



KOSMICKÉ ROZHLEDY

2/1975

NEPERIODICKÝ VĚSTNÍK ČESKOSLOVENSKÉ ASTRONOMICKÉ SPOLEČNOSTI PŘI ČSAV

KOSMICKÉ ROZHLEDY, neperiodický věstník Československé astronomické společnosti při Československé akademii věd

ročník 1975

číslo 2

M. J. Ress

Černé díry II

V prvé části tohoto článku jsme se zabývali "normálními" černými děrami - mluvili jsme o zcela zhroutených objektech s hmotou několika Sluncí. Nyní budeme hovořit o černých dírách s hmotou podstatně větší nebo naopak menší (pozn. překl.).

Maxidíry

Černé díry, o nichž jsme až dosud hovořili, by mohly vzniknout jako konečný produkt vývoje hvězd horní části hlavní posloupnosti. Existují vážné astrofyzikální důvody pro předpoklad, že by takové objekty měly existovat. Někteří fyzikové se ještě spekulativněji domnívají, že v jiných oblastech vesmíru existují možné černé díry s ještě větší hmotou. Na druhé straně se vyskytl i názor, že existují černé díry s mnohem menší hmotou než mají běžné hvězdy.

Poněvadž gravitační vazebná energie na jednotkovou hmotu může u kompaktního objektu převýšit jadernou vazebnou energii, je gravitace předurčena k vysvětlování tak vysoce energetických jevů jako jsou quasary. Součástí většiny interpretací quasarů a příbuzných objektů je buď těleso s obrovskou hmotou (nejméně 10^6 Sluncí), nebo existence velmi husté hvězdokupy - tak husté, že se v ní srážky hvězd vyskytují často. Odhad trvání bouřlivé aktivity quasarů bývá obvykle mezi 10^6 a 10^8 let. Proto počet vyhaslých quasarů pravděpodobně značně převyšuje počet aktivních. Vyhaslé quasary dokonce mohou být tak četné jako normální galaxie. Navíc ve všech typech modelů se dává přednost předpokladu, že nejpřijatelnějším koncem vývoje quasaru je černá díra s velkou hmotou. Kdybychom na quasary pohlíželi jako na hypotetická jádra galaxií, mohly by být černé díry v jádrech většiny normálních galaxií. Objekty tohoto typu by zachycovaly plyn ze svého okolí a mohly by způsobovat obdobné jevy jako se vyskytují v soustavách typu Cyg X-1, pouze s tímto podstatným rozdílem: záření těchto objektů by mělo nižší efektivní teplotu a bylo by spíš v ultrafialové nebo viditelné části spektra než v rentgenovské oblasti. Kdyby černé díry měly dostatečnou hmotu, hvězdy by mohly být jimi pohlceny, aniž by byly napřed zničeny slapovými silami. Existuje hypotéza, podle níž ne-

hvězdná aktivita galaktických jader může být spojena se zachycováním hmoty "velkými" černými děrami; nicméně by bylo příliš předčasné se domnívat, že pozorování už mohou rozhodnout mezi soupeřícími teoriemi galaktických jader. Doposud zůstává zcela otevřenou otázkou, zda tento druh černých děr s velkou hmotou vůbec existuje. V principu by bylo možné nalézt černé díry (které nezachycují hmotu) v galaxiích podle jejich působení na rozložení hvězd - je to analogie procedury, která se často uvádí v souvislosti s kulovými hvězdokupami. Neexistuje žádný pozitivní důkaz pro existenci "vrcholu" hvězdné zářivosti mimo středy eliptických galaxií. Wolfe a Burbidge však ukázali, že dnešní znalosti stále dovolují existenci bodových hmot velikosti několika miliard Sluncí ve vnějších vrstvách obřích eliptických galaxií.

Černé díry velkých hmot mimo galaxie by byly ještě hůře zjištělné. Kdyby zachycovaly mezigalaktickou hmotu, staly by se zjištělnými zdroji záření. Očekávaná výsledná zářivost závisí na velmi nejspíše hustotě a teplotě mezigalaktického plynu. Jiná pozorování však vedou k určitým rozpukům. Např. van den Bergh zjistil, že počet černých děr s galaktickými hmotami v kupě Virgo nemůže být větší než počet "normálních" galaxií. Kdyby tomu tak nebylo, museli bychom pozorovat mnohem častěji, že je běžná galaxie zdeformovaná slapovým působením neviditelné hmoty. Vznik černých děr s velkou hmotou by mohl být významný vedlejší produkt procesu vzniku galaxií v raných stadiích vývoje vesmíru. Bylo by možné si představit, že některé protogalaxie to "přehnalý" a zkolabovaly dřív, než se stačily rozpadnout na hvězdy. Schwarzschildův poloměr takových objektů je stále velmi malý. Dokonce pro černou díru s hmotou 10^{17} Sluncí (což je srovnatelné s celou kupou galaxií) by tento poloměr byl kolem 100 parseků. Zachycování hmoty z mezigalaktického prostoru učiní z těchto objektů intenzivní zdroje záření. Nejnadějnější cesta k jejich nalezení je hledání a nalezení gravitačních čoček. Kdyby i nakrásně byla většina vesmírné hmoty ve "velkých" černých dírách, je pořád jen malá naděje, že budou na téže přímce s námi a s dalším zdrojem, aby mohlo dojít k velkému zjasnění. Přesto však Press a Gunn vyslovili názor, že existence mnoha "velkých" černých děr v mezigalaktickém prostoru by mohla charakteristicky ovlivnit úhlovou strukturu kompaktních radiových zdrojů a vztah mezi hvězdnou velikostí a rudým posuvem vzdálených objektů. Proto můžeme mezigalaktické černé díry hledat statisticky (pomocí čočkového efektu), i když samy na sebe "neupozorní" akrecí hmoty. Bohužel však lze tyto myšlenky aplikovat pouze na černé díry, jejichž hmota převyšuje hmotu průměrné galaxie. /Navíc si nemůžeme být jisti - stejně jako v případě galaktických objektů s hvězdnými hmotami - zda je "čočka" opravdu tak malá jako černá díra. /Neznáme proto žádný způsob, jak vyloučit existenci velkého množství mezigalaktické hmoty ve formě mnohem menších černých děr.

Jestliže se sféricky symetrický objekt hmoty M hroutí, má v okamžiku průchodu Schwarzschildovou sférou hustotu $10^{16}(M/M_{\odot})^{-2} \text{g/cm}^3$. Pro objekty hvězdných hmot je to srovnatelné s nukleárními hustotami. Proto občas vzniká názor, že stavová rovnice při tak vysokých hustotách se chová takovým "zvláštním" způsobem, že černé díry nemohou vzniknout. Objekt s velkou hmotou ($M \gg M_{\odot}$) však projde Schwarzschildovou sférou už za "běžných" hustot. /Slapové síly ve vzdálenosti Schwarzschildova poloměru se mění s M^{-2} a nejsou proto tak kruté pro "běžné" černé díry. /Proto neočekávejme, že procesu gravitačního kolapsu hmota předchází podobnými vlastnostmi, jako jsou zákonitosti dávající vznik