

ÜLVÜ VƏLİYEV

AMEA Naxçıvan Bölməsi

E-mail: veliyev_ulvu@mail.ru

GÜNƏŞİN VƏ ULDUZLARIN ENERJİ MƏNBƏYİ

Təqdim olunan işdə Günəşin və ulduzların enerji mənbəyi araşdırılır. Günəşin daxilində gedən nüvə reaksiyaları zamanı hidrogenin heliuma çevrilməsi şərh olunur və göstərilir ki, reaksiyaların nəticələrində güclü enerji ayrılması ilə müşayiət olunan dörd hidrogen nüvəsindən bir helium nüvəsi əmələ gəlir. Məqalədə Günəşin tam enerji ehtiyatı hesablanır. Göstərilir ki, Günəşin bu enerji ehtiyatı 100 milyard ilə kifayət edir. Ulduzların əksəriyyəti üçün zəruri olan hidrogenin heliuma çevrilməsi termonüvə reaksiyalarına baxılır.

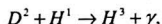
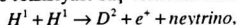
Açar sözlər: *hidrogen, helium, termonüvə reaksiyaları, Günəş enerjisi.*

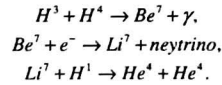
İlk dəfə Günəşin enerji mənbəyi ilə maraqlanan 150 il bundan əvvəl Uilyam Tomson olmuşdur. Tomsona görə Günəş enerjisi cazibə təsiri ilə onun üzərinə düşən meteor cisimləri hesabına bərpa oluna bilərdi. Lakin təqribi hesablamalar göstərdi ki, bu proses Günəşin enerji ehtiyatını izah edə bilməz. 1925-ci ildə Eddinqton ilk dəfə olaraq Günəş və ulduzların daxilində atom nüvələrinin çevrilmələri nəticəsində enerji ayrılması fikrini söylədi [1].

Hələ 1905-ci ildə Eynşteinin nisbilik nəzəriyyəsinə görə kütlə ilə enerji arasında münasibəti göstərmişdir. Eynşteinə görə

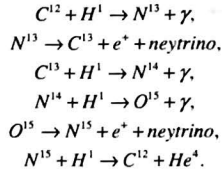
$$E = mc^2$$

burada m kütlə, c isə işıq sürətidir. Asanlıqla hesablamaq olar ki, olar ki, 1 q kütlə tamamilə enerjiyə çevrilərsə $9 \cdot 10^{20}$ erq enerji ayrılar [2]. Nəzəri hesablamalar göstərir ki, yalnız Günəş və ulduzların mərkəzi hissələrində (nüvələrində) yüksək temperatur və yüksək sıxlıq şəraitində atom nüvələrinin çevrilməsi zamanı əmələ gələn enerji onların enerji ehtiyatını izah edə bilər. Günəşin kütləsi təxminən 71% hidrogendən, 27% heliumdan, 2% isə 70-ə yaxın digər kimyəvi elementdən ibarətdir. Bu gün artıq məlumdur ki, Günəşin və digər ulduzların enerji mənbəyi onların nüvələrində baş verən termonüvə reaksiyalarıdır. Günəşin nüvəsində hidrogenin heliuma çevrilməsi ilə nəticələnən termonüvə reaksiyaları gedir. Bu prosesdə hidrogenin dörd atomu bir helium atomu yaradır və reaksiyada iştirak edən hidrogenin hər bir qramı $6 \cdot 10^{11}$ C enerji ayrılmasına səbəb olur. Yerdə bu qədər enerji 1000 m³ suyu 0°C-dən qaynayanadək qızdırmağa kifayət edərdi [1]. Günəşin radiusu $r = 0.25R_{\odot}$ olan mərkəzi hissədə, başqa sözlə nüvəsində temperatur və sıxlıq çox yüksəkdir. Belə şəraitdə atom nüvələri bir-birinə çox yaxınlaşır və toqquşma nəticəsində nüvə reaksiyası baş verir. Bu reaksiyalar iki cür ola bilər.



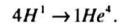


Bu proton-proton siklidir və birinci reaksiyalardır.



Bu karbon siklidir və ikinci reaksiyalardır.

Göründüyü kimi hər iki halda son nəticə 4 hidrogen nüvəsi 1 helium nüvəsinə çevrilir.



Hidrogen atomunun çəkisi $A_H = 1.008$, Helium atomunun çəkisi isə $A_{He} = 4.004$. Onda 4 hidrogen atomunun çəkisi $4A_H = 4.032$, olar. Ona görə də 4 hidrogen nüvəsinin 1 helium nüvəsinə çevrilməsində yaranan kütlə defekti

$$\Delta A_H = 4.032 - 4.004 = 0.28$$

olar. Onda aydındır ki, bir hidrogen nüvəsinin çevrilməsində kütlə defekti $\Delta A_H = 0.007$ olar. Atomun kütlə vahidi $m = 1.66 \cdot 10^{-26}$ q-dır. Ona görə bir hidrogen nüvəsinin çevrilməsində kütlə defekti $\Delta m = 0.007 \cdot 1.66 \cdot 10^{-24} = 1.62 \cdot 10^{-26}$ q olar. Onda bir hidrogen atomu nüvəsinin çevrilməsindən ayrılan enerji

$$E(H) = \Delta mc^2 = 1.62 \cdot 10^{-26} \cdot (3 \cdot 10^{10})^2 = 10.46 \cdot 10^{-5} \text{ erg}$$

olar. Sadəlik üçün fərz edək ki, Günəş təq hidrogenəndə ibarətdir. Onda Günəşin tam enerji ehtiyatı üçün

$$E_{\text{v}} = E(H) \cdot N_H = 1.046 \cdot 10^{-5} = 10^{52} \text{ erg}.$$

qiymətini alarıq. Bu enerjini Günəşin bir saniyədə şüalandırdığı enerjiyə bölsək, onda məlum olar ki, Günəşin enerji ehtiyatı 100 milyard ilə kifayət edər [3].

Ulduzların əksəriyyəti üçün xarakterik olan hidrogenin heliuma çevrilməsi termönüvə reaksiyalarının mexanizminə baxaq. İki protonun heç də hər bir toqquşması nüvə reaksiyasına gətirib çıxarmır. Proton milyard illər ərzində digər protonla nüvə çevrilməsi baş vermədən də toqquşa bilər. Lakin iki protonun sıx yaxınlaşması anında nüvə üçün az ehtimallı digər hadisə – protonun neytrona, pozitrona və neytrinoya parçalanması baş verərsə, onda proton neytronla ağır hidrogenin deuteriumun dayanaqlı atom nüvəsində birləşər. Deuterium nüvəsi öz xassələrinə görə ağır hidrogen nüvəsinə bənzəyir. Sonuncudan fərqli olaraq ulduzların təkində deuterium nüvəsi uzun müddət mövcud ola bilməz. Bir neçə saniyədən sonra əlavə bir protonla toqquşaraq onu özünə birləşdirir güclü gamma kvantı buraxır və helium izotopu nüvəsinə çevrilir ki, onu da iki proton adı heliumda olduğu kimi iki neytronla deyil biri ilə əlaqəlidir. Bir neçə milyard ildən bir yüngül heliumun belə nüvələri o dərəcədə sıx yaxınlaşır ki, iki protonu sərbəst buraxaraq adi helium nüvəsində birləşə bilərlər. Beləlikl, ardıcıl nüvə çevrilmələri nəticəsində adi helium nüvəsi yaranır [4]. Reaksiya gedişində pozitronlar və gamma kvantları enerjini ətrafdakı qaza ötürür. Neytronlar isə tamamilə ulduzu tərk edirlər ona görə

də onlar çox böyük maddə qatını heç bir atoma toxunmadan keçmək qabiliyyətinə malikdirlər.

ƏDƏBİYYAT

1. Прист Э.Р. Солнечная магнитогидродинамика. Москва: Мир, 1985, 589 с.
2. Соболев В. В. Курс теоретической астрофизики. Москва: Наука, 1985, 504 с.
3. Quluzadə C.M. Günəş fizikası. Bakı: Elm və təhsil, 2012, 231 s.
4. https://az.wikipedia.org/wiki/Günəş_sistemi.

Ульви Велиев

ИСТОЧНИК ЭНЕРГИИ СОЛНЦА И ЗВЕЗД

В представленной работе исследуется источник энергии Солнца и звезд. Излагается преобразование водорода в гелий во время ядерных реакций, происходящих внутри Солнца, и указывается, что в результате этих реакций образуется одно ядро гелия из четырех ядер водорода, что сопровождается выделением мощной энергии. В статье вычисляется полный энергетический ресурс Солнца и указывается, что этого ресурса хватит на 100 млрд. лет. Рассматриваются термоядерные реакции преобразования водорода в гелий, которые являются характерными для большинства звезд.

Ключевые слова: водород, гелий, термоядерные реакции, солнечная энергия.

Ulvi Valiyev

ENERGY SOURCE OF THE SUN AND STARS

In the presented study, the energy source of the sun and stars is investigated. Hydrogen is converted into helium during nuclear reactions in the sun reflects that, one helium nuclear are formed from four hydrogen nuclear which is accompanied by strong energy separation in the result of the reaction. The full energy reserves are calculated of the Sun in the paper. It is shown that the Sun's energy reserves are enough to 100 billion years. Conversion hydrogen into helium has been investigated by thermonuclear reactions which is more essential for the majority of stars.

Keywords: hydrogen, helium, thermonuclear reactions, full energy of the sun.

(AMEA-nın müxbir üzvü Namiq Cəlilov tərəfindən təqdim edilmişdir)