

## Od temných hvězd k černým dírám

Když v roce 1783 posílal anglický geolog John Michell londýnské Královské společnosti svůj článek o tělese, v jehož okolí je tak silné gravitační pole, že ani světlo nemá dost velkou rychlost na to aby z jeho povrchu uniklo, šlo spíše o kuriózní důsledek Newtonovy gravitační teorie. Nikdo tehdy asi netušil, že objekty podobné Michellovým "temným hvězdám" budou po dvou stech letech skutečně zpozorovány na mnoha místech ve Vesmíru a na jejich zkoumání budou vypisovány mnoha-milionové granty.

Michell si představoval, že se záření tělesa postupně zpomaluje, v určité výšce nad povrchem se zcela zastaví a pak se zrychleným pohybem vrací zpět na povrch podobně jako kameny, které bychom na Zemi vyhazovali do výšky. V jeho době to byla poměrně rozšířená představa, začátkem 19. století však ve fyzice zvítězila vlnová teorie, podle níž nejsou světelné paprsky gravitací nijak ovlivněny. Na Michellovy "temné hvězdy" se tak postupně zapomnělo. Pro moderní fyziku byly znovuobjeveny až ve 20. století, když Albert Einstein zformuloval speciální a obecnou teorii relativity. Tyto teorie spojují pojmy prostor, čas a gravitace v jediný objekt: zakřivený prostoročas. Jak už to tak bývá, příroda opět překonala naše představy a objekt, pro který později John Wheeler vymyslel název "černá díra" je nakonec mnohem zajímavější než Michellova temná hvězda.

Vůči vzdáleným tělesům se černá díra chová úplně stejně jako každý jiný objekt ve Vesmíru. Kdyby se nějakým nedopatřením stala z naší Země (k tomu by bylo nutné veškerou její hmotu stlačit do koule o rozměru asi 9 mm), nemuseli by si kosmonauti obíhající v družicích kolem Země všimnout ničeho zvláštního. Gravitační pole v této vzdálenosti by zůstalo stejné a družice by se pohybovaly stále po týchž drahách jako předtím. Rovněž ve vzdálenosti, kde dříve býval povrch planety by bylo stejné gravitační pole jako prve a všechna tělesa by padala se stejným zrychlením jako nyní na Zemi.

Základní vlastností černých děr je však to, že nemají povrch. Díky tomu je možné sestupovat stále níž do oblastí silnějšího gravitačního pole. Směrem ke středu se začínají postupně projevovat jeho nehomogenity. Gravitační síla narůstá čím dál rychleji, a tak by na naše nohy působila mnohem větší síla než na naší hlavu. V případě černé díry hmotnosti Země bychom ve vzdálenosti 100 km od středu měli podobný pocit, jako by nám na nohy někdo pověsil zátěž několika metráků. Jedná se o tzv. slapové síly, jejichž mírnější varianta je zodpovědná za příliv a odliv, zde však nemilosrdně drtí veškerou hmotu která do díry padá.

Zajímavější efekty však nastávají ještě blíže. Silné gravitační pole způsobuje značné zakřivení světelných paprsků. Fotony, které míjí černou díru v těsné blízkosti (u díry hmotnosti Země máme na mysli vzdálenost několika cm od středu díry) jsou značně odchylovány ze svého původního směru a v extrémním případě ji mohou dokonce několikrát obkroužit než se opět vzdálí, nebo jsou pohlceny dírou. Miniaturní padající pozorovatel, který by přežil ničivé slapové síly a nacházel se poblíž díry, by navíc zaznamenával stále větší energii dopadajícího záření jak by se postupně přibližoval magické hranici 9mm, která udává tzv. horizont událostí. Běžné sluneční světlo tak nejprve získává lehce modrý až fialový nádech až se postupně mění přes ultrafialové a rentgenové paprsky na záření gama. Na horizontu událostí by mělo dopadající záření nekonečnou energii.

Pozoruhodné je, že ačkoli pro padajícího pozorovatele může být cesta do nitra černé díry poměrně krátký výlet, z našeho pohledu horizontu událostí nikdy nedosáhne. Kdyby nám posílal v pravidelných intervalech informace o svém stavu, jednotlivé zprávy by docházely se stále větším zpožděním. Z našeho pohledu by doslova "zamrzl" na horizontu událostí. Jakýkoliv signál který by vyslal pod horizontem k nám už nikdy nedorazí.

Bohužel. Bylo by zajímavé si jeho zprávy přečíst. Současné fyzikální teorie totiž zatím nedávají jednoznačnou odpověď na otázku jak vypadají černé díry "uvnitř". Podle obecné teorie relativity, která popisuje silná gravitační pole a která je používána k popisu černých děr, není možné aby se pod horizontem událostí nacházel statický objekt konečné velikosti. Vše se musí neustále smršťovat až do bodu nulového objemu a nekonečné hustoty, tzv. singularity. Tím se však dostáváme do sféry zájmu jiné fyzikální teorie, kvantové mechaniky, která popisuje objekty velice malých rozměrů jako jsou atomy a elementární částice. K porozumění vnitřku černých děr je nutné použít obě teorie současně. Ty si však zatím navzájem odporují. Úplné pochopení černých děr tak zůstává jedním z úkolů pro budoucí teorii všeho.