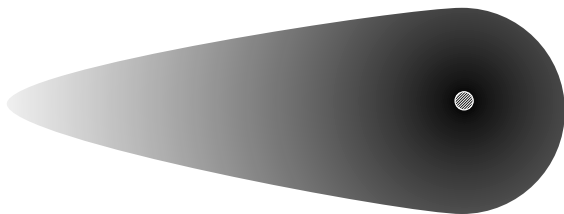


Masa

Maso snovi ustvarja težnja masnega delca, da vztraja v središču energijskega polja, izhajajočega iz energije in vezalne energije delca.

Maso določa sila, s katero se telo upira pospeškom. Večja, kot je masa, z večjo silo se telo zoperstavlja pospeškom.

Vprašanje izvora mase je sredi šestdesetih let prejšnjega stoletja raziskoval angleški fizik Peter Higgs. Razmišljal je, da je masni delec v nekem energijskem polju. To energijsko polje okrog delca naj bi oviralo njegovo pospeševanje, kot to prikazuje Slika 4.1. Higgs pa ni poznal izvora tega polja.



Slika 4.1

Higgsov delec

Angleški fizik David Miller je Higgsovo idejo nadaljeval v naslednje razmišljanje: »Če masa teles izhaja iz Higgsovega energijskega polja okrog masnih teles, potem morajo masna telesa vsebovati Higgsove delce.«

Tako Higgs kot Miller sta iskala neko energijsko polje in njegov izvor. Delovanje energijskega polja na masni delec naj bi bilo po njunem mnenju vzrok mase tega delca.

V prejšnjem poglavju je opisano, da energijsko polje okrog snovnega delca ustvarja energija wE , vsebovana v masi delca, in vezalna energija bE tega delca. Ker Higgs in Miller nista privzela, da ta energijska polja okrog snovnega delca izhajajo iz energije in vezalne energije delca, sta domnevala, da mora v snovi obstajati »Higgsov delec«, ki ustvarja pripadajoče polje okrog delca.

Za pojasnitev mase torej ne potrebujemo Higgsovega delca. Energijsko polje okrog delca, ravno takšno, kot sta ga predpostavljala Higgs in Miller, je opisano v poglavjih *Energija in Gravitacija*. Ustvarjata ga v snovi vsebovana energija in negativna vezalna energija.

Energijsko polje se v prostoru razporeja z omejeno hitrostjo

V miselnem poskusu pospešim opazovan snovni delček. Vsak delček obdaja polje, ki ga, kot rečeno, ustvarjata pozitivna energija delca wE in negativna vezalna energija delca bE .

Mirujoč masni delček obdaja polje v obliki krogle, kot to prikazuje Slika 2.9 v poglavju *Energija*. Ko masni delček sunem (pospešim), energijsko polje ne more hipno slediti spremembi lokacije opazovanega delčka, zato se razpotegne, kot kaže Slika 4.1. Podobno sta si izvor mase predstavljala Higgs in Miller, le da je pri njihju ostajalo odprto vprašanje izvora tega polja.

Starost ni odvisna od let. Leta nagubajo kožo,
pomanjkanje radovednosti pa dušo.

— Douglas McArthur

S pospeševanjem delček izmaknem iz sredine njegovega lastnega energijskega polja, iz polja, ki ga ustvarja s svojo energijo in s svojo vezalno energijo. Energijsko polje masnemu delčku začne slediti in ga dohiti, ko le-ta neha pospeševati. Takrat se energijsko polje znova uredi okrog delca v obliki krogle.

Odziv snovnega delčka na sunek

Energijsko polje se na sunek sile in odmik delčka iz središča njegovega energijskega polja odzove na dva načina:

- energijsko polje na delček deluje z nasprotno silo, ki skuša delček obdržati v središču svojega energijskega polja,
- hkrati se energijsko polje začne preoblikovati in slediti novi lokaciji delčka; na novi lokaciji se energijsko polje znova oblikuje v kroglo.

Newton je ugotovil, da se masni delec upira pospeševanju s silo, ki je enaka $F = m \cdot a$ (sila je masa krat pospešek).

Enačba pove, da pri enakomernem premočrtnem gibanju energijsko polje snovnega delca v obliki krogle povsem sledi gibanju delčka, brez popačenj energijskega polja in brez delovanja proti sile. Energijsko polje se razpotegne in ovira le spremembe hitrosti gibanja pri pospešenem gibanju snovnega delca.

Centripetalna sila

Poseben primer pospešenega gibanja je kroženje delca. Centripetalna sila, ki deluje na delec, je posledica stalnega radialnega

pospeška tega delca, s tem pa stalnega izmika masnega delca iz središča njegovega energijskega polja.

Energijska grbina in energijska kotanja delujeta avtonomno

Maso in gravitacijo torej ustvarjata isti energijski polji, ki ju s svojo energijo in negativno vezalno energijo v svoji okolici ustvarja delec.

Na osnovi znatne sile, ki pri pospeševanju deluje na masni delec, v nasprotju s šibko silo gravitacije, lahko sklepam, da pozitivna energija snovnega delca wE ter njegova vezalna energija bE ustvarita vsaka svoje avtonomno energijsko polje. Tako vsako polje nekaj prispeva k ustvarjanju gravitacije in mase snovnega delčka.

Vsako od omenjenih energijskih polj se v primeru pospeševanja popači tako, kot kaže Slika 4.1. Obe polji torej, vsako zase, ovirata pospeševanje delca. Maso delca torej predstavlja oviranje pospeševanja delca, ki izhaja iz polja pozitivne energije v snovnem delcu ter iz polja, ki ga ustvarja vezalna energija.

V primeru gravitacije je drugače, saj energijsko polje ustvarja odbojno silo, polje negativne vezalne energije pa privlačno silo. Učinka obeh sil se torej odštevata, ne pa seštevata kot pri masi.

Energijski polji pozitivne energije, vsebovane v snovnem delcu, in negativne vezalne energije sta torej tisti polji, ki sta ju kot osnovo mase delca slutila že fizika Higgs in Miller, le da nista poznala njunega izvora.

Nikdar naj vas ne bo strah imeti lastno mnenje.
Začrtajte si pot in se je držite. To je vse.

— A. C. W. Harnsworth

Maso ustvarja tudi elektromagnetno polje

Ni nujno, da maso ustvarjajo samo energijska polja, ki izhajajo iz energije in vezalne energije snovnega delčka. Tudi elektrostatično polje električnega naboja se lahko upira pospeševanju na podoben način, kot se pospeševanju upira energijsko polje snovnega delčka.

Kadar pospešim električni naboj, ki je obdan s svojim elektrostatičnim poljem, se tudi to polje razpotegne in s tem upira pospeševanju tako, kot prikazuje Slika 4.1. Tako tudi elektrostatično polje ustvari »elektrostatično maso«.

Masa lahko torej izhaja tako iz energije in vezalne energije, vsebovanih v snovi, kot tudi iz elektrostatičnega polja okrog električnega naboja.

Masa elektrostatičnega naboja je majhna, tako rekoč zanemarljiva v primerjavi z maso, ki jo ustvarja v snovnem delčku vsebovana energija. Po eni strani jo omenjam zgolj ilustrativno, ker sta elektrostatični naboj in njegovo energijsko polje dobro predstavljiva, po drugi strani pa razumevanje elektrostatične mase olajša razumevanje mase elektromagnetnega valovanja. Slednje je navsezadnje le oblika električnega in magnetnega polja.

Masa elektromagnetnega valovanja

Tudi elektromagnetno valovanje ima lastnemu energijskemu polju pripadajočo vztrajnost in tudi energijsko polje elektromagnetnega valovanja ne more hipno slediti vplivom iz okolja. Vsako energijsko polje, tudi elektromagnetno valovanje, se upira spremembam hitrosti tako, kot prikazuje Slika 4.1.

Če se elektromagnetno valovanje spremembam polja iz okolja ne bi upiralo tako, kot prikazuje Slika 4.1, bi to pomenilo odstopanje od temeljnih energijskih zakonitosti.

Če pa dopustimo, da se elektromagnetni val s silo upira vplivom okolja, potem to upiranje lahko razumemo kot maso elektromagnetnega valovanja.

Svetloba, na primer, ki jo usmerimo na neko površino, povzroča silo, s katero deluje na to površino. Svetloba se torej s silo upira zmanjševanju svoje hitrosti. Podobno velja pri odboju svetlobe. Ko se svetloba odbije od ogledala, ob tem s silo deluje na ogledalo.

Primer upiranja elektromagnetnega vala spremembam radialne hitrosti opazimo, kadar potuje skozi gravitacijsko polje. Takrat namreč gravitacija v evklidskem prostoru ukrivi smer njegove poti, kot to prikazuje Slika 3.7 v prejšnjem poglavju.

Če privzamemo, da nobenemu energijskemu polju ne moremo spremeniti hitrosti brez delovanja sile na to energijsko polje, to pomeni, da se tudi elektromagnetno polje upira spremembam hitrosti. Krivljenje poti svetlobe ob Soncu lahko razumemo kot posledico tega, da gravitacija privlači elektromagnetni val, ta pa se s svojo maso upira privlačni sili gravitacije.

Planckov pogled na maso fotona

Energijsko polje elektromagnetnega vala se torej upira spremembam hitrosti. Za kratek čas se preselimo v pojmovanje mase, kot jo razumeta Higgs in Miller. Po njunem mnenju elektromagnetni val ne vsebuje Higgsovega delca, zato sklepata, da elektromagnetni val ne more imeti mase.

Einstein je njuno dilemo reševal tako, da je določil, da na elektromagnetni val v gravitacijskem polju ne vpliva nobena sila. Menil je, da ta leti naravnost v krivem štirirazsežnem neevklidskem prostoru.

S tem pa vprašanj in dilem, povezanih s takim pojmovanjem brez masnega fotona, še ni konec. Foton je prenašalec energije. Fiziki niso našli prepričljivih odgovorov na vprašanje, kako je delec brez mase lahko prenašalec energije. Kljub mnogim odprtim

Proti nejasni prihodnosti stopaj brez strahu in možatega srca.

— Henry Wadsworth Longfellow

vprašanjem so se v začetku dvajsetega stoletja fiziki domenili, da bodo nadaljnjo predstavo o fotonu gradili na izhodišču, da je foton prenašalec energije, čeprav naj ne bi imel mase.

Ta dogovor fizikov je zelo neugoden pri določanju količine energije fotona, saj je za katero koli energijo fotona brez mase potrebno neskončno število fotonov. Neskončno število fotonov brez mase nam daje bodisi neskončno energijo, bodisi energijo nič, bodisi kakršno koli drugo energijo, ne pa točno določene količine energije fotona.

Dogovor o energiji fotona brez mase

Max Planck je kljub nejasnostim menil, da sme fotonu pripisati energijo brez obstoja njegove mase. Ta problem je ,rešil' tako, da je fotonom pripisal neke kvante energije, katerih izvora pa ni znal pojasniti. Planck je menil, da je energija svetlobnega kvanta dosledno odvisna od frekvence elektromagnetnega valovanja. Višja, kot je frekvenca, večja je energija fotonov v elektromagnetnih valovih.

Planck je zapisal, da je energija, s katero foton deluje na izbijanje elektrona iz atomske lupine, odvisna od frekvence (barve) svetlobe in znaša: $E_f = f \cdot h$ (h označuje Planckovo konstanto in f frekvenco fotona).

Masni model fotona

Naštete dileme in nejasnosti pojasni masni model fotona, to je model, v katerem fotonu pripišemo njemu lastno maso. Ker

vemo, da mase ne ustvarja Higgsov delec, ampak energijska elektromagnetna polja, fotonu brez pridržkov lahko pripišemo maso.

V nadaljevanju je lastnostim fotona namenjeno še eno celo poglavje. Zdaj pa se vračam k pojasnjevanju mase snovnih delcev.

Primarni vesoljski delci

Poglobljeno in bolj vsestransko predstavo o masi kot snovni lastnosti si lahko ustvarim tudi na primeru velikih pospeškov, ki se dogajajo, kadar v naše ozračje padejo primarni vesoljski delci.

Prof. dr. Janez Strnad v članku »Kdo bo spodnesel teorijo relativnosti« omenja vstopanje zelo hitrih delcev v naše ozračje. Te delce imenuje primarni vesoljski delci.

Primarni vesoljski delci so atomska jedra, predvsem vodikova jedra, ki v našo atmosfero vstopajo z neverjetno hitrostjo in s tem z zelo veliko količino kinetične energije.

Ti delci, čeprav masno majhni, naj bi po opažanjih fizikov imeli toliko energije, kot če bi kilogramsko utež spustili z višine enega metra.

V Argentini observatorij Pierre Auger že več let spremlja vstopanje primarnih vesoljskih delcev v našo atmosfero. V vrhnjih plasteh ozračja ti delci z veliko hitrostjo in z veliko energijo udarijo v atome zraka (kisika, dušika) ter s tem povzročijo plaz sekundarnih vesoljskih delcev.

Količina vpadne energije primarnih vesoljskih delcev je nepredstavljiva

Energija, ki naj bi jo imeli ti primarni vesoljski delci, je tako velika, da ni pojasnila, kako bi takšno hitrost in takšno energijo sploh lahko dosegli. Če bi ti delci tako veliko energijo na neki ne-

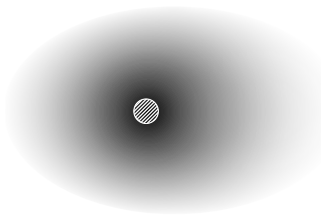
pojasnjen način kljub vsemu le dosegli, pa ni pojasnila, kako bi jo na daljših razdaljah na poti proti Zemlji lahko obdržali.

Energija, ki jo opazimo ob vpadu hitrega delca, je izmerjena. O njej torej ni dvoma.

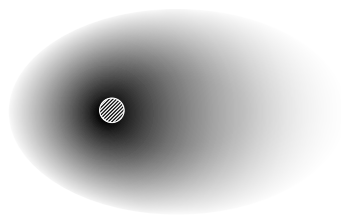
Ni pa nujno, da delec vso opaženo energijo prinaša s seboj iz vesolja. Dopustiti moramo možnost, da del energije pridobi med trkanjem v težje atome zraka v našem ozračju.

Pri velikem pospešku se atomsko jedro izmakne iz lastnega energijskega polja

Snovni delec se izmakne iz središča pripadajočega mu energijskega polja, kadar ga pospešimo, tako kot je prikazano na Sliki 4.1. Snovni delček je tudi atom. Tudi atomsko jedro se bolj ali manj izmakne iz središča svojega energijskega polja v primeru velikih pospeškov, kot to kaže Slika 4.2.



Pri majhnem pospešku se delec le malo izmakne iz središča pripadajočega energijskega polja.



Pri velikem pospešku se delec zelo izmakne iz središča energijskega polja.

Slika 4.2

Masa snovi je odvisna od pospeška

S kakšno silo energijsko polje delca brani snovni delec pred pospeški, je odvisno od tega, kako tesno je snovni delec v stiku s svojim energijskim poljem.

Če je snovni delec približno v središču svojega energijskega polja, potem silo, ki deluje nanj v primeru pospeševanja določa Newtonov zakon $F = m \cdot a$.

Kadar pa se atomsko jedro vodika zaradi velikih pospeškov od lastnega energijskega polja oddalji, kot to prikazuje Slika 4.3, oddaljeno polje delec manj učinkovito brani pred pospeški. Delec v tem primeru svojemu energijskemu polju do neke mere pobegne.

To, od jedra oddaljeno energijsko polje ima na jedro manjši učinek, kot jedru bližnje polje.



Slika 4.3

*Ko pospeški delcev postanejo veliki,
se delček pred njimi vse težje brani*

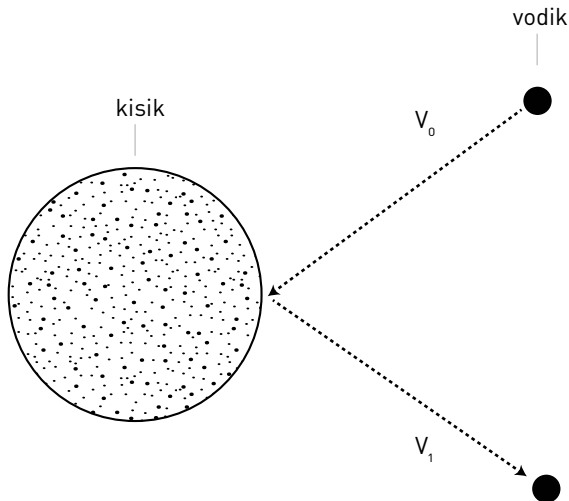
Pri velikih pospeških ima obkrožajoče polje delca zaradi popačitve polja torej manjši vpliv na oviranje pospeševanja tega delca kot pri manjših pospeških. Pri velikih pospeških se delec s svojim popačenim poljem pospeškov le še omejeno brani.

To zmanjšano sposobnost oviranja pospeševanja delca s strani njegovega lastnega energijskega polja lahko izrazim kot zmanjšano maso snovnega delca v fazi velikih pospeškov, kot odvisnost mase delca od lastnega pospeška.

Sila, ki je potrebna za pospeševanje izbranega delca, je lahko pri velikih pospeških manjša kot pri majhnih.

Odboj vodikovega jedra

Ko na primer láhko vodikovo jedro na Sliki 4.4 z veliko hitrostjo prileti iz vesolja in se zaleti v precej težje jedro kisikovega atoma, je ta trk lahko močan, lahko pa se jedri le neznatno oplazita.



Slika 4.4

Kadar se atoma le neznatno oplazita, ne pride do velikih pospeškov. Ta oblika trka je za nadaljnje razmišljanje manj zanimiva.

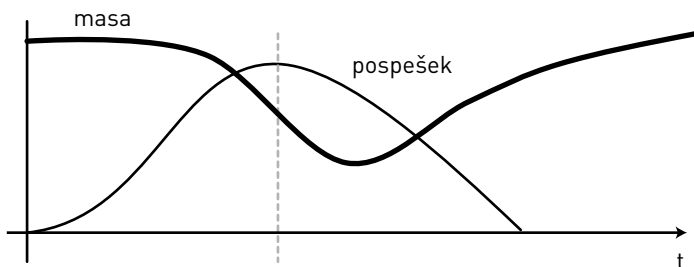
V nadaljevanju me zanimajo tisti naključni trki, pri katerih se hitro vodikovo jedro zaleti v kisikovo (ali dušikovo) jedro pod takim kotom, da pride do velikih pospeškov vodikovega jedra.

Takšni trki so zanimivi zato, ker so pri odboju pospeški lahko tako veliki, da se energijsko polje hitrega vodikovega jedra zelo oddalji od svojega jedra, kot to kaže Slika 4.3.

Dve fazi trka

Da bi dogajanje ob trku jeder lažje razumel, trk časovno razdelim na dve fazi: na fazo pred trkom, ko pospešek vodikovega je-

dra narašča, in na drugo fazo, ko se pospešek vodikovega jedra zmanjšuje. Na Sliki 4.5 fazi trka ločuje pokončna črtnkana črta na časovni osi.



Slika 4.5

V prvi fazi trka, v času pred pokončno črtnkano črto, je energijsko polje vodikovega jedra dokaj urejeno ob jedru in še ni izrazito popačeno. Urejenost energijskega polja okrog hitrega vodikovega jedra omogoča, da se vodikovo jedro učinkovito upira pospeškom.

V drugi fazi trka, to je v času medsebojnih odrivanja jeter, je energijsko polje hitrega vodikovega jedra lahko razpotegnjeno in popačeno, kot prikazuje desna stran Slike 4.2 oziroma Slika 4.3. Takšno polje manj učinkovito brani jedro pred pospeški.

Manjšo sposobnost energijskega polja pri varovanju jedra pred pospeški lahko razumem kot začasno zmanjšanje mase vodikovega jedra.

Zmanjšanje mase časovno zaostaja za maksimalnim pospeškom

Začasno zmanjšanje mase vodikovega jedra ob trku časovno zaostaja za največjim pospeškom, tako kot prikazuje diagram na Sliki 4.5.

Neuspeh ni napaka. Napaka je, če odnehamo.

— *B. F. Skinner*

Jedro kisikovega atoma v drugem delu trka, ko je masa vodikovega atoma začasno zmanjšana, dokaj učinkovito odrine vodikovo jedro in ga s tem pospeši. Za kratek čas zmanjšana masa vodikovega jedra pomeni, da moramo v prehodnem pojavu upoštevati več zakonitosti odboja dveh teles, kot jih upoštevamo v razmerah trka ob majhnih pospeških.

Trk delcev pri majhnih hitrostih

Postavim se na mesto trka tako, da vsak od delcev prihaja s svoje strani. Oba delca naj se v času trka za hip ustavita in nato odrine ta drug drugega vsaksebi.

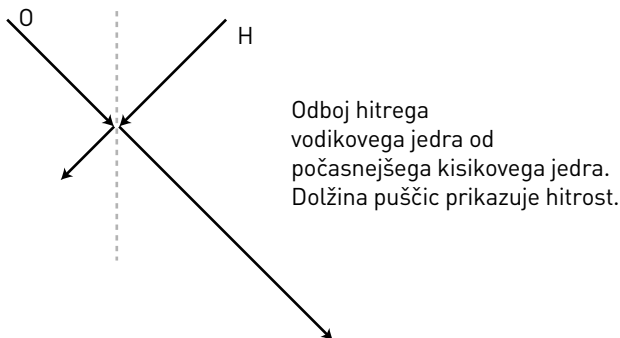
V tem sistemu opazovanja in v okoliščinah z majhnimi pospeški lahko pričakujem simetričen odboj. Pri majhnih hitrostih in majhnih pospeških se vpadna hitrost obeh jeder po odboju v absolutnem smislu ohranja. Pri tem se spremeni le smer gibanja teles, in sicer v nasprotno smer.

Trk delcev pri velikih hitrostih

Ta ugotovitev pa ne drži v primeru velikih pospeškov. Vodikovo jedro v drugi fazi odboja, to je v času odrivanja, kisikovemu jedru nudi manjši odpor kot v fazi njunega približevanja. Ko je vodikovo jedro v fazi odrivanja oddaljeno od svojega energijskega polja, se mu namreč zmanjša masa.

Veliki pospeški vodikovega jedra ob odboju za kratek čas zmanjšajo njegovo maso, zato je hitrost kisikovega jedra, prika-

zana na Sliki 4.6, po odboju manjša od vpadne hitrosti, vodikovega jedra pa večja, kot je pojasnjeno v nadaljevanju.

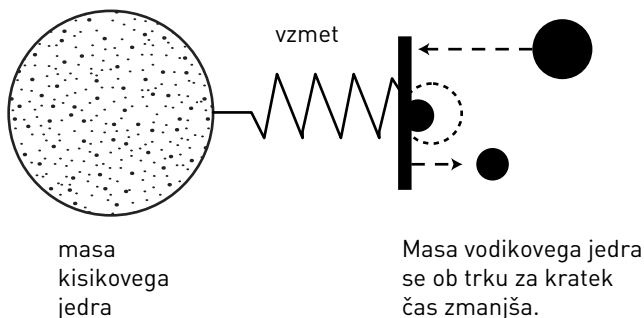


Slika 4.6

Sunek sile

Opisano dogajanje si podrobneje ponazorim na bolj razumljivem modelu, kot ga prikazuje Slika 4.7. Na levi je prikazano kisikovo jedro, na desni vodikovo jedro. Kisikovo jedro je zaradi večje mase narisano večje. Elastičen trk ponazorim z vzmetjo na sredini, v katero se zaleti vodikovo jedro.

Ko vodikovo jedro zadene v kisikovo jedro, kinetični energiji njunega trka prevzame vzmet.



Slika 4.7

Ko je vzmet stisnjena se obe jedri za hip ustavita. Vodikovemu jedru se zaradi velikega pospeška zmanjša masa, kar je opazovano tako, da v fazi stisnjene vzmeti lahko vodikovo jedro zamenjam s še lažjim.

Zmanjšanje mas vodikovega jedra si lahko predstavljam tudi tako, da v fazi stisnjene vzmeti, ko obe jedri mirujeta, odpade oziroma izgine del mase vodikovega jedra.

Trenutno zmanjšanje mase se zgodi predvsem pri lažjem vodikovemu jedru, ki doživlja mnogo večje pospeške kot masno bogatejše kisikovo jedro.

Gibalna količina se v fazi odboja ohranja

Z maso m_0 označim maso vodikovega jedra v mirovanju oziroma pri enakomernem gibanju brez pospeškov. Z m' označim zmanjšano maso vodikovega jedra zaradi pospeška in oddaljitve jedra od lastnega energijskega polja, kot to prikazuje Slika 4.3.

Faktor zmanjšanja mase označim s konstanto k , ki lahko zavzame vrednosti med nič in ena. Zmanjšano maso delca lahko zapišem z enačbo $m' = m_0 \cdot k$.

Vzmet bo vso gibalno količino, ki jo je prejela v času stiskanja vzmeti, v fazi odboja vrnila vodikovemu in kisikovemu jedru. Enak sunek sile ($F \cdot t$ oziroma $m \cdot v$), kot ga je vzmet prejela v fazi stiskanja vzmeti, bo vzmet vrnila zmanjšani masi vodikovega jedra v fazi svojega raztezanja. To lahko opišemo z enačbo: $m_0 \cdot v_v = m' \cdot v_0$ (v_v označuje medsebojno vpadno hitrost delcev, v_0 pa hitrost med delcema, s katero se odbijeta). Če m' nadomestim s $k \cdot m_0$, ugotovim, da se bo po odboju povečala odbojna hitrost med delcema za $1/k$.

Če vzmet prejeto gibalno količino vrne polovico manjši masi vodikovega jedra ($k = 0,5$), to pomeni dva krat večjo odbojno hitrost med delcema, kot je bila vpadna hitrost. Pri polovični masi se bosta torej delca odbila z dvojno vpadno hitrostjo.

Tu naletimo na prvo pomembno ugotovitev: Odbojna hitrost med delcema se zaradi začasnega zmanjšanja mase delca poveča za $1/k$.

Kinetična energija se ohranja

Drugačna odbojna hitrost delcev od vpadne hitrosti pomeni tudi prerazporeditev kinetične energije med delcema. Kinetična energija enega delca se lahko spremeni le na račun kinetične energije drugega delca. Skupna količina energije se ob odboju ne spremeni. Zakon o ohranitvi energije ne dovoljuje spremembe energije, če energije ne dovedemo ali odvedemo.

Če nastavimo sistem enačb vsote kinetičnih energij težjega in lažjega delca pred vpadom in to vsoto energij izenačimo z vsoto njunih kinetičnih energij po odboju, nam rešitev enačbe da razporeditev kinetičnih energij po odboju v razmerju, kot to simbolično prikazuje Slika 4.6.

Rešitev enačbe pokaže, da se kinetična energija vodikovega jedra poveča na račun zmanjšanja kinetične energije kisikovega jedra.

Hitrost se poveča lažjemu vodikovemu jedru. Vzmet ga odrine z večjo hitrostjo, kot je bila njegova vpadna hitrost. Hitrost kisikovemu jedru pa se glede na njegovo vpadno hitrost celo zmanjša, ker mu začasno zmanjšana masa vodikovega jedra nudi manjši odpor.

Vodikovo jedro torej ob odboju prevzame več kinetične energije kot kisikovo jedro in tudi več, kot je je vodikovo jedro vložilo v odboj.

Sledi druga pomembna ugotovitev: Pri začasnem zmanjšanju mase vodikovemu jedru za polovico ($k = 0,5$) se vodikovemu jedru v fazi odboja kinetična energija več kot podvoji.

Gibanje delca po odboju

Po odboju, ko pospeški ponehajo, se polje okrog vodikovega jedra začne urejati. Ko se le-to uredi, se njegova masa poveča in vrne na izhodiščno vrednost.

Del kinetične energije je ob trku s težjega delca dokončno prešel na lažji delec. Kolikšen del, je odvisno od pospeškov. Če gre za zmerne pospeške, je ta del zanemarljiv, če gre za večje, predvsem ob precejšnji razliki v masah delcev, pa je le-ta znaten.

Pospešeno vodikovo jedro s povečano kinetično energijo lahko naključno zadene naslednji atom kisika, pri čemer se njegova energija lahko znova oplemeniti. Vodikovo jedro tako z novimi in novimi trki dobiva vse večjo in večjo energijo.

Padec hitrega primarnega vesoljskega delca ustvarja plaz sekundarnih vesoljskih delcev

Ugotovitev, da se vodikovemu jedru poveča energija ob trku s težjim atomskim jedrom, zahteva vnovično presojo količine energije, ki jo iz vesolja s seboj prinašajo primarni vesoljski delci.

Velika energija, ki jo opazimo ob vstopu teh delcev v naše ozračje, v plazju sekundarnih delcev nima izvora le v veliki hitrosti delca pri vstopu, ampak je posledica pridobivanja nove in nove energije v zaporednih trkih teh hitrih vodikovih atomskih jeder v našem ozračju.

Primarni vesoljski delec (vodikovo jedro) mora seveda imeti zadostno hitrost in zadostno energijo, da pospešek pri trku s težjim atomskim jedrom v ozračju uspe dovolj deformirati energijsko polje vodikovega jedra za sprožitev plazju. V nadaljevanju hitro vodikovo jedro pridobi večino opažene energije, kar je posledica opisanih trkov.

Zaključek

V astronomiji se pojavlja vprašanje nastanka težjih elementov v vesolju. Nastanek le-teh pripisujejo predvsem močnim eksplozijam supernov, pri katerih nastanejo tako velike hitrosti snovnih delcev in tako močni trki med delci, da se lažja atomska jedra zlijejo v težja atomska jedra.

Opisani pojav primarnih vesoljskih delcev in prenosa kinetične energije med delci ter s tem povečevanje kinetične energije atomskim jedrom pa se praviloma lahko dogaja povsod, kjer imamo:

- primerno temperaturo, na primer nekaj milijonov stopinj, kot je na primer na Soncu, ter
- atomska jedra z različno maso, to je primerno mešanico težjih in lažjih elementov.

Na zvezdi s takimi pogoji lahko vodikovo jedro z naključnim trkanjem s težjimi jedri poljubno poveča svojo kinetično energijo, in sicer do te mere, da lahko tak trk privede do preureditve posameznega atomskega jedra in posledično do nastanka težjega elementa.

Ni torej nujno, da se težji elementi ustvarjajo le ob sorazmerno redkih pojavih supernov, lahko se ustvarjajo spontano ves čas, res pa v omejenih količinah in še to le tam, kjer obstajajo visoke temperature in elementi dovolj različnih atomskih mas.

V naslednjem poglavju se bom posvetil raziskovanju zgradbe snovi in načinu preoblikovanja atomskih jeder.