

NEBESKÝ ČTYŘLÍSTEK

Dennis Downes

Pozoruhodný kvasar H1413-117 dostal přídomek Cloverleaf (jetelový listek, čtyřlístek), protože před šesti lety optičtí astronomové objevili, že jeho světlo přichází ze čtyř bodů oblohy - výsledek gravitačního ohybu světla na masivní neidentifikované galaxii nebo páru galaxií nacházejícím se na cestě paprsků putujících směrem k Zemi. Tento nebeský čtyřlístek zřejmě přinesl štěstí Barvainisovi a jeho kolegům, kteří v *Nature* č. 371 informují o jimi provedené detekci plynného oxidu uhelnatého v hostitelské galaxii tohoto kvasaru. Jedná se o nejvzdálenější molekulární plyn, jaký byl doposud zjištěn.

V radiovém spektru kvasaru Cloverleaf je čára CO o klidové frekvenci 345 GHz rozpináním vesmíru posunuta k dlouhovlnnému konci spektra, kde odpovídá frekvenci 97 GHz. Tato čára byla nalezena oběma radioteleskopy Francouzsko-německo-španělském institutu pro milimetrovou radioastronomii (IRAM) interferometrem Plateau de Bure ve Francii a 30 m radioteleskopem na Pico Valeta ve Španělsku. Tato dvojitá detekce spolu s potvrzením čar CO a neutrálního uhlíku 30 m radioteleskopem učinila identifikaci spolehlivou. Toto je počáteční úspěch přicházející po nedávných náznacích výskytu CO u jiných kvasarů, který bohužel nebyl potvrzen následnými pozorováními.

Zájem pramení z nadějí nalezení radiových čar molekulárního plynu v mnohem vzdálenějších objektech, které se podobají dlouho hledaným protogalaxiím, jež by měli mít většinu své hmoty (1010 až 1011 hmot Slunce) stále ještě ve formě molekulárního plynu, ze kterého se doposud nezkondenzovaly hvězdy. Poté co byl oxid uhelnatý zjištěn v galaxii IRAS F10214-4724 s rudým posuvem 2,3 bylo po této sloučenině radioteleskopy celého světa na milimetrových a submilimetrových vlnových délkách zahájeno pátrání u objektů s velkým rudým posuvem. Zjištění CO u kvasaru Cloverleaf představuje první ovoce této rešerše.

Z čáry CO je patrný přesný rudý posuv hostitelské galaxie a také tato čára ještě jednou ukazuje, že rudé posuvy kvasarů uvedené v katalozích pravděpodobně nejsou rudými posuvy jejich hostitelských galaxií. Přesněji řečeno, standartní vysoce excitované emisní čáry kvasaru často následkem úniku hmoty ve

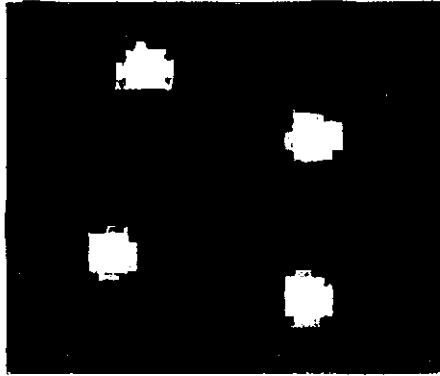
výtryscích a výronech vykazují Dopplerův posuv působící proti kosmologickému rudému posuvu. U kvasaru Cloverleaf jsou tyto čáry vzhledem k nově nalezené čáře CO posunuty o 1000 km/s k krátkovlnnému konci spektra. Široké absorpční čáry vysoce ionizovaných atomů jsou oproti spojitě radiaci kvasaru posunuty daleko více, což je způsobeno výronem proudícím z kvasaru rychlostí 12 000 km/s. Narozdíl od tohoto horkého rychle se pohybujícího plynu, čára CO má svůj původ v oblaku studeného neutrálního molekulárního plynu, který je rozptýlen po prostoru zaujímajícím napříč několik set parseků. Proto rudý posuv čáry CO je rudým posuvem hostitelské galaxie.

Když byl kvasar Cloverleaf objeven, zjistilo se, že patří do třídy kvasarů se širokými absorpčními čarami (Broad Absorption Line quasars). Nedávné zjištění CO ukazuje, že některé kvasary jsou zasazeny do hostitelské galaxie obsahující mimořádné množství molekulárního plynu, přibližně pětkrát více molekulárního vodíku než v jakékoli známé galaxii bohaté na tento plyn, což je 100x více molekulárního vodíku než v naší Mléčné dráze. Z detekce CO a prachu je patrné, že v plynu obsaženém v hostitelské galaxii je uhlík a kyslík zastoupen přibližně ve stejném poměru k vodíku, jako je tomu v naší Mléčné dráze a blízkých galaxiích, pravděpodobně v důsledku rané fáze bujného formování hvězd.

Jedná se o první zjištění CO u objektu, jehož světlo prochází gravitační čočkou, které naznačuje, že zesílení gravitačního ohybem detekci molekulárních čar možná trochu usnadnilo.

Možná i také mimořádná zářivost vzdálené infračervené galaxie F10214-4724 by mohla být částečně způsobena gravitační čočkou. Nárůst intenzity v důsledku gravitační čočky však pravděpodobně není klíčem k tomuto objevu. V radiovém spektru kvasaru Cloverleaf se nachází úzké absorpční čáry s rudými posuvy 1,4 a 1,6, jejichž průvodci jsou jinak neviditelné galaxie ležící přibližně ve dvou třetinách vzdálenosti kvasaru od Země. Modely kvasaru Cloverleaf založené na gravitační čočce tvořené jednou nebo dvěma těmito galaxiemi ukazují, že tato čočka zhruba sedmkrát zvětšuje malý prostor o průměru asi jednoho

světelného dne vyzařující spojité spektrum kvasaru a zónu o velikosti asi jednoho světelného roku emitující vysoce ionizované jasné čáry v optickém spektru. Protože čára CO, která náleží studenému molekulárního plynu má malou plošnou jasnost, musí být mračno tohoto plynu rozptýleno po prostoru o průměru nejméně 1000 světelných let, aby bylo vůbec zjištělné. CO je v tomto případě velmi neostří zdroj záření pro



gravitační čočku, takže jeho signál by pravděpodobně neměl být zesílen tolik jako kompaktní optická emise.

Významnější než zesílení gravitační čočkou je však tok záření na vlnových délkách kratších než milimetr. To bylo stopou, která vedla pozorovatele k hledání CO. Cloverleaf je jediným kvasarem poměrně klidným v radiovém oboru, jenž vysílá výrazné spojité záření na těchto vlnových délkách, které je v podstatě teplotním záření způsobeným obrovským množstvím prachu (108 až 109 hmot Slunce) smíšeného s ještě větším množstvím molekulárního plynu. Jedná se o vodítko k budoucím výzkumům - zaměřit se na objekty, kde nalezneme záření prachu v oboru submilimetrových vlnových délek.

Jak je možné, že Cloverleaf je jedním z nejjasnějších kvasarů s širokými absorpčními čarami, když je obklopen tak velkým množstvím prachu? Barvainis a jeho kolegové nabízejí vysvětlení, že jde o obdobu sjednoceného modelu galaxií Seyfert 1 a Seyfert 2. Cloverleaf je kvasar č.1 - má obvyklé ionizační široké čáry. Na prstence molekulárního plynu, který jej obklopuje se dovidáme shora, tudíž se světlo kvasaru může dostat k nám, aniž by bylo pohlceno neprůhlednou clonou prachu. Autoři této teorie se domnívají, že galaxie IRAS F10214-4724 je kvasar č.2 s úzkými emisními čarami vysoce polarizovanými následkem rozptylu v prachových mračcích. Na prstence molekulárního plynu se díváme v tomto případě více ze strany, tudíž pohlcuje světlo skrytého kvasaru.

Jaké jsou výhledy do budoucna? Raný vesmír láká. Po třiceti letech zkoumání kvasarů a radiových galaxií prostřednictvím relativistického pohybu jejich hmoty ve

Nebeský čtyřlístek

vysoce ionizovaných stavech astronomové nyní jsou schopni používat metod milimetrové a submilimetrové radioastronomie ke studiu masivní a studené (20-80 K) neionizované hmoty v hostitelských galaxiích kvasarů s velkým rudým posuvem. Výsledky výzkumu objektů H1413-117 a IRAS F10214-4724 byly dosaženy pomocí teleskopů se sběrnou plochou přibližně 1000 m². Lze očekávat, že až následující generace tuto plochu rozšíří na 10000 až 20000 m², bude nových objektů hojně přibývat. Díky objevu molekulárního plynu u kvasaru Cloverleaf se plány pro takové rozlišení vskutku rodí pod šťastnou hvězdou.

Podle Nature č. 371, October 1994.

Václav Laifr

Demonstrátorský seminář v Praze (21. - 23. 10. 1994)

Sdružení hvězdáren a planetárií a Hvězdárna a planetárium hl.m. Prahy pořádaly ve dnech 21. až 23. října 1994 v pořadí již třetí demonstrátorský seminář, který se tentokrát konal v prostorách Štefánikovy hvězdárny v Praze.

Opět se zde sešli spolupracovníci a zaměstnanci hvězdáren z celé České republiky. Je zbytečné říkat, že je tento seminář jedinečnou možností pro setkání a neformální debaty demonstrátorů z různých hvězdáren a výměně zkušeností. Na letošním semináři odezněly mimo jiné i příspěvky: Tomáš Rezek Dvojhvězdné dějepravy a Jakub Haloda - Planetární mlhoviny, zajímavé zpestření pozorovacího programu. Semináři dominovaly tři diskuse: Role demonstrátora a jeho vystupování v kopuli, Na co se lidé ptají - UFO a mimozemské civilizace (diskuse se zúčastnili i Ing. Marcel Grün, Ing. Karel Pacner, doc. MUDr. J. Dvořák, CSc. a V. Šiška) a "Kde mě tlačí pata", což byla diskuse nad souborem záhadných otázek, které praxe posbírala v kopulích našich hvězdáren.

Dlužno dodat, že se velké pozornosti těšila i prezentace časopisu Astropis. Celkově se dá říci, že byl tento seminář připraven více než dobře a jeho naplnění převážně diskusními bloky se ukázalo jako dobrý tah organizátorů.

Příští demonstrátorský seminář se bude konat na hvězdárně v Brně.

RAM