

Monitor

A monitorokat Hoare vezette be 1974-ben. A monitor objektum egy több szál által használt eljárás nem párhuzamos végrehajtását teszi lehetővé. A monitor tulajdonképpen ötvözi az objektumorientált programozást a szinkronizációs metódusokkal.

Egy monitor objektum részei:

- osztott adat
- ezeket az adatokat feldolgozó eljárások
- monitort inicializáló metódusok

Mind egyik eljárás halmazt egy monitor kontrolál. A többszálás alkalmazás futásakor a monitor egyetlen szálnak engedélyezi egy adott időpontban az eljárás végrehajtását. Ha egy szál éppen egy monitor által kontrolált eljárást akar futtatni, akkor az lefoglalja a monitort. Ha a monitor már foglalt, akkor várakozik, amíg a monitort lefoglaló szál befejezi a adott eljárás végrehajtását és felszabadítja a monitort.

Kovács Lehel

A sötét anyag és a sötét energia „megvilágítása”

I. rész

A 70-es évek végén sikerült feltérképezni a szép, szabályos spirál galaxisokat. Szinte szemmel látható volt, hogy az egyes csillagok a galaxis középpontja körül keringenek. Kiszemelünk egy csillagot. Megmérjük a középponttól mért r távolságát, és megbecsüljük azon csillagok együttes $M(r)$, tömegét, amelyek ezen r távolságon belül láthatók. Az egyenletes körmozgásra vonatkozó

$$m v^2 / r = G m M(r) / r^2$$

alakú Newton-egyenletből ki lehet számítani a csillag v keringési sebességét.

Itt G a Newton-féle gravitációs állandó, m pedig a csillag tömege, ami azonban kiesik az egyenletből:

$$v^2 = G M(r) / r$$

Innen a v sebességet kiszámították.

A csillag fényének színekében felismerhetők a hidrogén színeképvonalai. Ezek azonban a laboratóriumban megfigyelhető vonalakhoz képest eltolódva jelentkeztek. Ebből, az ún. Doppler eltolódásból ki lehet számítani a csillag keringési sebességét.

A v sebességet így is kiszámították.

A két különböző módon meghatározott sebesség azonban nem egyezett meg!

Mi lehet az oka a különbségnek?

Kiderült, hogy a két sebességérték „egyenlővé tehető”, ha feltételezzük, hogy a galaxisban jelen van valamilyen nem látható „sötét anyag” is. Ekkor a fenti képletben $M(r)$ helyébe az $(M(r) + M_{DM}(r))$ összeget kell írni, ahol $M_{DM}(r)$ a feltételezett sötét anyag (Dark Matter) azon részének tömege, ami az r sugáron belül helyezkedik el. Az elmúlt évek során igen sok galaxis esetén végeztek el hasonló elemzést. Az eredmény az lett, hogy a gala-

xisok csillagaira a Newton-törvény csak akkor teljesedik, ha feltételezzük, hogy **a galaxisokban a látható anyagnál kb. hatszorta több sötét anyag van jelen.**

A sötét anyag létezésébe vetett hitet megerősítette a „gravitációs lencse” felfedezése. Az Einstein-féle általános relativitáselmélet kimondja azt a Bolyai János által megsejtett igazságot, hogy a tér geometriáját a jelenlévő anyag határozza meg. Az elmélet azt jósolta, hogy a Nap körül a tér gömbszimmetrikusan meggörbül, ezért a fény pályája is görbe lesz. Az olyan távoli csillag fénye is eljuthat a szemünkbe, amely a Nap mögött helyezkedik el, és amelynek a fényét a Napnak el kellene takarni. De nem takarja el, mert a fény görbült „pálya” mentén haladva kikerüli a Napot. A napfogyatkozáskor elvégzett megfigyelések, ezt a következtetést, fényesen igazolták.

Jóval később felfedezték, hogy ugyanez a jelenség megvalósulhat úgy is, hogy a Nap helyett egy olyan égitest kerül a távoli csillag és a megfigyelő közé, ami sötét anyagból áll. Ez a sötét anyagból álló égitest úgy viselkedik, mint egy gyűjtőlencse. Ezt szokták gravitációs lencsének nevezni. Érdemes megemlíteni, hogy a Föld, a távoli csillag és a gravitációs lencse relatív mozgása miatt a gravitációs lencse fókuszáló hatása időben változik. Ennek következtében a távoli csillagot időben szabályosan változó fényességűnek látjuk.

Megemlítjük, hogy a galaxis halmazok vizsgálata során már a 30-as évek elején is felmerült az a gondolat, hogy sötét anyagnak léteznie kell.

Az azonban nagy gondot okoz azóta is, hogy a földi laboratóriumokban az igen nagy igyekezettel folytatott kutatások ellenére sem tudtak olyan részecskét kimutatni, ami a sötét anyagnak „építőköve” lehetne [1].

Ezen gond mellé, az utóbbi évtizedben felmerült egy hasonló, a sötét energia problémája. Ez a következőképpen történt [2, 3].

Bámulatra méltó pontossággal megmérték a 2.73 Kelvin fokos kozmikus háttérsugárzás irány szerinti eloszlását. Azt tapasztalták, hogy ez a sugárzás nem tökéletesen izotróp. A térkép „szemcsés” jellegűnek adódott. Mitől származnak ezek a szemcsék? Hitelt érdemlő módon bebizonyították, hogy ezek az Univerzum tágulása során kialakuló plazma akusztikus rezgéseinek a következményei, és amelyek méretét a plazmafizika eszközeivel ki lehet számítani. Hiszen tudjuk, hogy a plazma fotonokból, elektronokból, protonokból és héliummagokból áll, és a hőmérsékletét is tudjuk, ami 3000 Kelvin fok. (Ez kb. a hidrogén atom ionizációs energiája, ami 13.6 elektron-volt.) Amikor a plazma állapot hirtelen megszűnt, mert az elektronok befogódtak a pozitív ionok köré, és így semleges atomok képződtek, a fotonok „gazdátlanok” maradtak, mert többé nem léteztek elektromosan töltött szabad részecskék, csak semleges atomok. A plazmával egyensúlyban lévő fotonok rezgésszám szerinti eloszlását a Planck-féle függvény írja le. Ezek a szabaddá vált fotonok indultak el „felénk”. Időközben azonban a Világegyetem tágulásának következtében, a hullámhosszuk megnőtt. Ezeket vette észre (véletlenül) 1964-ben, Penzias és Wilson, mint gyönyörű Planck-spektrummal rendelkező mikrohullámú sugárzást. Ma ezt tekintik a Világegyetem tágulására alapozott elmélet legerősebb tapasztalati igazolásának.

A fent emlegetett „szemcsék” méretét kiszámították. A „szemcsék” méretét megmérték. Ekkor jött a meglepetés! A mérés és a számítás eredménye megegyezett!

Korábban ugyanis azt hittük, hogy a Világegyetem geometriája olyan, negatív (állandó), görbületű, mint amelyet Bolyai János megálmodott. Most kiderült, hogy a Világegyetem tere, globálisan (azaz nagy léptékben) Euklideszi. Ha ugyanis negatív lenne a görbülete, akkor a „szemcséket” kisebbeknek, ha pozitív lenne, akkor pedig nagyobbaknak látnánk, mint amilyenek valójában voltak a sugárzás indulásakor.

De ha ez így van, akkor a táguló Világegyetem modellje szerint a Világban jelenlévő anyag sűrűsége meg kell, hogy egyezzen a ρ_c kritikus sűrűséggel, ami $\rho_c = 3 H_0 / (8 \pi G)$, ahol H_0 , a Hubble-állandó.

De ha ez így van, akkor a kritikus sűrűségnek a látható anyag csak a 4%-át, a sötét anyag, a 26 %-át, teszi ki, és **hiányzik 70%!** Ezt a „hiányt” szokták sötét energiának, illetve kvintesszenciának nevezni.

Az azonban nagy gondot okoz, hogy a földi laboratóriumokban, az igen nagy igyekezettel folytatott kutatások ellenére sem tudtak olyan anyagot találni, aminek a sötét energiához köze lehetne [3].

Amikor a nagyon távoli galaxisok távolságát sikerült megmérni az Ia típusú szupernóvák segítségével, kiderült, hogy a lineáris Hubble-törvénytől eltérés tapasztalható. Ezek a galaxisok gyorsabban távolodnak, mint ahogy azt a Hubble-törvény alapján várnánk. Ezt röviden úgy szokták kifejezni, hogy a Világegyetem gyorsulva tágul. Amikor ez kiderült nyomban feltételezték, hogy ennek köze lehet a sötét energiához.

Ahelyett, hogy részletesebben ismertetném a sötét anyagra, illetve a sötét energiára vonatkozó különböző elképzeléseket, a következő kijelentést kockáztatom meg:

„Lehet, hogy nincs is szükség arra, hogy ezek létezését feltételezzük!” Kifejlesztetek ugyanis egy olyan elméletet, amely az Einstein-féle elmélet továbbfejlesztése, és amely képesnek ígérkezik arra, hogy a Világegyetemre vonatkozó megfigyeléseket értelmezze, nem tételezve fel semmilyen láthatatlan anyagot. Ez az új elmélet Jacob Bekenstein [5] nevéhez köthető. Az Einstein-féle általános relativitáselmélet lényege egy tenzor egyenlet formáját ölti. A téridő görbületét jellemző G_{ij} tenzort a jelenlévő anyag T_{ij} energia-impulzus tenzora határozza meg:

$$G_{ij}(x) = \kappa T_{ij}(x)$$

A Bekenstein-féle elméletben a tenzor egyenlethez még egy vektor és egy skalár egyenlet is csatolódik. Innen származik az elmélet neve: TeVeS. Az elmélet nem relativisztikus közelítésben a Newton féle gravitáció elméletet visszaadja, ha az a gyorsulás sokkal nagyobb, mint $a_0 = 10^{-8}$ cm/sec². Abban az esetben viszont, amikor az a gyorsulás sokkal kisebb lenne, mint a_0 , akkor az a gyorsulás helyébe az a/a_0 kifejezés értéke kerül. Ez a módosított Newton-elmélet képes a galaxisok csillagainak kerin-gését helyesen leírni, anélkül, hogy sötét anyagot kellene feltételezni.

(Folytatjuk.)

Hivatkozások

- 1.) Németh Judit és Szabados László, Fizikai Szemle **LVI.**/ 11.(2006) 362.
- 2.) Puskás Ferenc, FIRKA **16/2.** (2006-2007) 112.
- 3.) Trócsányi Zoltán, Fizikai Szemle **LVI.**/ 12. (2006) 444.
- 4.) J.D. Bekenstein, Physical Review **D70** (2004) 083509.

Lovas István
Debreceni Egyetem, MTA tagja