

# ČRNE LUKNJE

V prvih tridesetih letih tega stoletja so se pojavile tri teorije, ki so korenito spremenile človeški pogled na fiziko in samo resničnost. Te tri teorije so: posebna teorija relativnosti (1905), splošna teorija relativnosti (1915) in teorija kvantne mehanike (1926). Večina fizikov je takoj sprejela posebno relativnost in kvantno mehaniko, ki opisujeta efekte, ki jih lahko neposredno opazujemo, splošno relativnost pa so večinoma prezrli, saj se je zdela matematično prezapletena, ni bila preverljiva v laboratoriju in je bila povsem klasična teorija, za katero se je zdelo, da ni združljiva s kvantno mehaniko.

## NASTANEK ČRNE LUKNJE

Predstavljajte si zvezdo, katere masa je enaka desetim masam Sonca. Večino svojega življenja, okrog milijardo let, bo zvezda v svojem centru proizvajala toploto ob pretvarjanju vodika v helij. Sproščena energija bo ustvarila zadosten tlak, da se zvezda ne bo sesedla zaradi lastne teže. Tako se bo polmer zvezde povečal na približno petkratni Sončev polmer. Ubežna hitrost s površine take zvezde bo okrog tisoč kilometrov na sekundo. To pomeni, da bi telo, ki ga s površine zvezde izstrelili navpično navzgor s hitrostjo, manjšo od tisoč kilometrov na sekundo, zvezda s svojim gravitacijskim privlakom potegnila nazaj na svojo površino, medtem ko bi telo, izstreljeno z večjo hitrostjo, pobegnilo v neskončnost. Ko bo zvezda izčrpala svojo jedrsko gorivo, ne bo ničesar več, kar bi vzdrževalo pritisk navzven in zvezda se bo začela sesedati pod vplivom lastne gravitacijske sile. Ko se bo zvezda krčila, bo gravitacijsko polje na njeni površini postajalo močnejše in ubežna hitrost bo naraščala. Ko bi se radij zmanjšal za trideset kilometrov, bi ubežna hitrost dosegla vrednost 300 000 kilometrov na sekundo, kar je enako svetlobni hitrosti. Od tedaj naprej svetloba, ki bi jo sevala zvezda, ne bi več mogla pobegniti v neskončnost, ampak bi jo gravitacijsko polje potegnilo nazaj. V skladu s posebno teorijo relativnosti ne more nič potovati hitreje od svetlobe, torej tudi nič drugega ne more pobegniti, če še svetloba ne more. Rezultat bi torej bila črna luknja: področje prostor-časa, od koder ni mogoče uiti v neskončnost. Robu črne luknje pravimo dogodkovni horizont. Ujema se z valovno fronto svetlobe, ki ravno ni več mogla uiti v neskončnost in lebdi ob Schwarzschildovem radiju (=Imenuje se po nemškem astronomu Karlu Karlu Schwarzschildu. Pove nam, do katerega polmera, bi se morala skrčiti zvezda, da njeni gravitaciji svetloba ne bi mogla več pobegniti.):  $2GM / c^2$ , pri čemer je G Newtonova gravitacijska konstanta, M je masa zvezde in c svetlobna hitrost. Za zvezdo z maso okrog deset Sončevih mas je Schwarzschildov radij približno trideset kilometrov.

## VPLIV ČRNIH LUKENJ NA SOSEDNJE OBJEKTE

Če črne luknje pogoltnejo celo svetlobo, se seveda vprašamo, če v prihodnosti ne bodo pogoltnile kar celega vesolja. Črne luknje na bolj oddaljene objekte nimajo večjega vpliva od ostalih zvezd, saj je prostor-čas močno ukrivljen le v bližini črne luknje, torej je gravitacija možna le v bližini luknje. Bolj stran gremo, manjša je gravitacija in pada s kvadratom razdalje.



Ubežno hitrost, s katero bi se moralo telo oddaljevati od nebesnega telesa z maso  $m$ , da bi ubežalo njenemu gravitacijskemu polju je:



$m$  je masa črne luknje

Pogoj za črno luknjo je torej hitrost, ki je večja od 300000 km/s ( $v > c$ ). Če vzamemo za ubežno hitrost, hitrost, ki je enaka svetlobni ( $v = c$ ), lahko izpeljemo zanimivo enačbo:



To je pogoj, ki ustreza nastanku črne luknje. Iz te enačbe vidimo, koliko moramo biti oddaljeni od črne luknje da ji teoretično še lahko ubežimo. Točke, na kateri je ubežna hitrost enaka svetlobni in iz nje ni vrnitve, imenujemo horizont dogodkovj. Horizont dogodkov so točke, iz katerih vrnitev po današnjih fizikalnih zakonih ni možna in vse, kar ga prečka, konča v singularnosti (=pomeni točko, kjer je ukrivljenost prostora neskončna, to pomeni, da je prostornina enaka nič in gostota neskončna). Masivnejša kot je črna luknja, večji je horizont dogodkov.

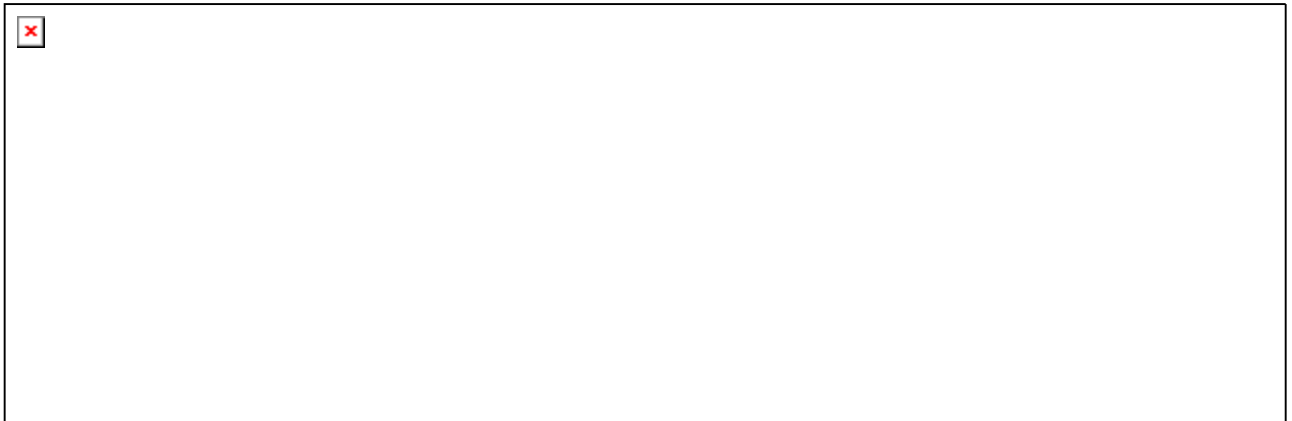
## ODKRIVANJE ČRNIH LUKENJ

1. X-žarki: Gravitacijsko polje vleče v črno luknjo snov iz okoliškega oblaka prahu ali bližnje zvezde. Ko snov pada proti črni luknji, se deformira in zaradi tega močno segreje. Snov se nabere okrog črne luknje v nekakšnem disku. Ta disk se imenuje akrecijski disk. Preden snov pade v črno luknjo, se lahko kar precej segreje in to povzroči, da seva žarke X.



Na sliki je primer črne luknje, ki iz bližnje zvezde «trga» snov, ki se zbira v akrecijskem disku.

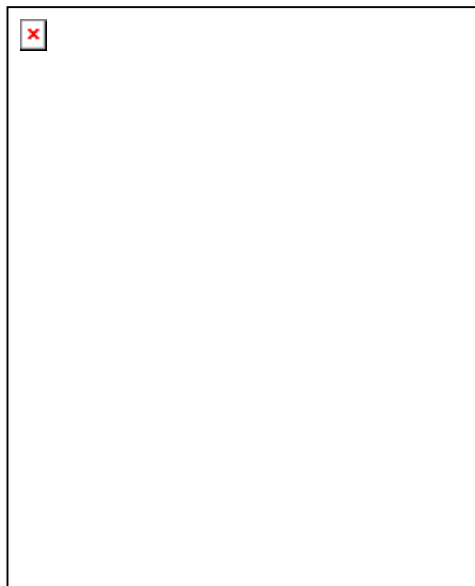
2.Gravitacijske leče: Ko se med opazovalcem na Zemlji in zvezdo znajde črna luknja, zaradi nje vidimo objekt mnogo bolj svetel. Ker črna luknja svetlobo ukrivi, jo na Zemljo pade več. Glej sliko! Vse skupaj si lahko predstavljamo z žarki. Oranžni žarki prikazujejo pot svetlobe, če med zvezdo in zemljo ni črne luknje, modri pa, ko črna luknja je.



3. Tesna dvozvezdja. V tesnih dvozvezdijih oziroma ko več zvezd kroži okrog skupnega težišča. Če ena zvezda kroži okrog druge, ki ni vidna in je zelo masivna, jo astronomi sumijo za črno luknjo.

## **DOKAZI ZA OBSTOJ ČRNIH LUKENJ**

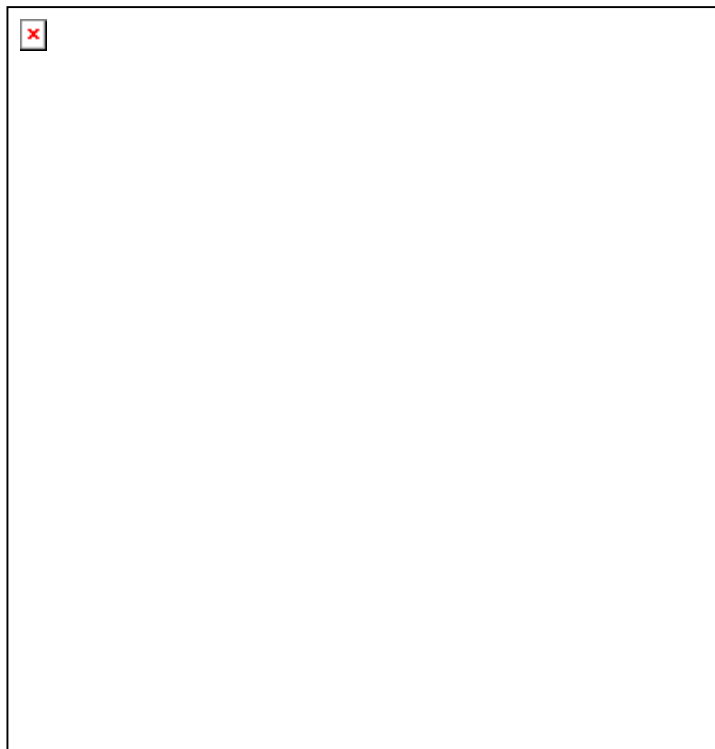
Velike črne luknje naj bi se nahajale predvsem v jedrih aktivnih galaksij.



Znanstveniki verjamejo, da so v galaksijah NGC3377, NGC3379 IN NGC 4486B črne luknje.  
V galaksiji NGC 4486B se lepo vidi dvojno jedro.



Na tej fotografiji je lepo viden disk plina – akrecijski disk. Izračunali so, da naj bi imel objekt, ki ga disk obkroža, kar tri milijarde mas Sonca, poleg tega pa objekt ni večji od našega sončnega sistema. To naj bi bila črna luknja.



To je fotografija, ki jo je posnela Chandra. Fotografija je posneta v x žarkih, na njej pa je kandidat za črno luknjo Cygnus X-1.