovanstående formel härleds från energi- och momentranservations (i relativistisk formulering).

Kompatibilitet med hårdvara

Gammakällan från Frederiksen (5100.30) passar i källhållaren (5141.80).

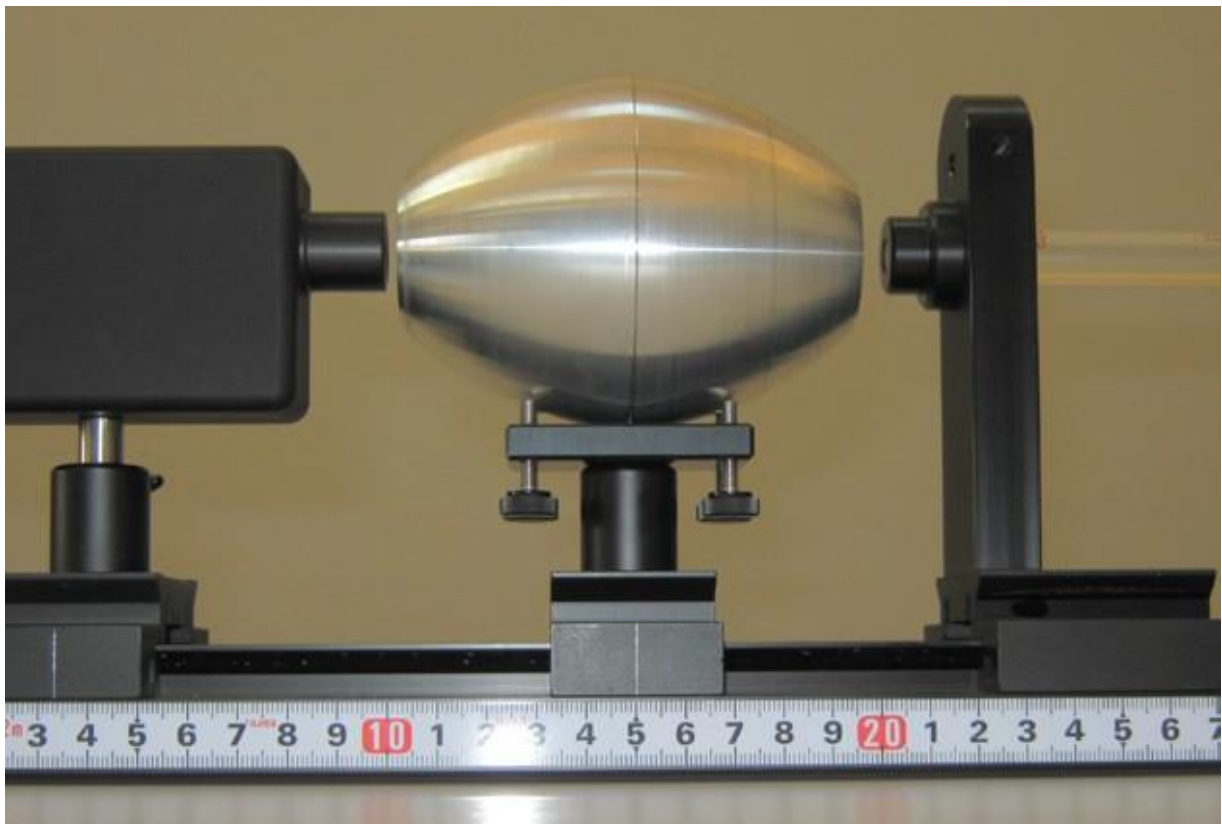
Andra typer av källor kan användas med Compton-scattering set, så länge de kan placeras enligt beskrivningen. Vi tillverkar hållare för ytterligare två typer av källor, som kan användas istället för 514180:

- 514185 Källhållare för exp. bänk, enkel. För skivkälla \varnothing 25 mm
- 514187 Källhållare för exp. bänk, enkel. För cylindriska strålkällor \varnothing 12 mm

Om du är osäker, kontakta din lokala Frederiksen-distributör.



Komplett inställning för 90°



Komplett setup för 60°.