

Továrny na částice

Do popředí zájmu se v minulých letech dostala také otázka, jak se od sebe liší hmota a antihmota. Pokusy o řešení tohoto problému vedly ke zvýšenému zájmu o studium vlastností podivných částic a antičástic zvaných kaony. U vlastností těchto částic byla již před více než padesáti lety předpovězena jemná asymetrie mezi hmotou a antihmotou (viz kapitola 8). Ještě výrazněji byla tato asymetrie předpovězena u analogií podivných částic zvaných „spodní částice“ a s touto představou byla spojena snaha o výzkum tzv. B-mezonů. Objevil se koncept továren na částice, které tedy budou schopny produkovat velké množství kaonů a B-mezonů.

Nápad, jak toho dosáhnout, spočívá v myšlence nechat srážet elektrony a pozitrony o konkrétních energiích, které jsou speciálně vyladěny tak, aby produkovaly kaony nebo B-mezony spíše než jiné druhy částic. Poblíž Říma ve městě Frascati bylo vybudováno malé zařízení DAFNE pracující v místnosti jen o něco větší než školní tělocvična. Toto zařízení umožňuje anihilaci pouze těch elektronů a pozitronů, které mají celkovou energii 1 GeV, což je přesně energie potřebná pro vznik kaonů.

Naproti tomu „B-továrna“ pracuje s elektron-pozitronovými kolizemi o celkové energii 10 GeV, která je zase optimální pro přednostní vznik B-mezonů a současně s nimi i jejich antičástic (obrázek , vyslovováno „B čára“). Protože příslušný výzkum je prestižní záležitostí a jednotlivé vědecké instituce a země při něm nejen spolupracují, ale také spolu soupeří, byly v 90. letech 20. století postaveny hned dvě takové továrny: PEP2 v kalifornském Stanfordu a KEKB provozovaný japonskou laboratoří KEK.

B-továrny se od klasických elektron-pozitronových srážeců liší jednou podstatnou věcí. V klasickém srážeci se oba protichůdné paprsky pohybují stejnou rychlostí a během srážky se vzájemné rychlosti částic vyruší. Výsledná exploze, při níž se elektrony a pozitrony vzájemně srazí a anihilují, probíhá v klidu a nově vzniklé částice se rozletí rovnoměrně do všech směrů. Naproti tomu v B-továrnách nemají srážející se paprsky stejné rychlosti, a výsledná srážka se proto odehraje v jednom ze směrů pohybu.

Výsledkem této asymetrické kolize je, že vzniklá hmota a antihmota je vystřelena ve směru rychlejšího a energetičtějšího paprsku a s vyšší rychlostí, než by tomu bylo v případě kolize probíhající v klidu. Tento rozdíl umožňuje pozorovat v B-továrnách nejen výsledné částice celé srážky, ale i počáteční nestabilní produkty, které vznikly a rychle se rozpadly. Tato možnost je důsledkem dilatace času, jevu známého ze speciální teorie relativity. Z dilatace času vyplývá, že částice pohybující se vysokou rychlostí přežije (pro nás jako pozorovatele) déle než ta, která je v klidu. Produkty srážky tak dokáží díky svému pohybu v preferovaném směru a díky různým rychlostem urazit i delší vzdálenost (~ 1 mm). Použitý trik je zcela klíčový, protože B-mezon má střední dobu života jen zhruba 1 pikosekundu (miliontina miliontiny sekundy), což je na samé hranici měřitelnosti.

V plánu je také stavba neutrinových továren, v nichž intenzivní zdroje neutrin umožní studovat tyto plaché částice. Hmotnost neutrin je příliš malá na to, aby se nám ji nyní podařilo přímo změřit, ale můžeme nepřímě měřit jejich poměry. Existuje dokonce možnost, že neutrina a antineutrina se na sebe mohou navzájem přeměňovat, a měnit se tak z hmoty na antihmotu a naopak. Pokud by takový proces skutečně probíhal, mělo by to dalekosáhlé důsledky pro naše pochopení původních symetrií; neutrinové továrny by přitom mohly být schopné tento jev zaznamenat.

Nakonec stojí na tomto místě za zmínku, že v následujících letech se předpokládá také objev Higgsova bosonu, který by se mohl vyloupnout někde mezi smetím vznikajícím ze srážek protonů a antiprotonů. Dalším krokem by mohla být také cílená výroba Higgsova bosonu za kontrolovaných podmínek. Aby to bylo možné, budeme muset postavit elektron-pozitronový srážecí urychlující na optimální energii, která v případě Higgsova bosonu činí několik stovek GeV. K dosažení těchto hodnot bude třeba lineární urychlovač, což je důvod, proč právě projekty výstavby nových lineárních urychlovačů budí tolik zájmu. Právě zde se totiž odehraje budoucnost experimentální fyziky vysokých energií.