

Черни дупки

Публикувано от **murika** на **05.01.2011**

Черните дупки

1. В началото бе звездата.

Крайният стадий на еволюцията на звездите може да бъде: бяло джудже, неутронна звезда или черна дупка. Ако колапсиращата звезда е имала маса най-малко 2,5 пъти по-голяма от тази на нашето Слънце, то налягането на свободните електрони, което иначе би установило динамично равновесие, няма да е достатъчно и "свиването" ще продължи практически вечно, като гравитацията на звездата ще всмуква цялата ѝ маса, а първа космичека скорост за новото тяло ще бъде по-голяма от тази на светлината. Казано по-простичко в определен етап от развитието си огромните звезди започват да пропадат сами в себе си, което се случва и на останалите, но различното тук е, че след като се достигне стадия на неутронната звезда свиването не престава. Какво е неутронна звезда? Това са много малки и много, много плътни звездни трупове. Ако например нашето Слънце се превърнеше в такава звезда, нейния диаметър нямаше да надвишава 25 км, а ако станеше черна дупка диаметърът ѝ би бил само 3 км. Лев Ландау за първи път предлага теория за съществуването на подобни тела през 1932, а през 1967 Джослин Бел и Антъни Хюиш наблюдавали тяло, бълващо електромагнитна радиация на редовни интервали - нямало съмнение - неутронна звезда. Карл Швацшилд пък решил да изчисли при какъв радиус на свиване, ще се получи Черна дупка, още през 1917г. Но погрешно бихте сметнали, че откриването на черните дупки идва след откриването на неутронните звезди. Черните дупки не са дори патент на ОТО (обща Теория на относителността), още през 1798 Пиер Симон дьо Лапас обобщава, че ако на Слънцето му се добави достатъчно вещество, то неговата първа космическа ще стане равна на тази на светлината. И така в развитието на една много голяма звезда моментът с неутронната звезда е само преход към нещо по-висше - черна дупка. Какво става всъщност? Системата не може да достигне равновесно състояние понеже налягането на свободните електрони не може да уравни гравитацията - получава се неутронна звезда, но и налягането на неутроните не може да компенсира огромните вече гравитационни сили и ако следваме размишленията на Айнщайн се получава разтягане и дори късане на пространство-времето.

2. Когато сложим балон с вода на лист хартия...

Най-просто бихме обяснили черната дупка като тяло с толкова голяма гравитация, че нищо не може да ѝ избяга, дори светлината.

Нека започнем с това, че вселената е плоска. Гравитацията се създава от изкривяването на вселената от инертността на телата. Така че когато говорим за изкривяване на пространството ние всъщност имаме предвид старата добра Нютонова гравитация. За да илюстрираме по-лесно създаването на черни дупки нека си представим, че вселената е лист хартия. Тя разбира се не може да бъде толкова идеално равна, понеже гъмжи от тела и почти всички те имат маса, но нека си представим. На този (по широкичък) лист хартия нека поставим малък балон с вода. Това е нашата звезда преди колапса. Тежестта на балона изкривява листа и прави "ямичка". Сега ако пуснем топче за детски пистолет по повърхността на листа, то, следвайки извивката, ще "падне" в ямата създадена от по-тежкия балон. Така илюстрираме гравитацията. Но нашата звезда-балон не може да бъде вечна, тя изчерпва енергията си и се превръща в супер-нова (хипер-нова), после образува неутронна звезда. За да видим колко по-дълбока ще бъде ямата на тази неутронна звезда, на мястото на балона поставяме оловно топче голямо колкото топче за игра. Но ако вместо оловно топче поставим титаниево, то ямата ще стане толкова дълбока, че дори може да разкъса време-пространството, тоест листа. Ето така можем елементарно да илюстрираме създаването на черна дупка и отново предложеният модел няма да е идеален, тъй като полученото разкъсване предполага съществуването на друга вселена, листа в края на краищата има две лица.

3. Много теория.

Преди да започнем с черните дупки трябва да изясним Теория на относителността. Общата Теория на относителността твърди, че във вселената енергия, време, пространство и материя са плътно прилепнали и не можем да направим рязка граница между тях. Частната пък обяснява, че е фундаментална грешка, да смятаме пространството и времето за две различни и отделни неща. Това, което нас ни интересува, е изводът, че гравитацията не е сила в класическия смисъл на думата, а е гънка в плоското пространство-време. И до всичко това води простия факт, че светлината достига до определен обект по едно и също време независимо в коя посока се движи той, противно на всякакви нютонови закони. Първи принцип на Айнщайн или още наречен принцип на относителността гласи:

"Всички процеси в природата протичат еднакво независимо спрямо кое отправно тяло ги разглеждаме."

Този принцип е по-обобщена формулировка на принципа на относителността на Галилей, който той открива като хвърля тела с неравно тегло от наклонената кула в Пиза. Вторият принцип на Айнщайн засяга вече пряко светлината и е само негов:

"Скоростта на светлината във вакуум е еднаква спрямо всички инерциални отправни тела и не зависи от посоката на разпространението ѝ."

И така най-накрая трябва да отбележим една формула много важна за състоянието на материята в черната дупка:

$$E=mc^2$$

Където E е енергията, m - масата, c - скоростта

Благодарение на ОТО днес се приема идеята, че черната дупка е изкривяване на пространство времето (за това дали е разкъсване или не има тонове литература, а ние ще кажем малко по нататък).

Хипотетична сфера, отбелязваща критичния радиус, при който се образува черна дупка, се нарича хоризонт на събитията. Критичният радиус се нарича още радиус на Шварцшилд и се намира по формулата

$$R_g = 2GM / c^2$$

където G е гравитационната константа, M - масата, c - скоростта на светлината

Ямата, за която говорихме по-горе, се нарича потенциална яма. Ние например живеем в няколко потенциални ями вложени една в друга "като матрьошки" - една създадена от центъра на галактиката, втора - от Слънцето, трета - от Земята и четвърта - от самите нас. Дълбочината на една потенциална яма, създадена от тяло с определена маса, може да бъде изчислена по формулата:

$$Gm/R$$

Където G е гравитацията на тялото, m - маса, R - радиуса

Ако в тази формула заместим R с неговото равно за радиус на Шварцшилд, то ще можем да намерим колко дълбока трябва да стане потенциалната яма за да се образува черна дупка или с други думи нищо попаднало в нея да не може да излезе.

Пресметнато е, че в сърцевината на черните дупки съществува сингуларност - област, в която определени стойности (скорост и ускорение) достигат безкрайност. В такива зони обемът е 0. Обикновено когато се стигне до сингуларност се смята, че нещо куца в теорията или в изчисленията, защото безкрайността е най-големият кошмар на физиците. Преди да се впуснем в дебрите на черната дупка нека поясним едно много важно явление - акреция. Акрецията е падането на вещество на космическо тяло от обкръжаващото пространство. Тя е характерен процес за белите джуджета, неутронните звезди и черните дупки, които имат много силно гравитационно привличане, и "засмукват" материя от околното пространство или от близки звезди. Акрецията обяснява природата на космическите рентгенови излъчвания - при падането на вещество върху неутронна звезда или черна дупка, то се ускорява до скорости, близки до тази на светлината, и се излъчват вълни от рентгеновия диапазон. Когато заговорим за търсене на черни дупки пак ще се върнем на акрецията. Триенето, което предполага акрецията, ни позволява дори да видим черните дупки. Температурата може да достигне милиони градуси. Тогава става излъчване на джетове енергия. На схемата е представено предполагаемата структура на една черна дупка, всъщност онова, което бихме могли да видим е не самата черна дупка, а акреционния диск и джет енергия, породен от огромната температура.

Когато говорехме за листа хартия и титаниевото топче споменахме, че ако черните дупки работеха точно както листа, то неизбежно идва въпросът за паралелните вселени. А като се говори изобщо

за черна дупка и нещо, което влиза някъде, няма как да не попитаме от къде излиза и съответно за белите дупки. Проблемът е, че няма теоретична възможност белите дупки да са в нашата вселена, защото ако има обратна страна на дупката тя трябва да е някъде другаде, но къде? Още повече, че освен квазарите нищо не може да претендира да прилича поне малко на това, което трябва да е бялата дупка - тяло бълващо светлина и материя. Хипотетичната пресечна точка между двата вида дупки е наречена мост на Айнщайн -Розен. Идеята за паралелни вселени е доста антипатична на физиците, дори самият Айнщайн предполагал, че има някаква неточност и игнорирал подобна вероятност, въпреки че ОТО води точно до този извод. Все пак през 1935 той и Натан Розен публикували труд, в който подробно обяснили каква би била една бяла дупка ако я има въобще, без да се дава идея къде би съществувала тя. Появил се и още по-голям проблем - всички изчисления за черните дупки и евентуалната втора вселена били възоснова на статична черна дупка. Но във вселената нищо не е статично. Колапсиращата звезда се движи, тогава и получената черна дупка трябва също да се движи. През 1963 година Рой Кер си представил труда на Айнщайн и Розен, но в контекста на въртящата се черна дупка. Той бил обсебен от идеята за паралелни вселени и успял да докаже достатъчно убедително, че АКО има такова нещо като паралелна вселена и АКО черните дупки са връзката ни с нея, то, имайки предвид, че черната дупка се движи, има не една, а безброй паралелни вселени, всяка теоретично достъпна от нашата. За сега се задоволяваме да кажем, че светлината просто не може да напусне огромната потенциалната яма създавана от черната дупка и отново можем да попитаме: Ами като прелее? Ясен отговор няма, освен предположенията, че квазарите всъщност са точно тези бели дупки. А какво са квазарите? Според изследванията на ESA квазарите са двойни звездни системи и освен всичко останало при тях също както и при черните дупки се наблюдава акреция. Но те имат обем, и това отхвърля предположението, че са бели дупки, защото ако бялата дупка е обратното нещо на черната, тя не трябва да има обем. И все пак материята, която изхвърлят квазарите много напомня тази, която черните дупки всмукват. Квазарите се изучават чрез микро-квазарите, което е същото нещо, само че в много по-умален вариант. В ESA се надяват микро-квазарите да им разкажат повече не само за квазарите, но и за черните дупки.

Стивън Хогинс теоретизира съществуването на миниатюрни черни дупки с размерите на субатомна частица, които биха могли да се появят при големия взрив и създаването на вселената. Шотландецът Улф Леонхард от университета Сент Ендрюс пък, твърди че е разработил метод за моделиране на хоризонт на събитията, тоест черна дупка.

Апаратът, който ще се използва, ще бъде колкото бюро и ще трябва да изпуска излъчване на Хокинг - слаби електромагнитни вълни, които би трябвало да съществуват, когато светлината стигне хоризонта на събитията. Ако този експеримент успее ще може да се разберат квантовите ефекти на гравитацията и да се разяснят противоречията между ОТО и Квантовата теория, защото докато ОТО твърди, че нищо не напуска сферата на черната дупка, то квантовата теория предполага, че от нея излиза излъчването на Хокинг.

Има и огромни черни дупки, чиято гравитация е толкова голяма, че те могат да бъдат центрове на цели галактики и често са. Подобна черна дупка е център на галактиката М78. Дори нашата собствена галактика - Млечният път вероятно в центъра си има масивна черна дупка.

4. Да видиш невидимото

Черните дупки поглъщат светлината и съответно няма как да ги видим като на снимка. Те обаче са източници на мощни рентгенови лъчения вследствие на акрецията. Пак същата тази акреция е първопричина и за джетовете, които също могат да се наблюдават. ESO се занимава много усилено точно с търсенето на черни дупки. Използвайки двете си перли ISAAC и VLT те са открили много черни дупки само по рентгеновите лъчи. NASA използва радиотелескопа си в Ню Мексико, освен за търсене на извънземни и снимане на филми, и за засичане на черни дупки. Резултатите и на двете агенции са обнадеждаващи.

Показаната диаграма изобразява излъчванията на черната дупка NRS 1915+105 Aquila. Както се вижда и от името ѝ, тя се намира в съзвездие Орел на 400 000 ly от нашето Слънце много навътре в Млечния път (Слънцето е в периферията на галактиката - на 28000 ly от центъра и прави пълно завъртане за 220 млн. години). Графиката е направена от ISAAC. Масата на NRS 1915+105 е почти 9,5 пъти по-голяма от тази на Слънцето, но това всъщност не е толкова много. Гигант с маса 30 пъти по-голяма от слънчевата може да погълне цяла звезда.

Въпреки че съществуването на черните дупки е било предложено още през 1798 от Лаплас и много учени са теоретизирали на тази тема, първата черна дупка е открита чак през 1970 в съзвездие Лебед и е наречена Лебед X-1. Пет години по-късно е открита и втора в Големия Магеланов Облак от британския спътник "Ариел". Търсейки черни дупки извън нашата галактика, се оказва че изпускаме да видим тази, която ни е под носа. Нека кажем нещо повече за Млечния път.

Освен Слънчева система, в Млечния път има още 200 милиарда звезди и планети, хиляди звездни купове и мъглявини. Той е гигантска спирална галактика с маса между 750 милиарда и 1 трилион слънчеви маси и диаметър около 100 хиляди светлинни години. Всички звезди, които се виждат с невъоръжено око принадлежат на Млечния път. Галактиката има дискообразна форма, разпростираща се на 100,000 ly, но голяма част от материята е концентрирана в слой с дебелина около 2000 ly близо до външните части на диска. Радиусът на централната част е около 15000 ly.

Ядрото на галактиката се намира в посока на съзвездие Стрелец, скрито от пряко наблюдение във видимия диапазон заради поглъщането на светлинните лъчи от междוזвездния прах. Наблюденията в инфрачервения диапазон и радиодиапазона, а също така в рентгеновия диапазон и гама-диапазона навеждат на извода, че в центъра на галактиката има черна дупка. Досега са наблюдавани десетки галактики в чийто центрове вероятно има черни дупки. Ще изброим само най-забележителните.

M104 (NGC 4594) - Сомбреро, се намира в съзвездие Дева на разстояние около 50.106ly. Тя е една от най-големите и най-ярките галактики в купа галактики в Дева. Има маса над един милиард слънчеви маси - около 5 пъти повече от масата на Млечния път. Галактиката е забележителна с нейната доминираща ядрена издутина, съставена предимно от развити звезди и нейния диск от звезден газ и прах. Този диск от прах се вижда като тъмна, абсорбираща светлината ивица, заобикаляща ярката сферична област на галактиката. Радиоизлъчването на M104 е необичайно за

спирална галактика. Оптичният спектър на централния регион показва емисионни линии от горещ газ - показател за активно галактично ядро. Голямото количество от малки дифузни източници могат да се видят като рояк в халото на M104. Повечето от тях са сферични купове, подобно на тези, които се намират в нашата Галактика. Размерът показва голямо увеличение в отношението маса:светлина и увеличаване на скоростта на звездите около ядрото на M104. Това е индикатор за присъствието на масивна черна дупка в центъра, оценяваща се на около 109 слънчеви маси.

Друга подобна галактика е NGC5128 - Кентавър А. Тя е на разстояние около 10.106ly, звездна величина около 8 (5 пъти по-слаба, за да бъде видяна с просто око). Тази галактика се намира в групата галактики M83. Тя е една от най-интересните и особени галактики в небето, и е най-силния източник на радио-радиация. Типът ѝ е междинен - между елиптична и спирална галактика. Предполага се, че в ядрото има свръхмасивна черна дупка с маса около 10.107 слънчеви маси.

NGC7052 е елиптична галактика в съзвездие Лисиче на разстояние 191.106ly. Възможно е центъра на елиптичната галактика да е останка от титанична колизия (сблъскване) между галактики. Въртенето на диска се предполага че е резултат от огромната гравитация на черна дупка в центъра. Ширината на диска е от порядъка на хиляди светлинни години, въртейки се със ъглова скорост над 100 км/секунда и има маса, равняваща се на милион слънчеви маси. Черната дупка е много масивна и може да погълне целия диск в следващите няколко милиона години.

Не може да не споменем NGC7742. Много добре ориентирана с лице към нас и с удивително правилна форма спирална галактика. В центъра на галактиката е старо, с жълт цвят ядро. Заобиколена е от пръстен на разстояние 300 светлинни години от центъра, в който протича интензивно звездообразуване. Извън него се намира област, която в миналото е била област на бурно звездообразуване. Галактиката е известна не толкова заради своя външен вид, а заради това, че тя е активна галактика - в центъра ѝ има черна дупка.

5. Още една мечта...

Могат ли черните дупки да бъдат машини на времето? Гари Зукав ги нарича "крайни машини на времето". Но всичко зависи от гледната точка. Фред Улф например в едни от своите трудове описва как би изглеждало едно пътуване през черна дупка.

"Щом пресече (въображаемият космонавт) критичната повърхност на Шварцшилд, той ще види безкрайността. Цялата история на Вселената ще премине край него за миг..."

Когато обаче решим да пътуваме през черна дупка, трябва да се пазим от сингуларността, защото там обемът ни е нула, няма ни. Но дори и да мине нашия хипотетичен кораб, това което ще излезе от бялата дупка няма да напомня дори смътно онова, което е влязло през черната. Но Улф пренебрегва тези факти, като приема, че когато такова пътешествие бъде направено, то техниката ще може да се справи с малките подробности като тази.

"Ако втората вселена е точно копие на първата, той ще види как се ражда отново."

За да може да опише подобно нещо, Улф прави своя концепция на минало, настояще и бъдеще. Той твърди че миналото и бъдещето са базирани на субективното усещане за настояще. Те са долепени една до друга паралелни вселени и разбира се огледални.

Но всичко това е абсолютно хипотетично, защото много преди да се доближите до черната дупка, излъчванията ще са станали толкова големи, че влиянието от Чернобил ще ви се види като рентгенова снимка. Дори и да успеете са се справите с това, насреща ви идва още по-голям проблем - ускорението. Ако човек направи 20 метра свободно падане без преобръщане, може да оцелее (разбира се леко натрошен), само ако е вечерял с Господ. Повечето наранявания при катастрофи са заради ускорението, което получават колите при сблъсък. Човек може да издържи ускорения около 8g, космонавтите се тренират специално, за да издържат до 11g. Вие обаче никак си преодолявате всички последствия от акрецията и дори стоите далеч от сингуларността, при огромната гравитация на черната дупка разликата в налягането на горната и долната част на тялото ви вече ще ви е смазала.

Ако дори за миг се представим, че е възможно да се мине през черна дупка, ви няма да се озовете в друго време, а в друга вселена, теоретично огледална на нашата, така че отново играете ролята на "излъганото камилче". Един свят, огледален на нашия би бил много, много различен, хората например ще пишат огледално (както е писал Леонардо да Винчи). Но все пак единствения вход към подобен свят е нейно величество Черната дупка.