



KOSMICKÉ ROZHLEDY

NEPERIODICKÝ VĚSTNÍK ČESKOSLOVENSKÉ ASTRONOMICKÉ SPOLEČNOSTI PŘI ČSAV

1/1975

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

ročník 1975

číslo 1

M. J. Rees

Černé díry I

Bylo to před čtyřiceti lety, kdy Chandrasekhar určoval horní mez pro hmotu bílých trpaslíků. Výsledek byl velmi podnětný, protože vypočtená hranice byla jen o málo větší než hmota Slunce. Okamžitě vstala otázka: Co se stalo s hvězdou s mnohem větší hmotou, která spotřebovala svoji jadernou energii? Je přirozeně možné, že hvězda na konci vývoje může ztratit většinu své hmoty, aby se mohla zhroutit jako bílý trpaslík, jehož hmota je pod Chandrasekharovou mezí ($\sim 1,2$ slunečních hmot). Jinou možností je, že vnější vrstvy jsou explozivně odvrženy při výbuchu supernovy a hvězda dožívá jako neutronová hvězda, což se, jak se zdá, stalo v případě Krabí mlhoviny. Dnes však z teorie vyplývá mez i pro hmotu neutronové hvězdy. Tato mez je poněkud nejistá, protože závisí na stavové rovnici plynu při jaderných hustotách ($\sim 10^{15}$ g/cm³). Je však téměř jisté menší než 3 hmoty Slunce. Je nepravděpodobné, že by se hvězdy vyznačovaly "předvídavostí", díky níž by ztratily dostatek plynu, aby byly bezpečné pod touto mezí. Libovольný "ostatek" s hmotou 2 - 3 \odot nemůže vlastními silami zabránit úplnému gravitačnímu kolapsu, protože vnitřní tlak není schopen udržet hvězdnou hmotu v rovnováze, když její zásoby jaderné energie byly vyčerpány. Přitom hvězdy s hmotou větší než 2 - 3 \odot ukončí svůj vývoj za mnohem kratší dobu, než je stáří Galaxie. Tento závěr naznačuje, že naše Galaxie může obsahovat velký počet gravitačně zhroutilých těles.

Taková tělesa se nazývají černé díry. Mohou být zhroutilá do tak malých rozměrů, že ani světlo, ani jiný signál z nich nemohou uniknout. Možnost výskytu černých děr je ve skutečnosti důsledkem téměř všech gravitačních teorií; tedy nejen Einsteinovy obecné relativity. Na možnost jejich existence poprvé upozornil Laplace (1798), který vycházel z newtonovské gravitace a z balistické teorie světla. Laplace ukázal, že světlo nebude schopné uniknout z tělesa 250 krát většího než Slunce při stejné hustotě, jako má Země. Odtud vyplývalo, že největší vesmírná tělesa mohou být pro nás neviditelná. Je pochopitelně jasné, že newtonovská teorie gravitace není vhodná pro rozbor případu, kdy gravitační pole jsou velmi silná. Je však stále dosti nejisté, kterou teorii lze rozšířit na tuto oblast. Prvý teoretický popis černé díry (v rámci obecné relativity) pochází od Schwarzschilda, který odvodil metriku, jež popisuje gravitační pole kolem sféricky symetrické hmoty. Ze Schwarzschildovy metriky vyplývalo, že existuje tzv. "horizont" mající poloměr

$$R_S = 2GMc^{-2} \approx 3(M/M_{\odot}) \text{ km.}$$