Nobelprisen i fysik 1992

Dette års Nobelpris i fysik er blevet tildelt George Charpak for hans udvikling af nye detektorer, specielt multiwirekamre. George Charpak kom til CERN, det fælleseuropæiske laboratorium for højenergifysik, i 1959, og de første multiwirekamre blev udviklet her i 1967-68.

Disse detektorer giver mulighed for at bestemme positionen af elektrisk ladede partikler. De er en uundværlig bestanddel i det eksperimentelle udstyr til partikelfysiske eksperimenter, og har også fundet anvendelser indenfor en lang række andre områder. For eksempel er grundlaget for de scannere, der i dag anvendes på hospitalerne til at lave detaljerede billeder på kryds og tværs af mennesker, et barn af udviklingen af disse detektorer.

De første spor-detektorer

Registrering af spor efter partikler er af afgørende betydning for eksperimenter, der undersøger atomernes indre. Med opfindelsen af tågekammeret i 30'erne og ved opdagelse af at ioniserende partikler efterlod spor i fotografiske emulsioner blev der foretaget en lang række iagttagelser af elementarpartikler og deres opførsel. Begge metoder var langsommelige. Det tager tid at studere fotografiske emulsioner og tågekammerbilleder.

Senere fandt tågekammeret sin afløser i boblekammeret og i gnistkamre kunne man fotografere partiklens spor i form af den byge af gnister, som de ioniserende partikler udløste, når de passerede en række plader med højspænding. I disse detektorer begyndte man at udnytte elektroniske detektorer, specielt i form af fotomultiplikatorer monteret på scintillatorer. En scintillator er simpelthen et stykke plastik, hvor en partikel udløser et lysglimt, som ses af fotomultiplikatoren. Fordelen ved at indføre scintillatoren var at man kunne nøjes med at tage billeder når der skete noget interessant i form af at scintillatoren lynhurtigt gav et signal om at "noget" var kommet forbi. Men disse detektorer var også relativt langsomme og det var besværligt at analysere resultaterne fra dem.

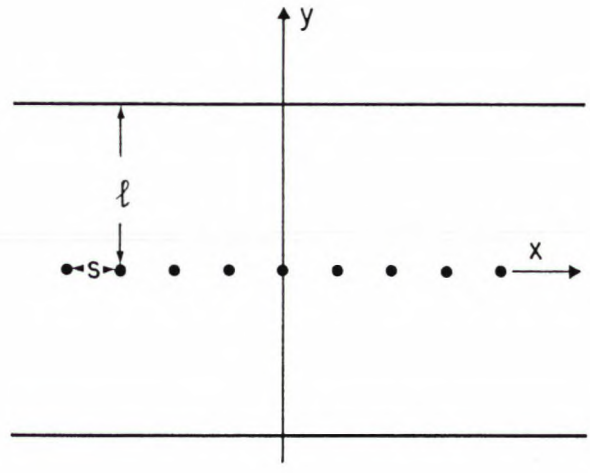
Med udviklingen af datamaskiner og hurtig elektronik var grundlaget til stede for en elektronisk behandling af partiklernes bane. Det eneste der manglede var en egnet detektor, der kunne give elektroniske signaler om partiklers passage, og helst så hurtigt at man kunne registrere en byge af artikler uafhængig af en anden byge af partikler. Løsningen lå i multiwirekammeret.

Hvad er et multiwirekammer?

For at beskrive multiwirekamrene, vil vi tage vores udgangspunkt i de velkendte Geiger-tællere. De er bygget op omkring et Geiger-Müller rør, hvor en anode i midten af et cylinderformet metalrør pålægges så stor en højspænding, at der næsten spontant springer en gnist. Når en ioniserende partikel, f.eks. en ion eller en hurtig elektron (β-partikel) passerer igennem røret, vil der frigøres et stort antal elektroner. De vil blive tiltrukket til anoden og give en strømpuls. I et Geiger-Müller rør dannes der en meget stor byge af elektroner, så man får et meget tydeligt signal. Det kraftige signal bevirker imidlertid at detektoren skal have ret lang tid til at falde til ro, før den er klar til at detektere den næste partikel.

Hvis højspændingen reduceres, vil strømpulsen blive svagere. Til gengæld vil størrelsen af den elektriske strømpuls fra anoden være proportional med partiklens ionisering, og dermed dens energi. Det betyder at man får flere oplysninger, men også at der skal lidt mere elektronik til. På den anden side kan en proportionaltæller klare en betydeligt større strøm af partikler end et Geiger-Müller rør.

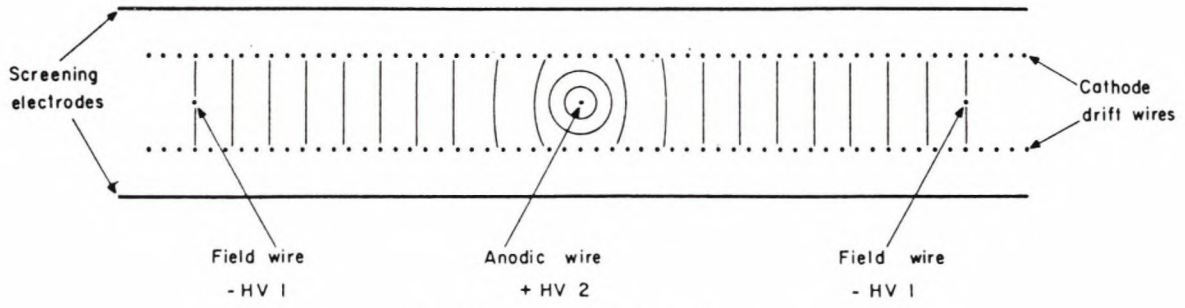
I princippet kan man placere flere proportionaltællere ved siden af hinanden og dermed få en positionsbestemmelse, afhængig af hvilken detektor der er blevet ramt. Det er også blevet brugt, men positionsbestemmelsen kan ikke blive bedre end detektorens diameter, som er på over en centimeter. En oplagt løsning vil være at bruge et gitter af anoder, der sidder tæt ved siden af hinanden. Det er imidlertid ikke så enkel en sag at få en sådan detektor til at fungere, og det er Charpaks fortjeneste at det lykkedes at finde den rette kombination af mekanisk montering af tråde med videre og gasblanding i detektoren, som gjorde dette muligt. Den resulterende detektor er en multiwire proportional tæller, som skitseret på fig. 1.



Figur 1. Principskitse af multi-wire proportional tæller.

Et alternativ: driftkammeret

En anden form for detektor, som Charpak har udviklet, er det såkaldte driftkammer. Det bygger på at det tager tid for elektronerne at drive i et elektrisk felt fra det sted, hvor de rives fri, og hen til anoden. En ydre detektor, i form af en



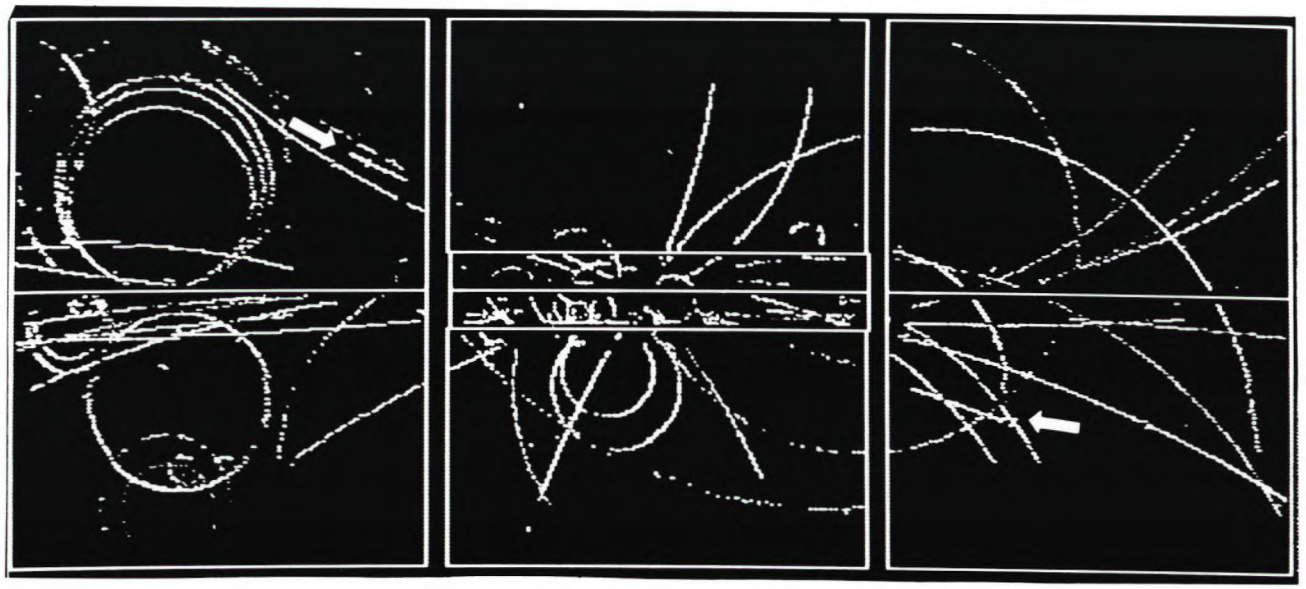
Figur 2. Tværsnit gennem et driftkammer.

scintillator, anvendes til at give et startsignal til et ur, som stoppes af signalet fra anodetråden. Drifttiderne måles i nanosekunder, men det er ikke noget problem for standard-elektronik. I forhold til et multiwirekammer er der betydeligt færre anodetråde i et driftkammer.

Umiddelbart vil elektronerne drive igennem et elektrisk felt med en varierende hastighed, afhængig af feltstyrke med videre, men en speciel gasblanding, som Charpaks gruppe fik blandet sig frem til, har den egenskab at elektronerne stort set driver med konstant fart hen mod anoden, hvorved det er nemt at omregne driftstiden til en position.

Den almindelige anvendelse af et multiwirekammer består i at der registreres om en tråd er blevet ramt eller ej, og derved fås en positionsbestemmelse for partiklen svarende til afstanden mellem anode-trådene – typisk omkring et par millimeter. I et driftkammer er det et spørgsmål om tidsmåling, og her er et typisk resultat en positions bestemmelse på 0,1 millimeter. Det kan dog også lade sig gøre at få en lignende nøjagtighed fra et multiwirekammer ved at anvende det på en anden måde, hvor signaler fra samtlige tråde udlæses og man registrerer deres størrelse. Positionen kan så beregnes som en vægtet middelværdi af disse signaler.

Jørgen F. Bak



Figur 3. Det første spor af en Z partikel fra UA1 eksperimentet på CERN. Sporene er registrerede ved anvendelse af mutiwirekamre. Z-partiklen har givet anledning til de to spor, markeret med pile.