PRESEK
List za mlade matematike, fizike, astronome in računalnikarje

ISSN 0351-6652
Letnik **23** (1995/1996)
Številka 6
Strani 358–360

Janez Strnad:

VODIKOVI ANTIATOMI

Ključne besede: novice, fizika, antidelci, antiatomi, pozitroni, antiprotoni, LEAR.

Elektronska verzija: http://www.presek.si/23/1278-Strnad.pdf

© 1996 Društvo matematikov, fizikov in astronomov Slovenije
© 2010 DMFA – založništvo

Vse pravice pridržane. Razmnoževanje ali reproduciranje celote ali posameznih delov brez poprejšnjega dovoljenja založnika ni dovoljeno.

VODIKOVI ANTIATOMI

V naravi ima vsak *delec* svoj *antidelec* z enako maso, a nasprotnim električnim nabojem. Antidelec obstojnega delca je obstojen. Spoznanje povzame zakon, ki ga slikovito povemo takole: V nasprotnem svetu bi opazili natanko enake pojave kot v našem svetu. Namišljeni nasprotni svet dobimo iz našega sveta tako, da spremenimo znak vseh nabojev, zrcalimo vse pojave na izhodišču koordinatnega sistema in spremenimo smer časa.

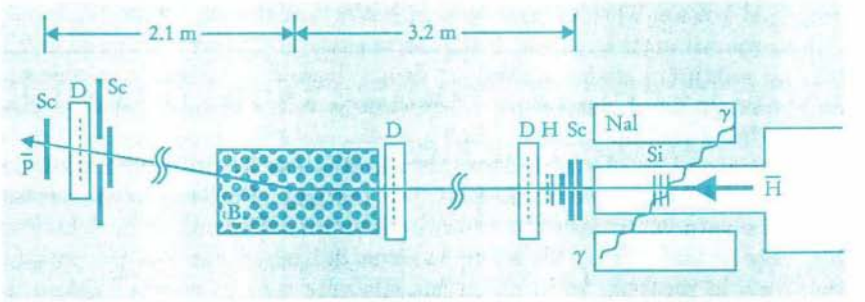
Na možnost, da obstaja elektron s pozitivnim nabojem, so namignili računi v okviru posebne teorije relativnosti. Leta 1932 so ta *pozitron* odkrili med delci, ki so jih rodili delci z veliko energijo iz vesolja v zemeljskem ozračju. Pozitroni so enako obstojni kot elektroni. Toda v navadnih razmerah pozitron hitro sreča elektron in se z njim pri *anihilaciji* spremeni v sevanje. Pozitron nastane v paru z elektronom pri trku delcev, če je na voljo dovolj energije.

Obstajajo tudi antidelci protonov, to je vodikovih jeder, *antiprotoni*. Antiproton nastane v paru s protonom pri trku delcev, če je na voljo dovolj energije, in to precej več kot pri pozitronu. O tem so se prepričali leta 1955, ko so zgradili velik pospeševalnik. Protone je pospešil do tolikšne kinetične energije kot napetost 6 milijard voltov.

Kot elektroni in protoni sestavljajo atome vodika, pozitroni in antiprotoni sestavljajo *antiatome* vodika. Te antiatome je zelo težko dobiti. V atom ali antiatom lahko zveže delca razmeroma šibka električna sila le, če skoraj mirujeta drug glede na drugega.

Antiprotoni se pri nastanku gibljejo skoraj s hitrostjo svetlobe. Najprej je treba doseči, da se gibljejo veliko počasneje, pravijo, da jih je treba "ohladiti". V ta namen so v ženevskem evropskem laboratoriju CERN leta 1984 dogradili LEAR – nizkoenergijski antiprotonski obroč – nekakšen "pojemalnik". Vanj so vbrizgali antiprotone s kolikor mogoče majhno energijo in jih še dalje "ohladili". Toda celo v skrajnem primeru so se še vedno gibali s hitrostjo več deset tisoč kilometrov na sekundo.

Na drugi strani se počasni pozitron hitro anihilira z elektronom v okolici in počasni antiproton s protonom. Rešitev je v pasteh za naelektrene delce, o katerih je Presek že pisal. Antiprotone spravijo v past tako, da postavijo past na pot gruč antiprotonov iz LEAR in jo potem z električnim poljem zaprejo. Nekateri od antiprotonov, ki predrejo plast snovi do srede pasti, se tam ujamejo. Pozitrone je laže dobiti in spraviti v past, seva jih na primer umetni radioaktivni izotop natrija. Del naprave bi moral delovati kot past za pozitivne delce in drugi del kot past za negativne delce. Potem bi bilo treba oboje delce pripeljati skupaj in počakati,



Slika 1. Naprave, s katerimi so pri poskusu v CERN ugotavljali antiatome vodika. Antiatomi ($\overline{H}$) so prileteli iz vakuumske cevi LEAR in se v silicijevih števcih (Si) razdelili na pozitrone in antiprotone. Z merilnikom na natrijev jodid (NaI) so zaznali sevanje (γ, γ), ki je nastalo pri anihilaciji pozitrona z elektronom. Antiproton ($\overline{P}$)je nadaljeval pot skozi merilnike (scintilacijske merilnike Sc in H in žične komore D ter skozi magnet (B), ki je ukrivil njegovo pot). Po odzivu merilnikov se je bilo mogoče prepričati, da je šlo zares za delec z lastnostmi antiprotona.

da nastanejo antiatomi vodika. Antiatomov, ki so brez naboja, pa ne bo mogoče zadržati. Zamisli ne bo lako uresničiti. Vseeno upajo na uspeh v nekaj letih.

Ker bodo LEAR konec leta zaprli, je skupina fizikov iz Nemčije, Švice in Italije pod vodstvom Walterja Oelerta iz Jülicha pohitela in ustvarila in zaznala antiatome vodika. Na gruče antiprotonov v vakuumski cevi so iz drobne šobe usmerili curek atomov ksenona. Pri trkih med antiprotoni in jedri ksenona so nastali tudi pozitroni, od katerih so se nekateri zvezali z antiprotoni v vodikove antiatome. Teh je bilo malo, ker se je malo nastalih pozitronov gibalo vštric z antiprotoni s približno enako hitrostjo, ki je merila kar 270 tisoč kilometrov na sekundo. Nastali antiatomi so bili brez naboja, magnetno polje LEAR jih ni odklonilo kot naelektrene delce. Zato so odleteli naravnost. Na njihovo pot so na mestu, do katerega posamezni antiprotoni iz vakuumske cevi nikakor niso mogli priti, namestili zelo občutljive silicijeve merilnike. V njih so se antiatomi razdelili na antiprotone in pozitrone pri pojavu, čemur navadno pravimo ionizacija. Potem je prišlo do značilnih dogodkov. Pozitron se je v merilniku hitro zaustavil in se anihiliral z elektronom iz okolice. Na to so sklepali po značilnem sevanju, ki so ga zaznali merilniki iz natrijevega jodida z dodatkom talija okoli silicijevih merilnikov. Antiproton je odletel naprej. Z nekaj merilniki so se prepričali, da je šlo zares za delec z lastnostmi antiprotona. Po odzivu merilnikov so iz množice okoli tristo tisoč dogodkov

izluščili enajst takih, ki so zadovoljevali vse zahteve in jih je bilo mogoče pojasniti kot značilne za nastanek in konec antiatoma. Toda dva izmed njih so morali vzeti za lažna. S tem so upoštevali možnost, da so se merilniki po naključju enako odzvali na druge dogodke. Nazadnje so sklenili, da je nastalo devet antiatomov. Pomebno je bilo, da so jih nekako toliko napovedali z računi.

Antiatomi so obstajali samo zelo kratek čas 37 milijardin sekunde, tako da ni bilo mogoče z njimi izvajati merjenj. Pozitron in antiproton namreč sevata valovanje z določenimi valovnimi dolžinami, ko ju električna sila veže v antiatom. Ali so te valovne dolžine enake kot pri sevanju elektrona in protona, ko ju električna sila veže v atom vodika? Zakon, ki smo ga omenili na začetku, zahteva, da so oboje valovne dolžine enake. Z merjenjem valovne dolžine bi bilo tedaj mogoče natančno preskusiti zakon. Takih merjenj z majhnim številom atomov, ki obstajajo samo zelo kratek čas, ni bilo mogoče izvesti. Pač pa se nadejajo, da bo mogoče dobiti kakih tisoč antiatomov pri poskusu, ki ga načrtujejo v Fermijevem državnem laboratoriju blizu Chicaga v ZDA. Pri desettisočih atomih bi bilo mogoče že meriti izsevano svetlobo, čeprav še nenatančno. Preden bodo zaprli LEAR, bodo izvedli ob njem še zadnji poskus z antiprotonsko pastjo, opisano v Preseku. Obetajo se zanimivi poskusi, a novih spoznanj najbrž še ne bodo prinesli tako kmalu.

Janez Strnad