

UOT 523.9

VƏFA QAFAROVA

## QARA ÇUXURLAR HAQQINDA

*Məqalədə qara çuxurların necə əmələ gəlməsi və müasir dövrdə aparılan araşdırmaların nəticələri haqqında qısa məlumat verilir. M kütlə mərkəzi ətrafındakı  $R_g$  radiuslu sfera Şvarstşild sferasıdır. Kütləsi kifayət qədər olan ulduz Şvarstşild sferasından da kiçik küreyə qədər sıxıla bilər. Belə obyekt qara çuxur adlanır. Belə olduqda parabolik sürət işıq sürətindən böyük olur, yəni işıq kvantları obyektə tərək edə bilmir. Qara çuxurlar Eynşteynin ümumi nisbilik nəzəriyyəsi ilə təsvir edilir, birbaşa müşahidə olunmur. Həbl və Chandra teleskopları vasitəsilə əldə edilən fotolar nəticəsində alimlər belə bir nəticəyə gəlirlər ki, qara çuxurlar nəhəng qaz buludlarından yaranır. Qara çuxurun xüsusiyyətlərini 3 əmil vasitəsilə öyrənirlər: kütlə, impuls momenti, elektrik yükü.*

**Açar sözlər:** *qravitasiya radiusu, Şvarstşild sferası, qara çuxur.*

XX əsrdə kainatdakı göy cisimləri ilə əlaqədar çoxlu yeni kəşflər oldu. Dövrümüzdə hələlik yenicə aşkarlanan və öyrənilən cisimlərdən biri də qara çuxurlardır.

Qara çuxurun bir obyekt kimi mənasını başa düşmək üçün cismin qravitasiya radiusu adlanan kəmiyyətlə tanış olaq.

Ümumi Nisbilik Nəzəriyyəsinə görə kütləsi  $M$  olan cisimlə kütləsi  $m$  olan nümunə kütləsi arasındakı cazibə qüvvəsi onlar arasındakı məsafə  $r \rightarrow \infty$  olanda deyil,  $r \rightarrow R_g = \frac{2GM}{c^2}$  olanda sonsuzluğa yaxınlaşır və  $r = R_g$  olanda sonsuz böyük olur.  $R_g$  qravitasiya radiusu adlanır və bu nəticəni ilk dəfə 1916-cı ildə astrofizik Şvarstşild almışdır.  $M$  kütlə mərkəzi ətrafındakı  $R_g$  radiuslu sfera Şvarstşild sferası adlanır [1].

İndi fərz edək ki, Günəş kütləli ulduz qravitasiya radiuslu küreyə qədər sıxılmışdır. Belə kürenin orta sıxlığı  $2 \times 10^{16} \text{q/sm}^3$  olar. Burdan görünür ki, ulduzun kütləsi bir neçə on Günəş kütləsinə bərabər olarsa, bu halda onun orta sıxlığı neytron ulduzunkundan da kiçik olur. Buradan belə bir sual ortaya çıxır: kütləsi kifayət qədər böyük olan ulduz qravitasiya radiusundan kiçik radiuslu küreyə qədər sıxıla bilərmi? Ümumi Nisbilik Nəzəriyyəsi bunun mümkündür olduğunu göstərir. Başqa sözlə obyektin kütləsi  $M > 3 M_{\odot}$  olarsa ( $M_{\odot}$ -Günəşin kütləsidir), obyekt qravitasiya radiusundan kiçik radiuslu küreyə qədər sıxıla bilər. Radiusu qravitasiya radiusundan kiçik olan obyekt "Qara çuxur" adlanır. Bu onunla əlaqədardır ki, belə obyekt üçün parabolik sürət  $V_n = \sqrt{\frac{2GM}{c}} > cv_n = \sqrt{2GM/R} > c$  olur, yəni işıq kvantları obyektə tərək edə bilmir – qara çuxurdan çıxı bilmir.

Aydındır ki, qara çuxurun varlığını o vaxt qəti söyləmək olar ki, obyekt adi bir ulduzla sıx qoşa sistem təşkil etsin. Bu halda adi ulduzdan qara çuxura tərəf axan maddənin trayektoriyası işıq sürətinə yaxın sürətlə spiral boyunca olar, qara çuxurun qravitasiya sahəsində on milyonlarla dərəcə qızan mühit yaranar. Sıx qoşa sistemdə görünməyən obyektin böyük kütləyə malik olması da onun qara çuxur olması ehtimalını artırır [1].

Qara çuxurlar enerjisi tükənən bir ulduzun öz daxilinə tərəf çökməsi və axırda ulduzun yerinə hüdudsuz ölçüdə çox güclü cazibə sahəsinin ortaya çıxması ilə yaranır. Hətta nəhəng

teleskoplarla belə onu görmək mümkün deyil, çünki onun səthinin cazibə qüvvəsi olduqca güclüdür və işıq qara çuxuru tərk edə bilmir. Qara çuxur ulduzların kütləsinin yığılmasının son mərhələsidir ki, onun nüvəsində termonüvə yanacağı tam tükənir və ulduz soyumağa başlayır. Bu zaman ulduz, daxili təzyiqinin azalması ilə qravitasiyanın təsirindən sıxılıb yox olur. Sıxılma istənilən mərhələdə dayana bilər.

Qara çuxurun mövcud ola bilməsi haqqında ilk təsəvvürlər XVIII əsrə aid olsa da, Albert Eynşteynin Nisbilik nəzəriyyəsi ilə sonradan bu mövzu çox böyük aktualıq kəsb etdi.

Bizim qara çuxurlar haqqında sürətlə artan biliklərimizə əsaslanaraq yüksək kütləli qara çuxurların inanılmaz ölçülərini məntiqi cəhətdən izah etmək çox çətindir. Lakin buna baxmayaraq onlar mövcuddurlar. Hubble və Chandra kosmik teleskopları vasitəsilə əldə edilmiş fotoların sayəsində alimlər belə bir fikrə gəlirlər ki, həmin qara çuxurlar nəhəng qaz buludlarından yaranırlar. Daha əvvəllər alimlər düşündürdülər ki, nəhəng qara çuxurların daha da böyümələri onların nisbətən kiçik qara çuxurları cəzb edib udmaları hesabına baş verir. Lakin bu fikir onların sürətlə genişlənmə sualına cavab verə bilmirdi. Bu halda proses daha sürətlə gedərdi. Lakin təsəvvür etsək ki, nə vaxtsa ulduz olmuş obyekt müəyyən vaxtdan sonra məhv olub qara çuxura çevrilir, onda sürət və zaman hesabına genişlənmə qara çuxurlar yeni nəzəriyyəyə uyğunlaşır. Bu nəzəriyyəni yoxlamaq üçün İtaliya Beynəlxalq Astrofizika Universiteti və Scuola Normale Superiore adlı nüfuzlu təhsil mərkəzinin tədqiqatçıları Hubble, Chandra və Spitzer kosmik teleskopları ilə çalışmaq imkanından yararlanıblar. Hubble və Chandra teleskopları maraqlı kosmik obyektləri aşkar ediblər. Əldə edilmiş 2 fotosəkil qara çuxurlara aid nəzəriyyəni təsdiq etsə də alimlər hələ yekun nəticənin olmadığını qeyd ediblər.

Qara çuxurlar Eynşteynin ümumi nisbilik nəzəriyyəsi ilə təsvir edilir. Birbaşa müşahidə edilə bilmirlər. Bilirik ki, hər hansı bir cismin görünməsi üçün özündən işıq çıxmalı və ya özünə gələn işığı əks etdirməlidir. Amma qara çuxurlar üzərinə düşən işıqlarla yanaşı çox yaxından keçən işıqları da udur.

Bir qara çuxurun bütün xüsusiyyətlərini müəyyən edən 3 amil vardır: kütləsi, impuls momenti və elektrik yükü [2]. Qara çuxur sinqulyar qravitasiya adlanan bir nöqtədə cəmləmiş kütləyə sahibdir. Qara çuxurun kütləsi hər zaman sıfırdan böyükdür. Kütləsi Günəşin kütləsinə bərabər olan bir qara çuxurun radiusu təxminən 3 km-dir.

Ulduzların kütləsindən və fırlanma momentindən asılı olaraq ulduzların "ölümü" aşağıdakı mərhələdə başa çatır.

1. Ağ cırtdanlar: çox sıx ulduzlar sönərkən onun vəziyyəti əsasən kütlədən asılı olur. Helium, karbon, oksigen, neon, maqnezium, silisium, dəmir (əsas elementlər ulduzun kütlə qalıqlarının artma ardıcılığı ilə yazılıb). Belə qalıqları ağ cırtdanlar adlandırılır. Onların kütlələri Çandrasekara limiti ilə məhdudlaşır (~1.4  $M_{\odot}$ ).

2. Neytron ulduzların kütləsi isə Oppenheimer-Volkov limiti ilə məhdudlaşır (~2-3  $M_{\odot}$ ).

3. Qara çuxurlar: Qravitasiya dağılması nəticəsində alınan qara çuxurların kütləsi 2.5-5.6  $M_{\odot}$  qədər olur. Bu cür qara çuxurların xarakterik ölçüsü bir neçə on kilometrə bərabər olur [2].

Qeyd etmək lazımdır ki, nəhəng kosmik hadisələr zamanı, yeni ulduz parıltıları əmələ gəlir ki, bu da ulduz təkamülünün ilkin mərhələsidir.

Qara çuxurlar digər ulduz maddələrini udduqca böyüyür. Hər hansı astronomik obyektin qara çuxura daxil olması akkresiya adlanır. Fırlanma nəticəsində akkresiya diski formalaşır,

maddələr relyativistik sürətə yaxınlaşır, isinir və güclü şüalanır. Eyni zamanda rentgen diapazonunda akkresiya disklərinin əmələ gəlməsini müşahidə etmək olar. Akkresiya disklərinin müşahidə çətinliyi onların kiçik miqyaslı olmasıdır. Qara çuxura düşən qaz buludu sərhədsiz qırmızı yaxınlaşma nəticəsində üfufə yaxınlaşanda tez sönür ki, bu da Hubble teleskopu vasitəsilə Qu X-1 bürcündə müşahidə olunur.

Ümumi nisbilik nəzəriyyəsinə görə bir qara çuxur istənilən bir kütlədə meydana gələ bilər. Kütlə kiçildikcə sıxlıq artır, maddə qara çuxuru formalaşdırmağa başlayır. İndiyə qədər bir neçə ulduz kütləsindən kiçik olaraq qara çuxur formalaşdırıldığı bilinən hər hansı bir kütlə müşahidə edilməyib. 2008-ci ilin aprel ayında NASA tərəfindən müşahidə edilən XTE J1650-500 və digərləri ən kiçik kütləli qara çuxurlar olaraq bilinir. Bunlar 3.8  $M_{\odot}$  ilə 24 km radiusa sahib qara çuxurlardır. Lakin sonralar bu təxmin geri çəkilmişdir. Daha mümkün olanı isə 5-10  $M_{\odot}$  arasında bir kütləyə sahib olmalarıdır.

Qara çuxurların öz aralarında və çox böyük obyektlərlə, eləcə də neytron ulduzlarla toqquşması nəticəsində həddən artıq nəhəng qravitasiya şüalanması əmələ gəlir ki, bunlar qravitasiya teleskopları vasitəsilə müşahidə olunur. 11 fevral 2016-cı ildə LIGO mütəxəssisləri kütləsi 30  $M_{\odot}$  olan və Yerdən 1,3 milyard işıq ili (i. i.) uzaqlıqda yerləşən iki qara çuxurun toqquşması nəticəsində qravitasiya dalğalarını müşahidə etdiklərini bildirdilər [4].

Bundan başqa 25 avqust 2011-ci ildə bir qrup amerika və yapon mütəxəssisləri tərəfindən rentgen diapazonunda qara çuxurun ulduzlarla toqquşması müşahidə olunub.

2019-cu ildə astrofiziklər ilk dəfə olaraq qara çuxur olduğu güman edilən və uzaq qalaktikada yerləşən astronomik obyektin təsvirini əldə edə biliblər. "Monster" (Əjdaha) adı verilmiş həmin qara çuxurun diametri 40 milyard kilometr təşkil edir. Bu Yer planetinin ölçüsündən 3 milyon dəfə çoxdur. Qara çuxur Yerdən 500 milyon i. i. uzaqlıqdadır və onun fototəsviri 8 teleskopdan ibarət şəbəkə vasitəsilə alınıb. Eksperimenti təklif etmiş, Hollandiyanın Radboud Universitetindən professor Heino Falcke bildirmişdir ki, gördüyümüz obyektin ölçüsü bizim Günəş sisteminin ölçüsünü üstələyir. Onun kütləsi Günəşin kütləsindən 6,5 milyard dəfə çoxdur [3]. Fikrimizcə, bu mövcud olan qara çuxurların ən ağırdır.

## ƏDƏBİYYAT

1. Hüseynov R.Ə. Ümumi Astrofizika. Bakı: Bakı Universiteti, 2010, 368 s.
2. Засов А.В., Постнов К.А. Общая астрофизика. Фрязино: Век 2, 2011, 576 с.
3. <https://ru.m.wikipedia.org/wiki>
4. [https://ru.wikipedia.org/wiki/Чёрная\\_дыра](https://ru.wikipedia.org/wiki/Чёрная_дыра)

AMEA Naxçıvan Bölməsi  
E-mail: vefa.bao.anas.nb@yahoo.com

**Vefa Gafarova**  
**BLACK HOLES**

The article gives a brief overview of how black holes were formed and the results of modern research. The sphere of radius  $R_g$  around the center of  $M$  mass is the Schwarzschild sphere. A star with a large mass can be compressed from the sphere of Schwarzschild to the small globe. Such an object is called a black hole. In this case, the parabolic velocity is greater than the speed of light, that is, quantum light cannot leave the object. The black holes are described by Einstein's general theory of relativity, not directly observed. As a result of photos obtained through the Hubble and Chandra telescopes, scientists have concluded that black holes are formed by giant gas clouds. They learn the properties of the black hole through 3 factors: mass, pulse moment, axial load.

**Keywords:** *gravity radius, Schwarzschild sphere, black hole.*

**Вафа Гафарова**  
**О ЧЕРНЫХ ДЫРАХ**

В статье дается краткий обзор того, как образовались черные дыры и результаты современных исследований. Сфера радиуса  $R_g$  вокруг центра масс  $M$  является сферой Шварцшильда. Звезда с большой массой может быть сжата от сферы Шварцшильда до маленького шара. Такой объект называется черной дырой. В этом случае параболическая скорость больше скорости света, то есть квантовый свет не может покинуть объект. Черные дыры описываются общей теорией относительности Эйнштейна, которая непосредственно не наблюдается. В результате фотографий, полученных с помощью телескопов Хаббла и Чандра, ученые пришли к выводу, что черные дыры образованы гигантскими газовыми облаками. Они изучают свойства черной дыры через 3 фактора: масса, импульсный момент, осевая нагрузка.

**Ключевые слова:** *гравитационный радиус, сфера Шварцшильда, черная дыра.*

*(AMEA-nın müxbir üzvü Əyyub Quliyev tərəfindən təqdim edilmişdir)*

**Daxilolma tarixi:**

**İlkin variant 18.10.2019**

**Son variant 12.12.2019**