

# VĚDA

---

Isaac ASIMOV

---

## VESMÍRNÉ ČOČKY

(The Cosmic Lens)

V jistém okamžiku svého života jsem pochopil, že mě ostatní lidé začali považovat za celebritu, a neměl jsem z toho dobrý pocit.

Vychovali mě totiž chudí, ale čestní rodiče, velice chudí a velice čestní. Vždycky jsem si o sobě myslel, že patřím do stejné kategorie, ale přece jen jsem měl za to, že poctivost je z těch dvou vlastností důležitější, a tak jsem dělal všechno pro to, abych si ji zachoval. Ale jak přibývalo peněz, stejně jsem se neubráníl pocitu, že přibývá i možností k nepoctivosti a co kdyby mě tato neřest svedla?

A tak jsem se snažil nevsímat si toho, že se mi daří až nesku-tečně dobře, a dál jsem žil prostě a skromně (ale přitom tak, aby se mně a hlavně mým dětem dostávalo přiměřeného pohodlí). Tak jsem mohl zůstat chudý a zároveň čestný.

Jenže kdyby se ke mně lidé chovali jako k celebritě, tak by ta hra nefungovala, a proto jsem se rozhodl, že nebudu jako z Hollywoodu, nebudu očekávat žádná privilegia a nebudu vyžadovat ani přijímat zvláštní péči.

Věřte mi, že to není jednoduché. A jsou chvíle, kdy tomu pokušení nemohu odolat. Dám vám příklad.

Před nějakým časem jsem na obvyklém rohu čekal na taxík. Spěchal jsem a na dohled nebyl jediný neobsazený. Přirozeně jsem z toho byl čím dál smutnější.

Najednou přede mnou jedno taxi zastavilo, ale na zadním sedadle mělo velice váženého pasažéra, takže jsem si ho nevsímal a dál jsem se mrzutě díval proti směru přijíždějící dopravy. Přední okno se ale otevřelo a vyklonil se z něj řidič. Zřejmě mne poznal.

“Doktore Asimove,” řekl. “Jsem váš fanoušek a vzal bych vás, ale jednoho zákazníka už mam.

“Děkuji. Vaše pozornost mě opravdu potěšila,” řekl jsem.

Taxik už se skoro rozjížděl, ale vtom sjelo zadní okénko, pasažér se vyklonil a řekl: “Já jsem taky váš fanoušek, doktore Asimove. Nastupte si!”

V tom okamžiku jsem měl říct: “Ne děkuji. Nepřeji si žádné zvláštní ohledy. Počkám si na volný taxík jako každý jiný.”

Ale neudělal jsem to. Nasedl jsem. Snažil jsem se to odčinit

tím, že jsem chtěl zaplatit za nás za oba, ale co je to platné, když jsem využil svého postavení a přijal privilegium. Mrzí mě to.

A přitom pravidelně využívám svého postavení a přijímám privilegium. Myslíte si, že by někdo jiný přesvědčil našeho Váženého editora, aby ho nechal psát každý měsíc sloupek o vědě? Samozřejmě že ne. Jsem jediný protože jsem starý a vážený a dělám to už léta. Měl bych říct: "Pane Fermane, nechci žádné zvláštní ohledy. Nabídněte tohle místo všem a vyberte to, co bude nejlepší."

Ne, pane, neudělám to. Ani za milion let. A netrápím se kvůli tomu. Takže to zkusme dál.

V roce 1916 Albert Einstein (1879-1955) vyslovil svou obecnou teorii relativity a poukázal na to, že pokud je tato teorie správná, dráha světla by se měla v gravitačním poli zakřivovat. Velikost zakřivení by byla za běžných okolností neměřitelně malá (například na Zemi), ale mohou nastat i mimořádné okolnosti.

Předpokládejme, že paprsek světla z nějaké hvězdy prošel cestou k Zemi velice těsně kolem okraje Slunce. V tom případě by zakřivení (směrem ke Slunci) mohlo být dostatečně velké, aby se zdálo, že hvězda je od Slunce o něco dál, než by měla být, protože oko by paprsek sledovalo takřkajíc po přímce, bez ohledu na zakřivení.

Je samozřejmé, že hvězdu, která by byla tak blízko Slunce, že by se její světlo otíralo o sluneční

kotouč, by ve sluneční záři nebylo vidět *pokud* by zrovna náhodou nenastalo úplné zatmění Slunce.

Ale v roce 1916 se Evropa nacházela uprostřed 1. světové války a na nějaké výpravy za zatměním Slunce nebylo pomyšlení. Přesto se jeden exemplář Einsteina textu dostal do rukou britskému astronomovi Arthuru S. Eddingtonovi, který hned začal dělat plány.

Válka skončila 11. listopadu 1918, takže ještě zbýval nějaký čas připravit expedice za zatměním na .29. května 1919, kdy k němu mělo dojít, a Slunce se navíc právě mělo nacházet uprostřed skupiny jasných hvězd.

Eddington zorganizoval dvě expedice, jednu do severní Brazílie a jednu na ostrov u pobřeží západní Afriky. Polohy jasných hvězd v blízkosti Slunce byly vůči sobě změřeny a porovnány se stejnými vzájemnými pozicemi o půl roku později, kdy bylo Slunce v opačné části oblohy. Výsledky byly na hranici, ale mělo se za to, že Einsteina podporují. (Od té doby se podobné experimenty samozřejmě uskutečnily s mnohem větší přesností a správnost Einsteiny teorie potvrdily docela.)

Teorie o zakřivení světla v gravitačních polích vedla k zajímavým spekulacím. Slunce je tak velké, že paprsek světla hvězdy může projít kolem jednoho nebo druhého okraje a zakřivit se. Ale co kdyby paprsek světla z nějaké vzdálené hvězdy prošel kolem okraje jiné, ale bližší hvězdy. Svě-

telný paprsek by mohl být dost silný, aby zčásti prošel po jedné straně bližší hvězdy a zčásti po druhé.

Obě části paprsku by se ohnuly dovnitř směrem k bližší hvězdě. Proto by oko pozorovatele na Zemi sledovalo jednu část paprsku po přímce jedním směrem a druhou část po přímce jiným směrem. Místo abychom za bližší hvězdou viděli jednu vzdálenou hvězdu, viděli bychom dvě, jednu z jedné strany bližší hvězdy a druhou z druhé strany.

Tento nápad poprvé zazněl roku 1924.

V roce 1936 se věci chopil samotný Einstein a podrobil ji pečlivé matematické analýze. Tím, jak bližší hvězda rozdělí paprsek světla vzdálené hvězdy na dva a spojí je v jakémisi ohnisku na Zemi, chová se jako skleněná čočka. Proto Einstein tento jev nazval 'gravitační čočka'.

Dokázal také, že bychom vzdálenou hvězdu viděli jako hvězdy dvě. Pokud by vzdálená hvězda byla maličko stranou od středu bližší 'čočkové' hvězdy, víc jejího světla by proklouzlo po této straně a méně po druhé. Proto by ze dvojice viditelných hvězd byla jedna jasnější než ta druhá, ale obě by měly ve všech ohledech stejné spektrum, protože pozorovatelé by ve skutečnosti viděli jednu a tutéž hvězdu.

Kdyby ale vzdálenější hvězda byla přesně za bližší hvězdou, světlo vzdálenější hvězdy by prošlo kolem okraje bližší hvězdy ze všech stran a pozorovali bychom,

jak bližší hvězdu obepíná maličká prstenec světla, který by byl čočkovou deformací vzdálenější hvězdy. To by byl 'Einsteinův kroužek'.

Byla to fascinující teorie, ale zdálo se (tedy Einsteinovi v roce 1936 a ostatním astronomům té doby), že šance na nalezení příkladů gravitačních čoček na obloze je prakticky nulová.

Především je pravděpodobnost, že by se jedna hvězda nalézala přesně nebo téměř přesně za jinou navzdory obrovskému množství hvězd na obloze, které jsou pozorovatelné dalekohledem, tak neskutečně mizivá, že hledání takového případu vypadalo jako marná práce.

Navíc ani intenzita gravitace u povrchu hvězdy není vůči hvězdnému světlu nijak velká. Světlo se zakřivuje tak nepatrně, že oba paprsky z protějších stran hvězdy by musely urazit obrovský počet světelných let, než by se dostaly tak blízko, aby se spojily v ohnisku. Jinými slovy, každá gravitační čočka v podobě hvězdy by musela být velmi daleko od Země, a ta vzdálenější hvězda, jejíž obraz je deformován, by musela být ještě mnohem dál.

Ve skutečnosti by deformovaný obraz byl tak daleko, že bychom jej pravděpodobně vůbec nedokázali pozorovat, a určitě by se z něj nedalo získat použitelné spektrum.

Proto by se nedalo posoudit, jestli dvě hvězdy, které se na obloze zdají být velice blízko, mají stejné spektrum, a tudíž by mohlo

jít o dva obrazy jediné hvězdy, nebo jestli mají různá spektra a jde o dvě různé hvězdy, mezi nimiž není žádný vztah.

Jistě, některé hvězdy mají silnější gravitační pole než jiné. V roce 1915 americký astronom Walter Sydney Adams (1876-1956) zjistil, že druhá hvězda Sina, "Sírirus B", je to, čemu dnes říkáme 'bílý trpaslík'. Veškerou hmotu hvězdy, jako je Slunce, stěsnala do tělesa menšího než Země, takže gravitační pole v blízkosti jejího povrchu je desettisíckrát vyšší než na povrchu běžné hvězdy. (Dokázal to, když roku 1924 demonstroval, že ve světle Sina B se dá najít červený posun vyvolaný právě intenzivním gravitačním polem, jak to Einsteinova všeobecná teorie relativity předpokládala.)

Pokud bychom tedy museli vystačit s hvězdami, Einsteinovými teoretickými závěry by to všechno skončilo. Ale ve vesmíru *nejsou* jenom hvězdy, což se jasně ukázalo už roku 1936.

Ve dvacátých letech se zjistilo, že jisté 'mlhoviny' (malé neostré objekty) jsou ve skutečnosti samostatné galaxie nacházející se daleko od nás. V okruhu milionů, desítek milionů a stovek milionů světelných let jich jsou tisíce.

Z toho vyplývá, že když mluvíme o galaktických čočkách, neměli bychom mluvit jenom o hvězdách schovaných za hvězdami. Jenže z dnešního pohledu se to snadno mluví. Dnes mi stačí půl oka a setina mozku, abych věděl, že je nutné jít za

hvězdy, ale v roce 1936 to ani Einstein, který se nemohl opřít o pohled zpátky, neviděl.

Napadlo to v roce 1937 švýcarského astronoma Fritze Zwickyho (1898-1974), který se o vzdálené galaxie zajímal. Upozornil, že při tom, jak zjišťujeme, že je vesmír stále bohatší a bohatší na mlhoviny, by mohlo být pouze otázkou času, než bude objevena taková galaxie, která je přesně před jinou a vzdálenější galaxií; nebo jeden shluk galaxií bude přesně před jiným, vzdálenějším shlukem, a v tom případě bychom mohli působení gravitační čočky pozorovat.

Podívejme se, jaké výhody by měla gravitační čočka z galaxií ve srovnání s obdobnou situací u hvězd.

Především, hvězdy jsou v podstatě světelné body, takže pravděpodobnost, že jeden světelný bod bude z našeho pohledu umístěn přesně za jiným, je velice malá. Naproti tomu galaxie jsou rozměrná tělesa, sice také malá, ale body to zdaleka nejsou. Je tedy možné, že i když galaxie nebudou přímo jedna za druhou, střed na střed, může nastat částečné překrytí, a to by mohlo na vyvolání jevu gravitační čočky stačit. Galaktické překrytí je tudíž mnohem pravděpodobnější než hvězdné.

Co víc, protože se galaxie skládají z miliardy až bilionu hvězd, můžeme je pozorovat a zkoumat jejich spektrum ve stonásobné vzdálenosti v porovnání s nejjasnějšími jednotlivými hvězdami běžného typu. Čím

vzdálenější objekt je, tím vyšší je počet těles, která se mohou nacházet víceméně mezi ním a námi, a tím větší je pravděpodobnost, že bude jeden z těch mezilehlých objektů ležet tak blízko paprsku světla letícího od vzdáleného objektu, aby došlo k čočkovému jevu.

A za třetí, čím vzdálenější objekt je, tím vyšší je pravděpodobnost, že při velké ohniskové vzdálenosti galaktické čočky může být obraz na Zemi zaostřen dostatečně, abychom viděli vzniklé deformace.

Má tato situace také nevýhody? Ano. V případě situace hvězda-hvězda, kdy máme co činit s bodovými zdroji světla, je čočkový jev jednoduchý a dostaneme buď dvě hvězdy, nebo (což je velmi nepravděpodobné) Einsteinův kroužek.

V případě dvou galaxií jde o široké zdroje, které nejsou v celé ploše stejně jasné, a čočkový jev je mnohem složitější. Mohou vzniknout tři obrazy nebo pět. Jejich rozložení může být asymetrické a to, co bude vidět, může být tak deformované, že to na první pohled vůbec nebude vypadat jako čočkový jev.

Ale ani když v úvahách galaxie nahradily hvězdy, nezvysílala se pravděpodobnost gravitační čočky dostatečně. Příkladně si ani po více než čtyřiceti letech od Zwickyho podnětu žádná gravitační čočka nikde na obloze neřekla o pozornost astronomů.

A to navzdory skutečnosti, že došlo k celé řadě astronomických

objevů, které měly pravděpodobnost vzniku gravitačních čoček zvýšit, nebo aspoň usnadnit jejich pozorování.

Například už Zwicky upozornil na to, že novy se dělí na dva druhy. Obvyčejné novy představují poměrně malé výbuchy plynu na povrchu bílých trpaslíků. Jsou ale také supernovy, které představují výbuch větší části, nebo dokonce celé hvězdy. Supernovy mohou nakrátko zazářit jasností miliard obyčejných hvězd. A jelikož se supernovy jasností vyrovnají celé galaxii, jsou pro nás pozorovatelné na stejnou vzdálenost jako galaxie.

Doposud bylo ve vzdálených galaxiích zaznamenáno více než čtyři sta supernov (a v roce 1987 ta nejbližší, ve Velkém Magellanově oblaku). Představte si, že by světlo některé z nich (navzdory jasnosti bodového zdroje) prošlo cestou k nám silným gravitačním polem. Je možné, že bychom viděli, jak víceméně současně (jedna dráha světla by mohla být delší než druhá, a tak by to k nám po ní trvalo o něco déle) vybuchly blízko sebe dvě supernovy, sílily a hasly ve stejném rytmu a měly by stejné spektrum. Byl by to evidentní případ gravitační čočky.

Ale supernov je mnohem méně než galaxií a navíc je každá supernova dočasným jevem, takže by čočková deformace byla také jen dočasná a nešlo by o zdánlivě trvalý nebeský jev, jakým by byly jiné gravitační čočky. Každopádně nebyla zatím žádná taková deformovaná supernova pozorována.

Pak byly v roce 1969 objeveny pulsary. Jsou to neutronové hvězdy, které existují jako pozůstatky supernov, jež vybuchly v minulosti. Veškerá hmota běžné hvězdy je u nich stlačena do koule, která není větší než malý asteroid. Gravitace v blízkosti jejich povrchu je řádově milionkrát větší než v blízkosti bílého trpaslíka.

Navíc došli astronomové k přesvědčení, že existují černé díry. Ty představují ještě obludněji stlačenou hmotu a v jejich blízkosti mohou existovat ještě silnější gravitační pole než u neutronových hvězd.

Proto není nutné, aby na světlo jedné galaxie působila jiná. Stačí, aby světlo prošlo poblíž neutronové hvězdy nebo černé díry a bylo vychyleno z přímé dráhy mnohem ostřeji, než by to dokázala pouhá galaxie. Ohnisková vzdálenost by se tak zkrátila a opět bychom měli větší pravděpodobnost, že čochkový jev spatříme.

Ale k nejdůležitějšímu objevu ze všech došlo v roce 1963, kdy byly zaznamenány kvasary. To, co vypadalo jako obyčejné, nijak zvláštní hvězdy v naší galaxii, vzbudilo podezření coby zdroj zachytitelného množství rádiových vln. Při bližším zkoumání se přišlo na to, že tyto objekty vykazují obrovský červený posuv a musí být velmi vzdálené.

Dodnes známe kolem dvou tisíc kvasarů. Ve skutečnosti jde o galaxie, jejichž centra jsou mimořádně jasná a aktivní. Protože jsou tak daleko, vidíme právě jen ta centra, která vypadají jako

hvězdy, a obvykle nevidíme mlhavý závoj zbytku galaxie.

I ten nejbližší kvasar je vzdálen miliardu světelných let, mnohem dál než všechny obyčejné galaxie, které můžeme pozorovat. Některé nedávno objevené kvasary se zdají být až 17 miliard světelných let daleko.

Je tedy zjevné, že bychom se při hledání gravitačních čoček měli zaměřit na kvasary. Díky tomu, jak jsou daleko, se pravděpodobnost, že na spojnici mezi nimi a námi něco bude, značně zvyšuje. Jsou to v podstatě bodové zdroje, takže by výsledné jevy neměly být příliš složité. Navíc je kvasarů tak málo, že kdyby se podařilo najít 'dvojkvasar', dva kvasary, které jsou blízko sebe, měl by se okamžitě stát podezřelým tělesem. A pokud se ukáže, že spektra jsou víceméně identická, máme vyhráno.

Fotografie, na které je dvojkvasar v souhvězdí Velkého vozu, byla pořízena na počátku padesátých let. Byly tak blízko, že to vypadalo, jako by se překrývaly.

29. března 1979 podrobili vědci z Kitt Peak National Observatory pečlivému zkoumání dvojkvasar známý jako 0957+561 a zjistili, že jej rozděluje šest úhlových vteřin. (Pro srovnání, šířka Měsíce v úplňku je 1865 úhlových vteřin). Pravděpodobnost, že by dva kvasary byly na obloze tak blízko sebe jen v důsledku náhodného rozložení, je dost malá.

Další studium spekter obou kvasarů ukázalo, že jsou ve všech ohledech shodná. Měla stejné

spektrální čáry ve stejném vzájemném postavení, stejný rudý posun, který ukazoval, že jsou ve stejné vzdálenosti. Z toho musel vzniknout závěr, že tyto dva kvasary jsou oddělenými obrazy jediného kvasaru, přičemž zdvojený obraz vytvořila gravitační čočka.

Ale co působilo jako čočkový objekt?

Astronomové zapojili nejcitlivější přístroje zaznamenávající světlo a zpozorovali mezi dvojkvasarem a námi velice vzdálený (a proto nepatrný) shluk galaxií. Uprostřed takových shluků je obvykle obří eliptická galaxie, která vyrostla na úkor menších galaxií kolem ní.

Taková obří galaxie ve shluku skutečně *byla* a nacházela se přesně před dvojkvasarem. (Nezastíňovala ho, neboť kvasar se dá zachytit rádiovými vlnami, které eliptickou galaxií mezi ním a námi prošly.) Objektem, který fungoval jako čočka, byla nepochybně právě tato galaxie.

Od té doby bylo zaznamenáno ještě sedm případů objektů, které se zdají být výsledkem gravitačních čoček, i když žádný nevypadá tak jednoznačně jako ten první a pouze jeden má mezi sebou a námi evidentní čočkový objekt (spirální galaxii). A pak ještě deset dalších objektů by čočkovým jevem *mohlo* být. Mimochodem, všech těchto sedmnáct těles jsou kvasary.

Ale nejvíc vzrušující je malý objekt, který byl v roce 1987 objeven v souhvězdí Lva, vypadá jako maličký kroužek rádiového záření

a má všechny znaky toho, že by mohlo jít o Einsteinův kroužek, který před padesáti lety Einstein předpověděl. Je první, který se podařilo objevit.

Astronomové mají přirozeně radost z krásy a vzácnosti tohoto jevu a z příkladu odvážné předpovědi, důmyslného pátrání a triumfálního objevu, ale tím to nekončí. Pokud jde o gravitační čočky, zbývá odvést ještě velký kus práce.

Především již pouhá existence gravitačních čoček opět podporuje obecnou teorii relativity, která za tři čtvrtě století obstála ve všech zkouškách a která je naším jediným použitelným matematickým nástrojem k popisu vesmíru jako celku. Ty malé deformované obrazy a maličký kroužek rádiových vln nás znovu ujišťují, že jsme na správné stopě a že snad vesmíru rozumíme.

Za druhé, tak jako skleněná čočka může zvětšit obraz, který soustředí do ohniska, může gravitační čočka zvětšit objekt, který deformuje. (Také s tím přišel jako první Zwicky.)

Znamená to, že máme neuvěřitelně silný mikroskop, který nám může ukázat vnitřní strukturu kvasaru, podrobnosti, které bychom za běžných okolností nebyli schopni rozeznat. Astronomové by byli šťastni, kdyby takové informace získali, neboť kvasary se zdají být jevy z doby, kdy byl vesmír mladý, a cokoliv, co rozšíří poznatky, které o tomto mládí máme, nám může pomoci dopra-

covat se k závěrům o samotných počátcích galaxií a vesmíru jako takového.

Pak také, jak už jsem se zmínil, když gravitační čočka zakřiví světelný svazek na jedné či druhé straně a rozdělí jej na několik různých svazků, tyto svazky se pohybují po nestejných drahách a jedna dráha může být delší než druhá. Vzhledem k tomu, že zakřivení je v nejlepším případě mírné, dráhy se od sebe vzájemnou délkou příliš neliší, ale tento rozdíl se dá z geometrie situace vypočítat i v případě, kdy neznáme skutečnou vzdálenost deformovaného kvasaru ani čočky, která tuto deformaci působí.

Mohlo by se například ukázat, že jedna cesta je o jednu miliardtinu delší než druhá. Není to mnoho, ale činí-li celková délka cesty od kvasaru k nám pět miliard světelných let, tak k nám jeden ze svazků dorazí o pět let později než ostatní. Ale když už oba paprsky dorazily, jak máme zjistit, který dorazil dřív a o kolik?

Kdyby intenzita paprsků byla stále stejná, měli bychom smůlu. Ale jasnost kvasarů někdy kolísá. Když jeden obraz zvětšeného kvasaru náhle zjasní, stačí jednoduše počkat, až dorazí ostatní svazky a příslušné obrazy zjasní také. Z geometrie a časového zpoždění by astronomové mohli vypočítat vzdálenost kvasaru mnohem přesněji, než se to dá provést jakoukoli jinou metodou.

Ze vzdálenosti několika kvasarů určených tímto způsobem a z hodnot jejich červených posuvů

mohou astronomové vypočítat hodnotu 'Hubbleovy konstanty' rychlosti, jakou vzdálenost roste v závislosti na velikosti červeného posuvu. Tuto konstantu nyní známe jen velmi přibližně a je kolem ni mnoho diskusí. Správná hodnota nám umožní získat pravdivější obraz o velikosti a stáří vesmíru, než nám to dovoluje vše, co máme k dispozici dnes.

Jde také o podstatu hmoty mezi kvasarem a námi, která funguje jako čočka. Ve většině z těch několika případů gravitačních čoček, které jsme dosud zaznamenali, není mezi nimi a námi nic vidět.

Je možné, že světlo prochází kolem neutronové hvězdy nebo černé díry, kterou na takovou vzdálenost nemůžeme pozorovat přímo, ale jejíž přítomnost můžeme ze zkreslení kvasaru vyvodit.

Ale ještě důležitější je pro astronomy otázka, jestli by ve vesmíru nemohlo existovat velké množství hmoty, kterou nemůžeme zachytit a zahrnout do svých úvah. Touto 'chybějící hmotou' by se dala vysvětlit rotace galaxií nebo způsob, jak drží pohromadě shluky galaxií. Může dokonce naznačovat, že vesmír je uzavřený, a tudíž se nebude rozpínat do nekonečna, ale jednou se zhroutí.

Zakřivení světla kvasary nás může přivést na stopu povahy této chybějící hmoty, jejího rozložení a jejího množství.

Gravitační čočky mohou také vysvětlit jisté hádanky, které dnes astronomy trápí. Jsou známy případy kvasarů s vysokými červe-



nými posuvy, které jsou zřejmě v nějakém spojení s tělesy, jejichž červené posuvy jsou mnohem nižší. Jsou známy případy rádiových zdrojů, které jako by se vzdalovaly rychleji, než je rychlost světla. K vysvětlení podobných anomálií by využití jevu gravitačních čoček mohlo přispět.

Existují rovněž úvahy o 'řetězcích', což mají být záhyby v časoprostorovém kontinuu, které vznikly na počátku vesmíru a představují velice dlouhé a nesmírně hmotné, téměř jednorozměrné objekty. Světlo kvasaru, které by náhodou na takový řetězec narazilo, by se po obou stranách řetězce ohnulo mnohem víc než v případě jakéhokoli jiného původce tohoto jevu. Ohnisková vzdálenost by se snížila a mezi oběma obrazy kvasaru by zdánlivě byla mnohem větší mezera než v případech, které jsme dosud zaznamenali.

Pravda je, že byly nalezeny dva kvasary, které odděluje sto padesát sedm obloukových vteřin. Mají podobná spektra a astronomové se nějakou dobu domnívali, že by mohlo jít o první důkaz ve prospěch existence řetězců. Ale při bližším zkoumání spekter vyšlo najevo, že nejsou dostatečně podobná. V případě této dvojice kvasarů šlo zcela zjevně o dva *různé* kvasary.

Abychom gravitační čočky maximálně využili, abychom získali jistotu, musí jich astronomové najít co nejvíc. Proto někteří usilovně plánují systematický průzkum oblohy ve velkém měřítku.

*Přeložil: P.Kotrla  
Digitalizace: P.Kryštůfek*