

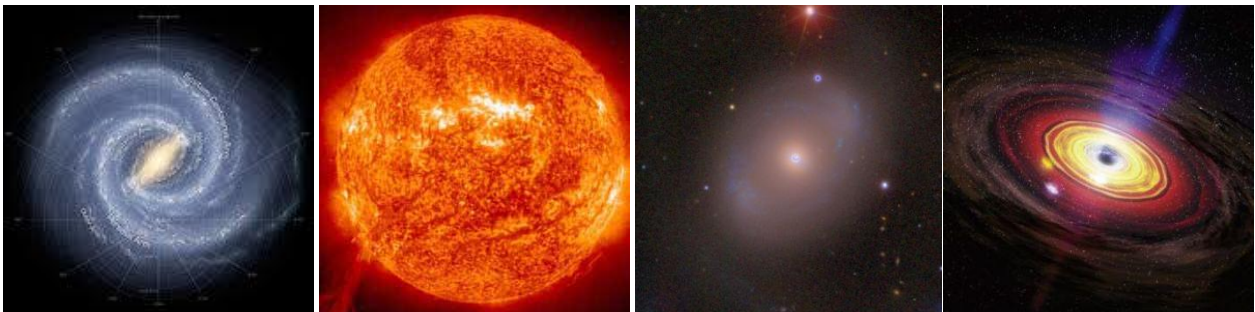
Как се хранят ядрата на активните галактики

... или за метаболизма на черните мечки

Люба Стоянова Славчева-Михова

Институт по астрономия с Национална астрономическа
обсерватория, БАН

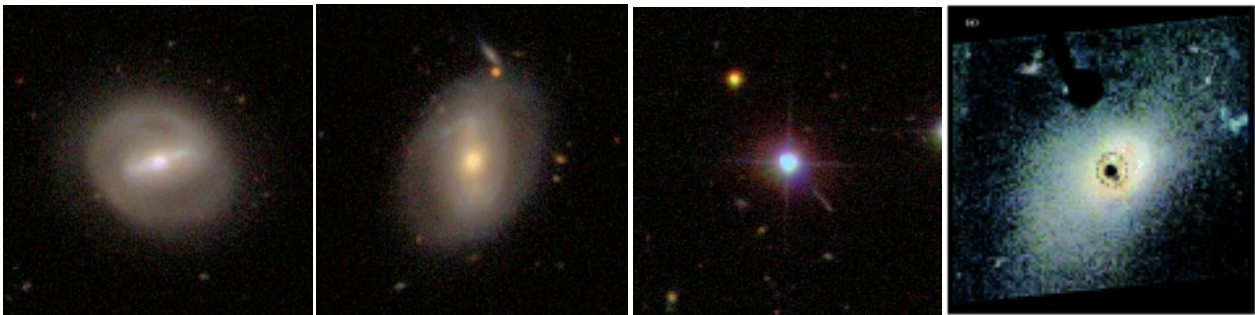
Видимата материя във Вселената е съсредоточена главно в звезди, газ и прах. Те от своя страна не са разпределени равномерно, а населяват галактиките - тези „островни вселени“, както ги нарича Кант. Една „нормална“ галактика като Млечния път (Фиг. 1а) може да е ярка колкото няколко милиарда слънца. Лъчението ѝ е топлинно и се генерира основно в звездите (Фиг. 1б). Съществува обаче клас галактики – активни галактики (Фиг. 1в), които могат да са многократно по-ярки от най-ярките „нормални“ галактики! При това непренебрежима част от лъчението произхожда от централна област, не по-голяма от 1 светлиннен ден, наречена активно галактично ядро (АГЯ). Тези огромни количества енергия, излъчени от толкова малки области, не могат да се обяснят с термоядрените процеси в звездите. Общоприетата хипотеза е акреция на газ върху свръхмасивна черна дупка (СМЧД, Фиг. 1г). Откритието, че в централните области на повечето галактики, и „нормални“, и активни, има СМЧД, постави въпроса кое прави галактиките активни. И какви механизми пренасят газ до активното ядро, където да послужи за гориво.



Фиг. 1 а) Млечния път; б) топлинно лъчение, резултат от ядрени реакции в звездите; в) NGC 4151 - активна галактика; г) модел на акреция върху черна дупка.

Нека мислено се пренесем на 200 млн. светлинни години (св. г.) по посока на съзвездията Косите на Вероника. Ще попаднем на активната галактика Mrk 766 (Фиг. 2а), населявана от СМЧД. Ако предприемем доста по-близо (и по-реалистично) пътешествие, само на 8000 км на запад, ще се озовем в обширна борова гора в

Мичиган (Фиг. 3а), населявана от Черната американска мечка (*Ursus americanus*, Фиг. 3б). Какво е общото между тези два субекта – черната дупка и черната мечка? И двете проявяват активността си в завидно широк диапазон. Черната дупка може изобщо да не е активна, но може и да участва в процеси, при които се отделя до 1000 пъти повече енергия, отколкото в „нормалните“ галактики. Черната мечка обичайно се храни с плодове и дребни насекоми; тя може да развие скорост до 50 км/ч и дори стане стръвница, но същевременно прекарва половината си живот в летаргия. Мярка за активността на животните е метаболизмът MR , и по-специално отношението към базалния метаболизъм – BMR – изразходваната енергия (на ден) при покой. Активността при галактиките се характеризира с темпа на акреция M' в слънчеви маси за година ($M_{\odot} \text{ y}^{-1}$) и светимостта L в слънчеви светимости (L_{\odot}).



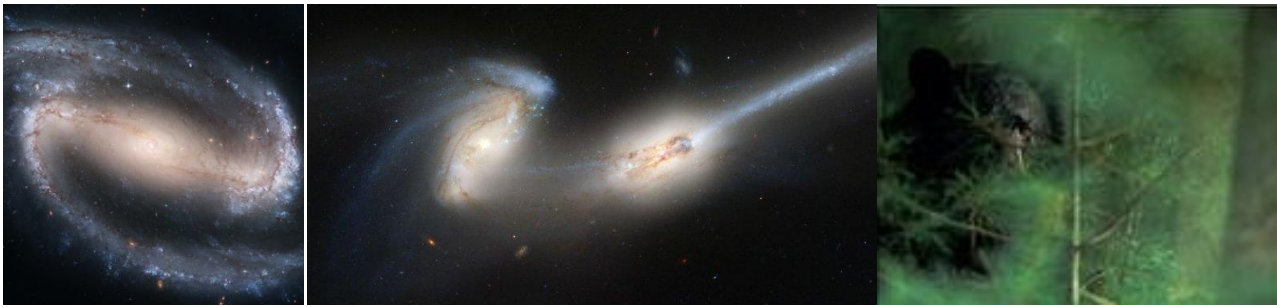
Фиг. 2 а) Mrk 766 - активна галактика; б) „нормалната“ галактика UGC 6520; в) квазарът 3C 273; г) пертурбираната родителска галактика на 3C 273.

Как се захранва активното ядро? Моментът на импулса на газа на галактични скали е около 10 000 пъти по-голям, отколкото на последната стабилна орбита на черната дупка. Дори в централните области, на радиус около 1000 св. г., моментът на импулса на газа все още е около 1000 пъти по-голям от нужното. Следователно, механизмите, които могат да захранят ядрото, трябва да са в състояние да пренесат газ до обсега на централния източник, като при това чувствително намалят неговия момент на импулса. Симулациите показват, че такива механизми на галактични скали са баровете (пръчковидни структури, Фиг. 4а) и взаимодействията с други галактики – приливни взаимодействия (спътници) и сливания (Фиг. 4б). В централните галактични области ефективни са ядрените барове, прахови спирали и дискове. Тези механизми пораждат осевоасиметрични пертурбации на гравитационния потенциал в родителската галактика, чието морфологично проявление е наличието на асиметрии в родителската галактика.



Фиг. 3 а) Борова гора в Мичиган, САЩ; б) черна мечка в активна фаза; в) разярена черна мечка; г) черна мечка в летаргия.

Нека се върнем на Mrk 766. Тя спада към класа на Сийфъртовите галактики, които имат нискосветимо АГЯ с темп на акреция около $1/100$ от слънчевата маса годишно, $M' = 0.01M_{\odot} \text{ y}^{-1}$, и светимост $L \approx 10^{10}-10^{11}L_{\odot}$. Асиметрична е и има слаб бар... В Мичиган сега е късна пролет. Черната мечка е на обичайната си сутрешна разходка за плодове и насекоми. Метаболизмът ѝ е няколко пъти над базалния, $MR \approx (2-6) BMR$. Ако парафразирам Оруел, всички животни (галактики) са активни, но някои са по-активни от други. ЗС 273 (Фиг. 2в), отдалечен от нас на 2 милиарда светлинни години, е най-яркият и първият открит квазар (високосветимо АГЯ) с темп на акреция 4-20 слънчеви маси годишно и светимост около 1000 пъти по-голяма в сравнение с „нормалните“ галактики... Лятна привечер в гората. Черната мечка чува познатия шум на елен и се впуска след него. Без особена причина – просто се е изпречил на пътя ѝ. Тя е на върха на хранителната верига и човекът е сред малкото ѝ врагове. След дълго преследване и кратка борба жертвата се предава (Фиг. 3в). Метаболизмът на мечката се е повишил до 10 пъти над базалния. Същевременно тя е сред най-големите животни, които изпадат в летаргия, и в това състояние прекарва до 7 месеца (Фиг. 3г). Метаболизмът ѝ пада до 25% от базалния, а температурата ѝ едва с 5 градуса. Все пак диапазонът на активност при галактиките е впечатляващо по-голям. Активността на черната дупка може напълно да се „изключи“, както при UGC 6520 - „нормална“ галактика със спътник и силен бар (Фиг. 2б). Тази галактика, както и Mrk 766, не са случайни. Те са специално подбрани да са еднакво отдалечени от нас и да имат сходни характеристики – галактики- „двойници“- едната с активно, а другата със спокойно ядро. Целта е да изследваме в коя от тях има по-изявени механизми на храняване на ядрената активност. Интуитивно очакваме това да е активната галактика. Оказва се, че и двете имат бар, при това изненадващо в активната галактика той е по-слаб. Още по-неочаквано е, че спътник има само „нормалната“ галактика. Оказва се, обаче, че при квазара ЗС 273 има индикации за близко взаимодействие с друга галактика (Фиг. 2г). Хубавото е, че нашите герои не са измислени, а действителни, и при това тези резултати са симптоматични за класовете, които представляват. Наблюдавана е корелация между квазарите и сливанията с галактики. Високият темп на акреция на тези обекти изисква механизъм, който да достави необходимите количества газ от диска на галактиката или от галактиката-спътник. При по-нискосветимите активни галактики нужните за акрецията количества газ са налични в централните области или поне дотам могат да ги пренесат механизми, по-слаби от изследваните. Поради това не се наблюдават повече барове и спътници при Сийфъртовите галактики. В дисковете им обаче са наблюдавани по-големи количества студен газ. Възможно е при преноса на този газ баровете да са отслабени от момента на импулса, предаден им от газа, и с това да се обясняват по-слабите барове, наблюдавани при нискосветимите активни галактики.



Фиг. 4 а) NGC 1300 - галактика с бар; б) взаимодействащи си галактики, известни като "Мишките"; в) черната мечка в своя дом, гората.

Как се храни черната мечка (Фиг. 4в)? Ако следваме аналогията, би трябвало колкото гората е по-"пертурбирана" от дървета и изобщо препятствия, толкова повече да се забавя скоростта на едрите животни и те да стават по-лесна плячка за нея. От друга страна, в близка околност има достатъчно растения и дребни животни и за тяхното набавяне структурата на гората не би следвало да има значение... Тези заключения, разбира се, са несериозни. Защото в науката екстраполации следва да се правят внимателно, аналозите могат да са опасни, а интуицията е по-скоро синоним на предубеденост.