

jezgru, postoji i druga vrsta vodonika, u čijem se atomskom jezgru sem protona nalazi i jedan neutron (deuterijum), ili čak i dva neutrona (tricijum). Vrste atoma s različitim brojem neutrona a istim brojem protona nazivaju se izotopima jednog elementa.

Izotopi vodonika deuterijum i tricijum su vrlo retki i predstavljaju neobično važne materijale za rad na nuklearnoj energiji. Jedinjenje deuterijuma s kiseonikom daje takozvanu tešku vodu (D_2O), za razliku od obične vode (H_2O). Tricijum se proizvodi veštačkim putem i jedna je od najskupljih supstanci koje čovek poseduje.

Da bismo stekli pojam o tome odakle potiče i kako nastaje nuklearna energija, zamislimo da smo u modernoj laboratoriji nuklearne fizike uspeali da pomoću atomskih mašina sastavimo dva protona i dva neutrona. Na taj način bismo, u stvari, dobili atomsko jezgro helijuma. Budimo, međutim, oprezniji i nepoverljiviji. Pre nego što sastavimo protone i neutrone, izmerimo težine, odnosno mase svakoga od njih zasebno. Videćemo da masa protona iznosi 1,0076 jedinica mase u atomskoj fizici, a neutrona nešto više – 1,0089. Zbir masa dva protona i dva neutrona iznosi, prema tome, 4,033 atomskih jedinica. To bi ujedno trebalo da bude i masa helijumovog jezgra, pošto smo videli da se ono sastoji upravo od dva protona i dva neutrona.

Međutim, ako bismo bili pedantni do kraja i ipak izmerili masu helijumovog jezgra kao jedinke, bili bismo vrlo iznenađeni. Ustanovili bismo da stvarna masa helijumovog jezgra iznosi 4,003 jedinica, da je, dakle, manja za 0,030 jedinica od zbira masa dva protona i dva neutrona. Mogli bismo da ponavljamo merenje bezbroj puta i u vanrednom tačnosti, no uvek bismo dobijali pomenute rezultate. Kako je to moguće? Kako i kuda je iščezlo 0,75 posto mase čestica?

Na ovom mestu u priču ponovo ulazi Ajnštajnov zakon, koji jednostavno objašnjava celu stvar. U našem eksperimentu, tj. pri spajanju protona i neutrona, delić njihove mase ne iščezava sasvim, nego se, po tom zakonu o vezi između mase i energije, pretvara u energiju. Ako bismo merili ne samo mase nego i energiju, ustanovili bismo

da se oslobađa tačno onoliko energije koliko odgovara gubitku od 0,030 jedinica mase.

Edingtonu je bilo poznato da vodonik čini više od pedeset posto Sunčeve mase i mogao je zaključiti da se u njoj atomska jezgra, protoni, neprekidno spajaju u jezgra helijuma, uz oslobađanje ogromnih količina energije. U toj laboratoriji neverovatnih razmera svake sekunde se oko 570 miliona tona vodonika transformiše u 566 miliona tona helijuma, pri čemu „manjak“ mase od oko četiri miliona tona odlazi u vasionu najvećma u obliku energije toplotnih i svetlosnih zraka. Budući da se transformacijom jednog kilograma vodonika u helijum dobija 187,5 miliona kilovat-časova, vodonik je u stanju da u količini u kojoj se nalazi na Suncu zagreva ovo i održava ga u usijanom stanju milijardama godina. Sadašnja luminoznost Sunca, odnosno snaga njegovog zračenja, procenjuje se na $3,6 \cdot 10^{26}$ W.

Na Sunčevoj površini temperatura iznosi 5800 kelvina a sve je više prema njegovom središtu, gde dostiže 15 miliona kelvina. I svakako treba očekivati da se na tako visokoj temperaturi odigravaju neobični procesi, kad se već na nekoliko hiljada stepeni gotovo svaki materijal topi i isparava. I pritisak u Sunčevom središtu prevazilazi svaku meru: on tamo iznosi preko pedeset milijardi atmosfera.

Na Zemlji nemamo iskustva s tako visokim pritiscima i temperaturama, ali se ipak može naslutiti u kakvom stanju se nalazi materija podvrgnuta takvim uslovima. Tu više nema ni govora o postojanju atoma, jer su oni potpuno likvidni na sastavne delove, tj. elektroni su odvojeni od atomskih jezgara. Na taj način, samo elektroni i jezgra postoje kao zasebne čestice. To je, u stvari, čvrsto stanje materije – plazma. Dalje, usled visokog pritiska, masa je zgusnuta do te mere da je zapremina jednog kilograma gvožđa manja od veličine naprska.

Pod ovakvim uslovima, na Suncu i drugim zvezdama odvijaju se spontano, sami od sebe, nuklearni procesi; drugim rečima, oslobađa se nuklearna energija. Ali na koji način temperatura omogućava nuklearne procese?

Ako hoćemo da u laboratoriji izvedemo neki nuklearni proces, služimo se mašinama za nuklearno bombardovanje