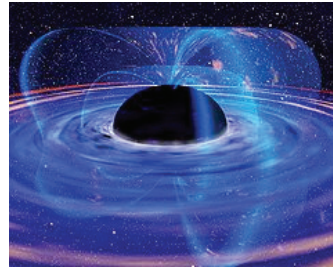


Fekete lyuk, fehér lyuk, féreg lyuk

II. rész

Mi forgatja a fekete lyukat?

A 2. ábrán látható kép egy fekete lyuk képzeletbeli művészi rajza. A fekete lyuk természetesen nem látható. A fekete félgömb a fekete lyukat körülvevő eseményhorizont, e mögött van a láthatatlan fekete lyuk, ahonnan semmi információ nem nyerhető. Létezéséről csak a környezetében levő anyagok viselkedéséből, szerezhetünk tudomást. Az eseményhorizont lényegileg a fekete lyuk határfelületét jelenti, amelyről még nyerhető információ, mert a szökési sebessége kevéssel kisebb a fény sebességénél. Ugyanakkor ez a felület

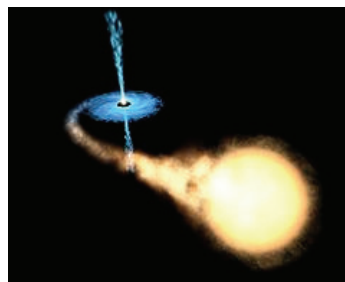


2. ábra

lehetővé teszi, hogy egy számunkra furcsa világról szerezzünk információt. A fekete lyuk jelenléte miatt az eseményhorizont egy nagyon erős gravitációs térben van, amely nagyon meggömbíti a téridőt. Emiatt a felület közelében az idő múlása nagyon lelassul, és a felületen megáll. A fekete lyukat körülvevő anyaghalmoz (kozmikus porfelhő és egyéb anyag-törmelék) egy akréciós korongba tömörül, amely a fekete lyuk körül kering. Az eseményhorizont pólusából kiinduló fénycsíkok a mágneses erővonalakat tüntetik fel.

Az akréciós korongban levő anyag gyors forgása folytán rendkívüli módon felmelegszik, eléri a 10 millió fokok nagyságrendet, de találtak már olyan, fekete lyukhoz kapcsolódó γ sugárforrást, amely 100 millió fokok hőmérsékletnél lép fel. Az anyagrészek mozgási sebessége ekkor megközelíti a fénysebességet. Az akréciós korongban fellépő energia átalakulási mechanizmus a világegyetemben eddig megismert energia átalakulási mechanizmusok közül a legjobb hatásfokú, a nyugalmi tömegének mintegy 40 % -át alakítja át sugárzó energiává, ez meghaladja a magfúzió és a maghasadás energia-átalakítási hatásfokát. Az akréciós korongban levő anyag egy része nagy energiájú röntgen és γ sugárzássá alakul át.

A 3. ábra az előző ábrához hasonlóan, ugyancsak egy animációs (képzeletbeli) kép, amely az egyik legrégebb ismert fekete lyukról, a Cygnus X-1-ről készült. Ez egy kettős csillag, amelynek egyik tagja egy fekete lyuk, körülötte kering egy főszorozati csillag, amely folyamatosan táplálja a fekete lyukat. Az akréciós korong középpontjában látható kis fekete folt az eseményhorizont. Az akréciós korong anyaga nem ér el az eseményhorizontig, de együtt forog vele. Az ábrán jól látható, hogy a csillagból kiáramló anyagsugár egy spirális pályán tart a fekete lyuk felé.



3. ábra

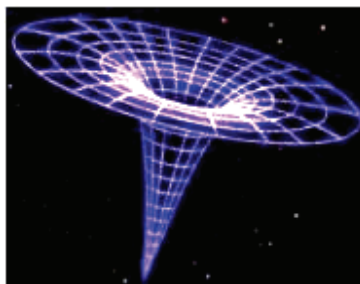
Amikor a spirális pályán köröző anyag-jet (sugárzás) eléri az eseményhorizontot, akkor azon áthaladva bezuhan a fekete lyukba. Az anyagáramlás jelentős impulzusnyomatékkal rendelkezik, amely az impulzusnyomaték megmaradási elve értelmében átadódik a fekete lyuknak. Az így nyert impulzusnyomaték forgásba hozza a fekete lyukat. A fekete lyuk erős gravitációs tere a közeli téridőt erősen meggörbíti. Ezt a meggörbült téridőt a forgó fekete lyuk magához kapcsolja és állandó forgásban tartja, így alakul ki a csillag-anyag számára a körspirális pálya.

A görbült téridő modell-képe

A 2. és 3. ábra egy 3 dimenziós animációs kép, amely a fekete lyuk környékét mutatja be nagy távolságról. Az 1. ábra viszont egy modell-kép, amely a 4 dimenziós téridő sajátos viselkedését próbálja, egy analóg-moddellel érthetővé tenni.

A 4. ábra ugyancsak egy modell-kép, amely az 1. ábrához hasonlóan a téridőt szemlélteti, erősen görbült formában, a fekete lyuk közelében.

Az 1. ábrán, amely ugyancsak a téridőt szemléltető modell-kép, megfigyelhető, hogy ha a gumihálón több test van, akkor az úgy görbül meg, hogy a testeket egy közös gödör (lyuk) felé mozgassa. A fekete lyuk a körülötte levő téridőt tölcészerűen görbíti meg, az alakzat alja egy ponttá zsugorodik, az képezi a fekete lyuk szinguláris pontját (lásd 4. ábra).



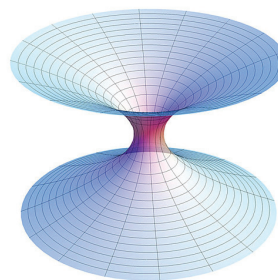
4. ábra

Vannak-e fehér lyukak és féreglyukak?

Az általános relativitás egyenleteinek az időre vonatkozó szimmetrikus megoldásai vannak. Ez azt jelenti, hogy ha t idő-változóra érvényes megoldást kaptunk, akkor a $-t$, idő-változóra is érvényes megoldás adódik. Ha az általános relativitás elméletnek a fekete lyukra vonatkozó egyenleteit vizsgáljuk, a $-t$ időváltozóra, akkor is kapunk egy matematikailag érvényes megoldást. E megoldás egy olyan anyagféleséget ír le, amely a fekete lyuk ellentétese lesz. Ezt az anyagi objektumot *fehér lyuknak* nevezték el. A fekete lyukról tudjuk, hogy minden anyagot elnyel ami a gravitációs vonzókörébe kerül, de semmi nem juthat ki belőle. A fehér lyukba semmi anyag nem juthat be, a benne levő anyagot kidobja. Tehát a fehér lyuk a fekete lyuknak az ellentétese.

A fehér lyuk, az általános relativitás elmélet egyenleteinek egy sajátos megoldásából következik, de ez nem jelenti azt, hogy ilyen anyagféleség létezik a természetben. Tovább bonyolítva a matematikai vizsgálatokat, a forgó és elektromos töltéssel rendelkező fekete lyukak nagyon bonyolult lehetőségeket tárnak elénk. Elméletileg nincs kizárva annak a lehetősége, hogy valahol, valamikor egy fekete lyuk találkozzon egy fehér lyukkal és a kettő kapcsolatba lépjen egymással, bár a két objektum, különböző időzónában található, mert a téridő görbülete különböző (különbözőképpen járnak az órák). A két lyukat összekötő csövet *féreglyuknak* nevezik. Így a féreglyukon áthaladva, visszafelé haladunk az időben, és a fehér lyukon keresztül a világegyetem egy másik részébe lehet eljutni. Az 5. ábra ezt a képzeletbeli lyukhármast mutatja be, ahol az alsó görbült téridő a fekete lyukat, a felső a fehér lyukat, az összekötő cső a féreglyukat jelenti.

Az 5. ábra csak szimbolikus jellegű, egy matematikai leírásnak a bemutatására szolgáló modell, ami a természetben nem valósul meg, a fizikusok és a csillagászok nem hisznek ezek realizálásában. Ez a modell és ennek az extrapolálása a távoli múltra, csak a hipotézisek (feltételezések) körébe sorolható. A fizika történetében számtalan hipotézis látott napvilágot, de ezek közül csak kevés vált valóra.



5. ábra






Mégsem olyan fekete a fekete lyuk

1974-ben S. Hawking kimutatta, hogy az időhorizont közelében az erősen görbített téridőben részecskék jönnek létre a fekete lyuk tömegének a rovasára. Ez a részecske keletkezés annál intenzívebb, minél magasabb a fekete lyuk hőmérséklete, más szóval minél kisebb a lyuk tömege. Ezt a jelenséget Hawking a fekete lyuk párolgásának nevezte, a jelenséget az ő tiszteletére, Hawking-sugárzásnak nevezik. A feltételezések szerint a részecskék, amelyek a fekete lyuk tömegcsökkenése miatt azok az eseményhorizont közelében megjelennek, elektronok. Ezek az elektronok a nagy sebességgel forgó téridőben nagy mozgási energiával rendelkeznek, és a fénysebességet megközelítő sebességgel haladnak át az akréciós korongon, miközben intenzív szinkrotron sugárzást keltenek. Ez a nyilvánvaló bizonyítéka annak, hogy a fekete lyuk az időhorizont túlsó felén elektronokat gerjeszt.

A fekete lyuk nem csak a vonzókörében levő anyagokkal kerül kölcsönhatásba, hanem a világegyetemben mindenütt jelenlevő háttérsugárzással is kölcsönhatásba lép. A háttérsugárzás hőmérséklete 2,7 K, az eddig ismert fekete lyukak hőmérséklete jóval kisebb ennél az értéknél. A nagy fekete lyukak hőmérséklete megközelíti az abszolút 0 fokban ($10^{-6} - 10^{-8}$ K). A fekete lyukak, – mivel hőmérsékletük alacsonyabb a háttérsugárzásénál – energiát nyelnek el a háttérsugárzásból, ezáltal növelik tömegüket, és hűtik az univerzumot, miközben maguk is hűlnek. A számítások szerint egy Hold méretű fekete lyuk hőmérséklete lenne 2,7 K hőmérsékletű. Ebben az esetben egy ekkora méretű fekete lyuk, termikus egyensúlyban lenne a háttérsugárzással. Ennél kisebb méretű fekete lyuk, már energiát sugározna az univerzumba, növelve a háttérsugárzás hőmérsékletét.

Puskás Ferenc

Tények, érdekességek az informatika világából

-  A Microsoft imádja a kódneveket. Szinte minden fejlesztésük hangzatos kódneveken szerepel, gyakran évekig, míg végül termék nem lesz belőlük, persze teljesen más néven. Lássunk egy pár Microsoft kódnevet:
-  *Sparta, Winball*: Windows for Workgroups 3.1
-  *Snowball*: Windows for Workgroups 3.11
-  *Chicago*: Windows 95
-  *O'Hare*: Internet Explorer