

SUNCE

Vrijeme prije glavne sekvence evolucije Sunca, koje slijedi nakon burnog i dinamičkog urušavanja iz matičnog plinovitog oblaka, određeno je polaganom kontrakcijom, koja se obično označava kao *Kelvin - Helmholtzova kontrakcija*. U tom relativno kratkom periodu polovica se gravitacijske energije iskoristila za zagrijavanje materijala, dok se preostala polovica izgubila u prostor u formi energije zračenja. Ovisnost gravitacijske energije zvijezde o masi i polumjeru zvijezde upućuje na to da stezanje može dati vrlo veliku energiju. Kako je gravitacijska energija razmjerna kvadratu mase, zvijezda dva puta veće mase imat će gravitacijsku energiju četiri puta veću.

Zanimljivo je spomenuti da je krajem prošlog stoljeća, postojalo mišljenje da je energija od gravitacijske kontrakcije odgovorna čak i za sadašnju sjajnost Sunca (luminozitet). Međutim, čak i vrlo jednostavno izračunavanje pokazat će da to ne može biti točno. Ako pretpostavimo da je sjajnost Sunca uvijek bila konstantna u cijeloj svojoj povijesti, da bi se kompenzirao gubitak mase, polumjer bi se Sunca morao smanjivati oko 20 m godišnje. Svake sekunde Sunce zrači količinu energije od $3,82 \times 10^{26}$ Joula. To odgovara gubitku mase od oko 4×10^6 t, što je zanemarivo u odnosu na ukupnu Sunčevu masu. Tom brzinom, gravitacijska energija bi proizvodila energiju zračenja ne više od 40 milijuna godina. To je vrijeme, u usporedbi sa starošću Sunca koje se mjeri milijardama godina, zanemarujuće kratko. Na odgovor na pitanje gdje je izvor energije Sunca moralo se je čekati sve do 1939., kada je Hans A. BETHE objavio svoju teoriju o nastanku energije na zvijezdama u procesu i posredstvom fuzije.

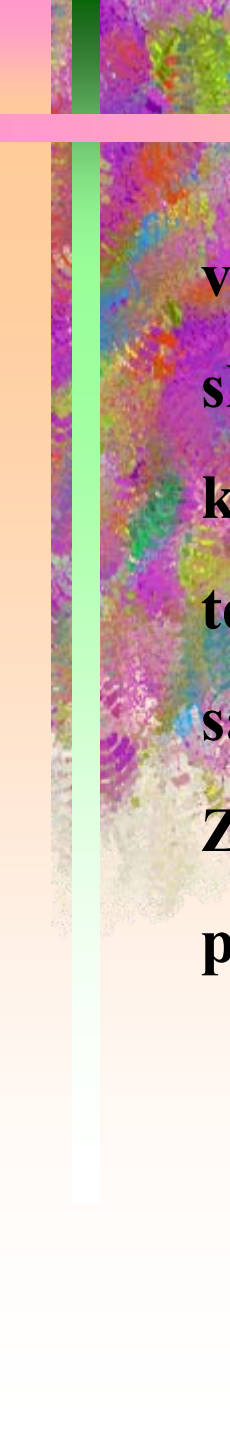
Ono što Sunce razlikuje od planeta jesu njegove *dimenzije, masa i gravitacijsko polje, temperatura te snaga svjetlosti* koja se sa Sunca odlijeva u prostor. Polumjer Sunca iznosi 696.000 km, što je jednako 109 Zemljinih polumjera.

Promatra li se omjer volumena, nalazi se da je Sunčev volumen 1.3 milijuna puta veći od Zemljina. Masa Sunca (1.99×10^{30} kg) veća je otprilike 333.000 puta od mase Zemlje. U usporedbi s Jupiterovom masom Sunčeva je 1.050 puta veća, a masa svih planeta zajedno iznosi 750 dijelova mase Sunca.

Sunce je u osnovi ionizirani plin ili plazma (četvrto agregatno stanje) izgrađeno od usijanog, visokotemperaturnog plina, koji se sastoji uglavnom od vodika i helija, od čega na vodik otpada tri četvrtine, a na helij jedna četvrtina njegove mase; no u središtu Sunca vodika ima manje na račun helija jer se tamo vodik fuzionira u helij. Učešće ostalih elemenata je oko 1 %

Sunce će ostati u glavnoj sekvenci još idućih oko 5 milijardi godina. Trebat će približno toliko vremena da se iscrpi sve raspoloživo vodikovo gorivo. To znači da smo mi na oko pola puta od očekivanog vremena života Sunca.

Sunce proizvodi energiju u termonuklearnoj reakciji, a termonuklearni reaktor smješten je u njegovoj jezgri. Kao i druge slične zvijezde, Sunce proizvodi svoju energiju kroz dva procesa : *lancu proton - proton i kroz ciklus ugljika*, od čega se 91% odnosi na niz proton - proton. (Zvijezde mnogo masivnije od Sunca imaju višu temperaturu jezgre pa time proizvode energiju uglavnom kroz ciklus ugljika). Krajnji rezultat oba procesa je fuzija četiri vodikove jezgre u jednu ${}^4\text{He}$ jezgru.



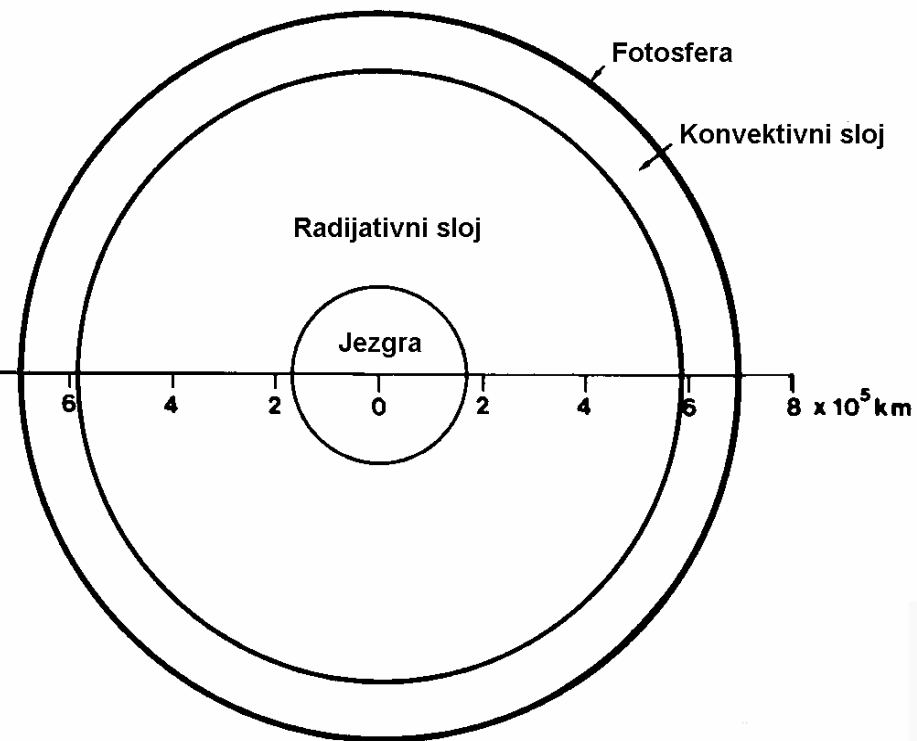
Nuklearne reakcije u zvijezdanim jezgrama proizvode visoko-energetske fotone (gama zrake) koji djeluju sa slobodnim elektronima i gube energiju dok se u cikcak liniji kreće prema površini zvijezde. Prostor u kojemu se odvijaju termonuklearne reakcije ograničen je na trećinu polumjera samoga Sunca.


Zbog kontinuirane apsorpcije i reemisije zračenja fotonu je potrebno milijun godina da stigne do površine Sunca.

U centru je *jezgra*, s polumjerom od 170.000 km (ili 24% polumjera Sunca), temperaturom od 15×10^6 K i gustoćom od 160 g/cm^3 (što je 8.5 puta više od čistog zlata, jedne od najgušćih supstanci na Zemlji). Današnji sastav Sunca je 62% He i 38% H (po masi), što je rezultat prijelaza vodika u helij od postanka Sunca, prije 4.7 milijardi godina.

Na jezgru slijedi *radijativni sloj*, od 170.000 do 590.000 km, ili 60% Sunčeva polumjera). Kao što samo ime govori, energija se kroz taj sloj prenosi posredstvom fotona. Dalje slijedi *konvektivni sloj*, (590.000 do 695.500 km, ili 15% Sunčeva polumjera), koji, kako mu ime govori provodi energiju, a time i prenosi energiju prema van. Radijativni i konvektivni slojevi sastoje se od oko 72 masenih% H, 26 mas.% He, i oko. 2 mas.% težih elemenata.

Presjek kroz Sunce





Površinski sloj Sunca, koji emitira svjetlost koju mi vidimo, naziva se *fotosfera* i kontrolni je mehanizam ukupnog zračenja sa Sunca. Širok je 450 km, a temperatura se u tom sloju kreće od 8.000 K na dnu do 4.000 K na samoj površini (prosječna temperatura = 5.770 K).

Najveći dio Sunčevog zračenja je u vidljivom i rubnim područjima infracrvenog i ultraljubičastog zračenja. Do nas dopire svjetlost iz Sunčeve atmosfere dok nam dublji dijelovi ostaju nedostupni.