BAKI UNİVERSİTETİNİN XƏBƏRLƏRİ

*№2* *Fizika-riyaziyyat elmləri seriyası* *2014*

# ASTROFİZİKA

**UOT 524.31.01-36**

## φCas (F0 Ia) ULDUZUNUN KİMYƏVİ TƏRKİBİNİN TƏYİNİ

**C.M.QULUZADƏ, Z.A.SƏMƏDOV, Ə.M.XƏLİLOV, Ü.R.QƏDİROVA**
***Bakı Dövlət Universiteti***
***ckulizade@mail.ru, ulkergadirova@gmail.com.***

*Şamaxı Astrofizika Rəsədxanasının 2m-lik teleskopunda alınmış spektrə görə HD 7927 (φCas) ulduzunun atmosferində mikroturbulent hərəkət sürətləri təyin olunmuşdur ($\xi_t$=14km/san). Bir sıra kimyəvi elementin miqdarı model üsulu ilə təyin olunmuşdur. Alınmış nəticələr Günəşlə müqayisə olunmuşdur.*

**Açar sözlər:** φ Cas ulduzu, mikroturbulent hərəkət sürətləri, kimyəvi tərkib, Günəşlə müqayisə.

Ulduzların kimyəvi tərkibi onların ən əsas parametrlərindən biridir. Kimyəvi tərkib ulduzun təkamülünün verilmiş dövründə onun əsas statusunu təyin edir. Aydındır ki, ulduzun yarandığı ilk dövrdə onun kimyəvi tərkibi yarandığı buludun kimyəvi tərkibi ilə eyni olur. Zaman keçdikcə istilik nüvə reaksiyaları nəticəsində onun tərkibi müəyyən dəyişikliklərə məruz qalır.

Ulduz atmosferlərində müxtəlif kimyəvi elementlərin miqdarı müxtəlif üsullarla təyin oluna bilər. Bunların içərisində ən etibarlısı ayrı-ayrı spektral xətlərin profillərinin analizinə əsaslanır və incə üsul adlanan üsuldur. Bu üsul spektral xətlərin dəqiq profillərinə əsaslanır, bu isə yüksək dispersiya və yüksək ayırmalı spektral cihazlar tələb edir. Ona görə ulduz atmosferlərinin kimyəvi tərkibi çox zaman ayrı-ayrı xətlərin dəqiq profillərini tələb etməyən və yalnız xətlərin ekvivalent enlərinə əsaslanan statistik üsullardan istifadə etməklə təyin olunur.

Uzun müddət astrofizikada ulduz atmosferlərinin kimyəvi tərkibi yüksəliş əyrisi üsulu ilə təyin olunurdu. Daha sonralar bu məqsədlə model üsulundan geniş istifadə olunur. Bu üsul da spektral xətlərin yalnız ekvivalent enlərinə əsaslanır.

Təqdim olunan iş φ Cas (F0 Ia) ulduzunun model üsulu kimyəvi tərkibinin təyininə həsr olunur. İstifadə olunan spektral material Şamaxı Astrofizika rəsədxanasının 2m-lik teleskopunda alınmışdır.

## Mikroturbulent hərəkət sürətinin təyini

Məlum olduğu kimi ulduz atmosferlərində atomların istilik hərəkətləri ilə yanaşı qaz kütlələrinin xaotik hərəkətləri, başqa sözlə turbulent hərəkətlər də mövcuddur. Ona görə atomların tam xaotik hərəkət sürəti:

$$\vartheta = \sqrt{\vartheta_k^2 + \xi_t^2}$$

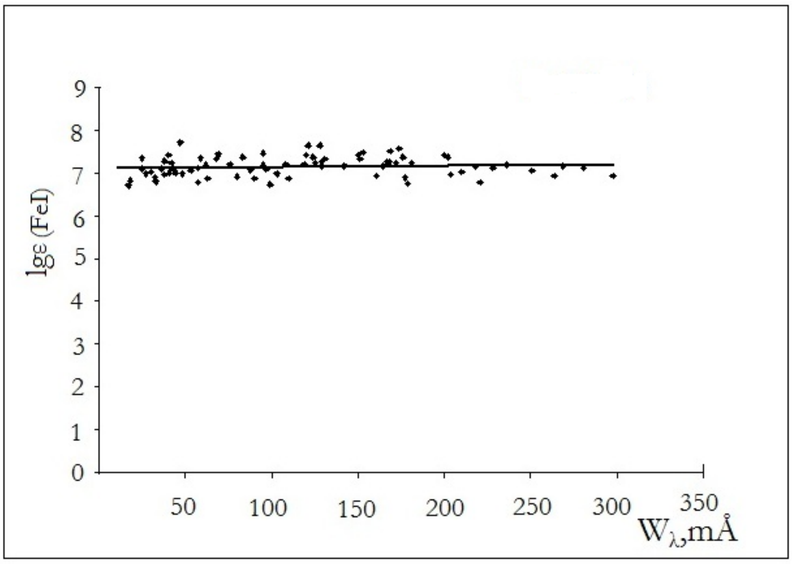
Əgər baxış şüası bir turbulent və ya onun bir hissəsini kəsirsə turbulent hərəkət makroturbulent, bir neçə hissəsini kəsirsə isə mikroturbulent hərəkət adlanır.

Mikroturbulentlik atomların istilik hərəkətindən yaranan Dopler effekti kimi spektral xətlərin genişlənməsinə səbəb olur. Mikroturbulentlik birbaşa kimyəvi tərkibin təyininə təsir edir, çünki xətlərin ekvivalent enlikləri ondan asılıdır. Soyuq ulduzlara baxdıqda belə qəbul olunur ki, bu effekti fotosferdən altında yerləşən konvektiv zonada yaranan və spektral xətlərin yarandığı atmosfer qatlarına çatan akustik dalğalar yaradır. Məsələn, Edmunsun [1] hesablamalarında rəqslərin sürətinin orta kvadratik amplitud qiyməti $\vartheta_\omega$-ya müşahidədən təyin olunan mikroturbulent hərəkət sürətinin analoqu kimi baxılır. Beləliklə, mikroturbulentliyin tədqiqi iki səbəbdən mühümdür. Birincisi ulduzların kimyəvi tərkibinin analizi üçün, ikincisi bu hadisənin təbiətini aydınlaşdırmaq üçün.

Mikroturbulent hərəkət sürətinin təyininin ən müasir və dəqiq üsulu atmosfer modelləri üsuludur. Bu üsul hər hansı elementin atom və ionunun geniş ekvivalent enlikli diapozona malik çoxlu sayda xətlərinin tədqiqinə əsaslanır. Mikroturbulent hərəkət sürətinə $\xi_t$ müxtəlif qiymətlər verərək hər bir xətt üçün onun ölçülmüş ekvivalent eninə $W_\lambda$ görə uyğun elementin miqdarı lgε hesablanır və $\xi_t$ üçün müəyyən qiymət seçilir, belə ki, $\xi_t$-nin seçilmiş bu qiymətində lgε-nın $W_\lambda$-nın artması ilə sistematik dəyişməsi müşahidə olunmur. Başqa sözlə, müxtəlif intensivlikli xətlərə görə təyin olunan miqdar lgε eyni olmalıdır.

Qeyd etdiyimiz kimi, mikroturbulentliyi dəqiq tədqiq etmək üçün hər hansı atom və iona məxsus geniş ekvivalent enliklər diapazonunu əhatə edən çoxlu sayda xətlər olmalıdır. φCas ulduzunun spektrində ən çox müşahidə olunan xətlər FeI-ə məxsus xətlərdir, həmçinin bu xətlərin osillyator gücləri daha dəqiq təyin edilmişdir.

φ Cas ulduzu üçün $T_{eff}$=7300±200K, lgg=0.25±0.2 [2] parametrli model seçilir və bu model əsasında mikroturbulent hərəkət sürətinin müxtəlif qiymətlərində lgε(FeI) miqdarı hesablanmışdır. Müəyyən edilmişdir ki, ancaq $\xi_t$=14km/san olduqda lgε ilə $W_\lambda$ arasında korelyasiya olmur (şəkil1).




**Şək. 1.** $\xi_t$=14km/san olduqda lgε(FeI)-in $W_\lambda$-dan asılılığı.

Beləliklə, φCas ulduzunun atmosferində mikroturbulent hərəkət sürəti üçün $\xi_t$=14 ± 1 km/s alınmışdır.

Cədvəl 1-də φCas (F0 Ia) ulduzunun atmosferində digər müəlliflər tərəfindən mikroturbulent hərəkət sürəti üçün təyin edilmiş qiymətlər göstərilmişdir.

Cədvəl 1

| Müəlliflər | $\xi_t$, km/s | Ədəbiyyat |
|---|---|---|
| V. V. Kovtyukh, C. Soubiran, R. E. Luck, D. G. Turner, S. I. Belik, S. M. Andrievsky and F. A.Chekhonadskikh . | 8,7 | Mon. Not. R. Astron. Soc. 389, 1336–1344 (2008). [3] |
| R.Glebocki. | 15,1 | Acta Astronomica Vol.23 (1973) №2. [4] |
| A. M. Xalilov, A.P. Гасанова | 12 | Циркуляр ШАО, 2003, № 106, c.3738. [5] |
| C.M.Quluzadə, Z.A.Səmədov və s. | 14 | Bakı Universitetinin Xəbərləri Çapdadı |

Cədvəldən göründüyü kimi mikroturbulent hərəkət üçün bizim təyin etdiyimiz qiymət əksər müəlliflərin təyin etdiyi qiymətlə uyğun gəlir.

**Kimyəvi tərkibin analizi**

Qeyd edək ki, yalnız çox soyuq (M spektral sinifli) ulduzların spektrlərində molekulyar zolaqlar müşahidə olunur. Əksər ulduzların spektrlərində (O-G spektral sinifli) isə neytral və ionlaşmış atomlara məxsus xətlər müşahidə olunur. Odur ki, ulduz atmosferlərinin kimyəvi tərkibi dedikdə onun atom

tərkibi, daha dəqiq desək müxtəlif elementlərin atomlarının tam konsentrasiyasının hidrogen atomlarının konsentrasiyasına nisbətinin təyini nəzərdə tutulur. Elementlərin miqdarı ε(El) bir qayda olaraq loqarifmik şkalada ifadə olunur:

$$\lg \varepsilon = \frac{\lg N(el)}{N(H)} + 12$$

burada N(el) verilən elementin vahid həcmdə atomlarının bütün ionlaşma dərəcələri nəzərə alınaraq tam sayıdır, soyuq ulduzlar halında isə həmçinin molekullara daxil olan atomların sayı da nəzərə alınır. Qeyd edək ki, əksər ulduzların atmosferlərində ən çox element hidrogendir, odur ki, digər elementlərin miqdarı bir qayda olaraq hidrogenə nisbətən ifadə olunur. Model üsulu ilə ulduz atmosferlərini təqdid etdikdə fundamental parametrlərin $T_{eff}$ və lgg-nin təyinindən sonra uyğun model qurulur, mikroturbulent hərəkət sürəti $\xi_t$ təyin olunur və növbəti mərhələdə kimyəvi tərkib təyin olunur. Belə ki, bir sıra xətlərə görə lgε hesablamaları mikroturbulentliyin tədqiqi zamanı əvvəlki mərhələlərdə aparılır.

Kimyəvi tərkibin təyininin ən dəqiq üsulu sintetik spektrlərin hesablanmasına əsaslanır. Ancaq əksər hallarda ulduzların kimyəvi tərkibi daha sadə üsul ilə - spektrdə xətlərin ekvivalent enliklərini analiz edərək təyin olunur. Belə ki, lgε-na müxtəlif qiymətlər verməklə baxılan xəttin nəzəri ekvivalent enlikləri hesablanır və müşahidə ekvivalent enliklə $W_\lambda$ müqayisə olunur. Nəzəri hesablanmış ekvivalent en müşahidədən ölçülmüş ekvivalent enliklə üst-üstə düşən hala uyğun lgε təyin olunur. Beləliklə, məsələ, bir neçə lgε üçün ekvivalent enliklərin hesablanmasına əsaslanır. Bu məqsədlə bir çox rəsədxanalarda xüsusi kompüter proqramları mövcuddur. Məsələn, ən geniş istifadə olunan proqramlardan biri Kuruç tərəfindən yaradılan WIDTH proqramıdır. Krım astrofizika rəsədxanasında onun analoqu DASA proqramıdır. Bu proqram vasitəsilə lgε-nun üç qiyməti üçün hər bir xəttin ekvivalent eni $W_\lambda$ hesablanır, sonra interpolyasiya üsulu ilə müşahidə ekvivalent enliyə uyğun miqdar lgε təyin olunur.

φ Cas ulduzunun hesablanmış atmosfer modelinə əsaslanaraq onun atmosferində elementlərin miqdarı təyin edilmişdir. Mikroturbulent hərəkət sürəti üçün $\xi_t$=14km/san qəbul olunmuşdur. Alınmış nəticələr cədvəl 2-də göstərilir. Elementlərin miqdarı loqarifmik şkalada verilir. Cədvəl 1-də, həmçinin Günəş atmosferinin kimyəvi tərkibi $\lg\varepsilon_\odot$ verilmişdir. Həm $\lg\varepsilon_\odot$ qiymətləri, həm də osillyator gücləri əvvəlki işlərimizdə [6-8] istifadə etdiyimiz ədəbiyyatlardan götürülmüşdür [9-10]. Qeyd edək ki, əvvəlki işlərimizdə olduğu kimi elementlərin miqdarı nisbətən zəif xətlərə əsasən təyin edilmiş-

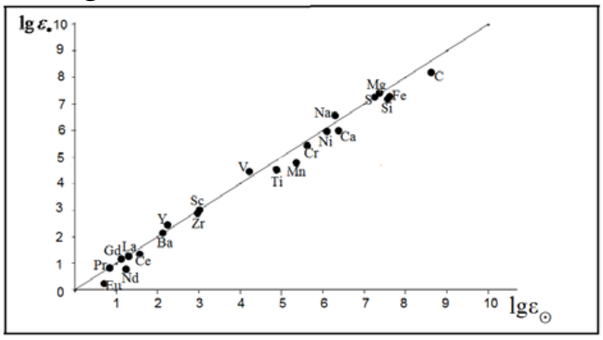
dir. Bu xətlər atmosferin nisbətən dərin qatlarında yaranır, LTT-dan kənara çıxmanın, mikroturbulentliyin və sönmənin xətalarının təsiri bu xətlər üçün zəifdir.

Cədvəl 2

**φCas ulduzunun və Günəşin kimyəvi tərkibinin müqayisəsi**

| Element | Xətlərin sayı | $\lg \varepsilon_*$ | $\lg\varepsilon_\odot$ | $\Delta\lg\varepsilon = \lg\varepsilon_* - \lg\varepsilon_\odot$ |
|---|---|---|---|---|
| CI | 4 | 8,19 | 8,61 | -0,42 |
| NaI | 2 | 6,56 | 6,28 | 0,28 |
| MgI | 4 | 7,37 | 7,36 | 0,01 |
| MgII | 2 | 7,50 | 7,36 | 0,13 |
| SiII | 7 | 7,19 | 7,55 | -0,36 |
| SI | 2 | 7,26 | 7,24 | 0,02 |
| CaI | 16 | 6,00 | 6,36 | -0,36 |
| ScII | 11 | 3,02 | 3,00 | 0,02 |
| TiII | 52 | 4,54 | 4,96 | -0,42 |
| VII | 12 | 4,45 | 4,21 | 0,24 |
| CrI | 6 | 5,44 | 5,61 | -0,17 |
| CrII | 24 | 5,41 | 5,50 | -0,09 |
| MnI | 4 | 4,80 | 5,35 | -0,55 |
| FeI | 108 | 7,20 | 7,60 | -0,40 |
| FeII | 56 | 7,37 | 7,60 | -0,23 |
| NiI | 1 | 5,77 | 6,08 | -0,31 |
| NiII | 4 | 6,21 | 6,07 | -0,14 |
| YII | 4 | 2,45 | 2,24 | 0,21 |
| ZrII | 12 | 2,88 | 2,96 | -0,08 |
| BaII | 3 | 2,15 | 2,11 | 0,04 |
| LaII | 2 | 1,285 | 1,30 | -0,02 |
| CeII | 3 | 1,36 | 1,55 | -0,19 |
| PrII | 1 | 0,83 | 0,83 | 0 |
| NdII | 1 | 0,78 | 1,23 | -0,45 |
| EuI | 1 | 0,25 | 0,70 | -0,45 |
| GdII | 1 | 1,18 | 1,12 | 0,06 |

φCas ulduzunun kimyəvi tərkibinin Günəşin kimyəvi tərkibi ilə müqayisəsi şəkil 2-də göstərilir.



**Şək. 2.** φCas ulduzunun kimyəvi tərkibinin Günəşin kimyəvi tərkibi ilə müqayisəsi.

Bir çox elementlərin miqdarı Günəşdə olan miqdarı ilə müqayisə edilmişdir və Günəşlə müqayisədə, demək olar ki, eynidir.

φCas (F0 Ia) ulduzunun atmosferində dəmir elementinin miqdarı [ 11] təyin edilmişdir. [11]-də dəmirin təyin olunmuş miqdarı Günəşdəki miqdarla müqayisə edilmişdir:

$\Delta lg\varepsilon(Fe)=-0,24$. Bu nəticə bizim aldığımız nəticəyə yaxındır.

**ƏDƏBİYYAT**


1. M.G.Edmunds, Astron and Astrophys., 64, 103, 1978.
2. Səmədov Z.A., Xəlilov A.M., Qədirova Ü.R.// HD7927 (F01a) ulduzunun fundamental parametrlərinin təyini // Azərbaycan Astronomiya Jurnalı №1, 2013, s.21-28.
3. V.V.Kovtyukh, C.Soubiran, R.E.Luck, D.G.Turner, S.I.Belik, S.M.Andrievsky and F.A.Chekhonadskikh // Reddenings of FGK Supergiants and classical Cepheids from Spectroscopic Data , Mon. Not. R. Astron. Soc. 389, 1336–1344 (2008).
4. R.Glebocki // Microturbulence in Atmospheres of F, G, K, Type Stars. II. Changes with Temperature, Luminosity and Metal Abundance, Acta Astronomica. v.23 (1973) №2.
5. Халилов А.М., Гасанова А.Р. // Атмосфера сверхгиганта φ Cas (F0 Ia). II.Определение физических параметров и химического состава. Баку, Циркуляр ШАО, 2003, № 106, с.3738.
6. Самедов З.А., Халилов А.М. Исследование сверхгиганта 89 Her // Астрономический журнал 2008, т.85, №10, с.940-945.
7. Səmədov Z.A. 41 Cyg (F2 II) ulduzunun atmosferinin tədqiqi // Beynəlxalq Elmi Konfransın materialları 2009, s. 127-128.
8. Səmədov Z.A. 110 Her (F6V) ulduzunun atmosferinin kimyəvi tərkibi və atmosfer parametrlərinin təyini // Bakı Universitetinin xəbərləri №2,2008, s. 182-187.
9. Боярчук А.А. Боярчук М Е.. // Изв. Крым. Астрофиз. Обс.,1981, т. 63, с.66.
10. Боярчук А.А., Антипова Л.И., Боярчук М.Е., Саванов И.С. // Астрономический журнал., 2001, т.78, № 4, с.349-358.
11. Kovtyukh1 V. V., Gorlova N. I. & Belik S. I. // Accepted to MNRAS, April 19, 2012


## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХИМИЧЕСКОВА СОСТАВА ЗВЕЗДЫ φCas (F0 Ia)

**Д.М.КУЛУ-ЗАДЕ, З.А.САМЕДОВ, А.М.ХАЛИЛОВ, У. Р. ГАДИРОВА**

**РЕЗЮМЕ**

В атмосфере звезды HD7927 φCas была определена скорость микротурбулентного движения ($\xi_т$=14 км/с ) по спектру, полученному на 2 метровом телескопе в Шемахинской Астрофизической Обсерватории. Количество некоторых элементов было определено методом моделей. Полученные результаты сравниваются с Солнцем.

**Ключевые слова:** звезда φCas, скорость микротурбулентных движений, химический состав, сравнение с Солнцем

## THE ELEMENT ABUNDANCE DETERMINATION OF THE φCas (F0 Ia) STAR

**D.M.KULI-ZADE, Z.A.SAMADOV, A.M.KHALILOV , U.R.GADIROVA**

**SUMMARY**

The equivalent width of same spectral lines in the spectrum of φCas obtained by 2 m telescope of the Shamakhy Astrophysical Observatory has been measured. The microturbulent velocity by FeI lines has been determinened ($\xi t$ = 14 km / s). Abundance of some elements has been determined by model methods. The results have been compared with the Sun.

**Key words:** φCas star, velocity of microturbulent motion, abundance of elements, compared with the Sun.

*Redaksiyaya daxil oldu: 04.03.2014-cü il*
*Çapa imzalandı: 04.07.2014-cü il*