

ROCKENBAUER Antal¹

Sötét anyag nem létezik a kepleron-koncepció alapján

Absztrakt

A kepleron-koncepció alapján értelmezzük az univerzum tágulásának Hubble-törvényét, összevetve a kozmológia sötét anyagon és sötét energián alapuló elméletével. Azt találtuk, hogy számos csillagászati megfigyelés (az Androméda-köd közeledése, a spirális karokban a csillagok azonos keringési sebessége, a galaxisforgások létrejötte, csillaghullámzás a Tejútban, a Tejút lapos felépítése, a galaxisok számának nagyságrendi becslése) egyaránt a kepleron-modell mellett szól, és ezért nincsen szükség a sötét anyag hipotézisére. A galaxisok stabilitását és szerkezetét nem a vonzóerő megnövelése magyarázza, hanem külső kompresszió, amit a távoli galaxisok idéznek elő. A galaxisok közötti antigravitáció független a távolságtól, összhangban az Einstein által bevezetett, a térben mindenütt jelenlevő kozmikus állandóval. A sötét energia valójában a galaxisok közötti taszítási energia. A kozmológia elméleti alapjait is újra kell gondolni, ősrobbanás helyett a kezdeti őskaoszból indulhatott el egy szétválási folyamat, amely a galaxisok kialakulását okozta. Az őskaosz magas hőmérsékletén az áramló töltések foglyul ejtették a fényt, majd a lehűlés vezetett el a fény kiszabadulásához, amit a mikrohullámú háttérsugárzás jelez.

Kulcsszavak: sötét energia, sötét anyag, kozmológia, kepleron

Bevezetés

Honnan tudunk a sötét anyag létezéséről? A legfőbb bizonyítékot a spirálgalaxisok szerkezete adja. Különböző csillagászati módszerekkel határozták meg, hogy mekkora a csillagok keringési sebessége az egyes spirális karokban, amiből az derült ki, hogy kevés a galaxis tömege a centrifugális erő kiegyenlítéséhez, és emiatt a karoknak le kellene szakadni. Ebből következtettek arra, hogy a valódi tömeg jóval nagyobb – mintegy hatszorosa annak –, amit csillagászati eszközökkel megfigyelhetünk, vagyis létezik olyan anyag is, amely nem látható, de hozzájárul a gravitációs erőhöz, anélkül, hogy részt venne az elektromágneses kölcsönhatásban. Ez az anyag azonban bujkál előlünk, nincs nyoma a részecskefizikai átalakulásokban sem. Kapott viszont már egy nevet a sötét anyagot alkotó részecske, ez a nevezetes WIMP (Weakly Interacting Massive Particle). Viszont ezeket a részecskéket is hiába kutatták változatos kísérletekben, nem sikerült nyomukra bukkanni. A sötét anyag létezésére más jelenségek is utalnak, így a csillaghalmazok anomális tömegeloszlása, és a gravitációs lencsék megnövelt intenzitása.

Mi az a sötét energia?

A sötét anyag ikerfogalma a sötét energia. Ez a két különös jelenség az általánosan elfogadott kozmológiai elmélet, a Λ -CDM (Lambda Cold Dark Matter) központi eleme. Itt a lambda az Einstein által megfogalmazott általános relativitáselméletben feltételezett kölcsönhatás, a kozmológiai állandó. Einstein abból indult ki, hogy kell egy olyan tag is az egyenletben, amely megakadályozza az univerzum csillagzatait, hogy egymásba zuhanjanak, ezért feltételezett egy mindenütt egyenletesen ható taszítási tagot. Ez a kölcsönhatás azonban nem kapcsolódik semmilyen más fizikai jelenséghez, vagyis nem világos a fizikai eredete. Ezzel érdemelte ki a sötét energia-elnevezést. Einstein koncepciója kezdetben erősen vitatott volt, sőt maga is elméletének legnagyobb hibájának tartotta, de a távoli galaxisokból érkező fény vörös eltolódásának távolságfüggése arra mutatott, hogy az univerzum tágul, ami visszaigazolta a sötét energia létezését.¹

A kozmológia másik fontos szereplője a sötét anyag. Ebben a CDM azt jelenti, hogy az univerzum forró korszaka után lehűl, és ebben követi a „hideg” sötét anyag. Arra viszont nincs magyarázat, hogy a sötét anyag mitől húlna le, ha nem vesz részt a gravitáción kívül más kölcsönhatásban.²

A gravitáció einsteini magyarázata

A sötét energia titkának megfejtéséhez induljunk ki az általános relativitáselmélet alapelveiből, amely a gravitációt a tér görbületéből vezeti le. A testek mozgási pályája a tér görbületéhez igazodik. Ennek okát az optikából ismert legrövidebb út elve adja meg. A fény útja megtörik, ha nagyobb törésmutatójú közegbe, például a levegőből a vízbe érkezik. Ennek oka, hogy a vízben lassabb a haladási sebesség, emiatt hamarabb ér célba a fény, ha a gyorsabb közegben megnöveli útját a lassú közeg rovására. De ez a törvény nemcsak a fényre, hanem a tömeggel rendelkező testek mozgására is igaz. A tömeggel bíró anyagok is arra veszik az irányt, ahol gyorsabb az előrehaladás, ezt pedig a nagyobb görbületű térben találják meg.

A gravitáció magyarázata kepleronokkal

De miért rövidebb a pálya ott, ahol nagyobb a görbület? Erre magyarázatot a speciális relativitáselméletből származó Lorentz-kontrakció adja meg: a kontrakció mindig a mozgás irányában következik be, és nem érinti az arra merőleges irányokat. A kepleron-koncepció alapja az a feltételezés, hogy a tömeg körül forgásba jön a tér. Ez a forgás gömbszimmetrikus, azaz nincs kitüntetett irány, sebességét pedig a Kepler-törvény határozza meg, amely szerint v^2R állandó lesz, melynek nagyságát a GM -szorzat határozza meg Newton gravitációs törvénye szerint, ahol $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ m}^3/\text{kg}\cdot\text{s}^2$ az általános gravitációs állandó és M a tömeg. Ezt a térforgást kapcsoljuk össze a mezőelméletek alapkoncepciójával, amely úgy értelmezi a kölcsönhatásokat, mint amelyeket bizonyos bozon típusú részecskék – elektromágneses kölcsönhatásnál a fotonok – közvetítenek.³ Ez úgy történik, hogy a töltéssel rendelkező részecskék folytonosan virtuális, tehát közvetlenül nem detektálható fotonokat bocsátanak

ki és nyelnek el, amelynek eredményeként vonzás vagy taszítás jön létre a töltések között. A gravitációnál a tömeg játssza el ugyanazt a szerepet, amit az elektromágneses kölcsönhatásban a töltés. Ez bocsátja ki és nyeli el az említett forgásokat, amelyek a Kepler-törvénynek engedelmeskednek. Indokolt ezeket a forgásokat Kepler tiszteletére kepleronoknak nevezni. Ezek a kepleronok azonban nem rendelkeznek spinnel, mint a bozonok és fermionok, nincs tömegük és energiájuk sem, hatásukat azáltal fejtik ki, hogy megváltoztatják a tér geometriáját. A kepleronok terjedési sebessége ugyanúgy c , mint a fotonoknak, viszont a forgások kerületi sebessége ennél jóval lassabb. A kepleronok intenzitása a fotonokhoz hasonlóan a távolság négyzetével csökken, arányos az M tömeggel a GM/R^2 szabály szerint. Ezt fejezi ki a $v^2 R = GM$ összefüggés, amit a bolygómozgás törvényeiből ismerhetünk. Ha szemléltetni akarjuk a keringőmozgást, dobjunk be egy fadarabot az örvénylő vízbe. Ott megfigyelhetjük, hogy a fadarab együtt forog az örvénylő vízzel. De ugyanígy ragadja magával a légörvény a faleveleket is. Ezekben a példákban tömeggel rendelkező közegek szerepelnek, ahol épp emiatt jön forgásba a fadarab vagy a falevél, de miért úsznak együtt a bolygók a Föld körül forgó térrel, hiszen a térnek nincs is tömege? Itt lép be a képbe a Lorentz-kontrakció.

Mi a radiális térgörbület?

Ennek megértéséhez vezessük be a radiális térgörbület fogalmát! Az egyenes koordinátákkal jellemzett euklideszi térben a kör kerülete $2R\pi$. Ha v a kerületi sebesség, akkor a kerület hossza $\sqrt{1 - (v/c)^2}$ mértékben rövidül a Lorentz-kontrakció miatt, szemben a mozgásra merőleges sugárral, amely változatlan marad. Ez alapján definiálhatjuk a görbületet:

$$\text{Radiális térgörbület} = 1 - (\text{kerület}/2R\pi)^2 = v^2/c^2.$$

Ezt a görbületet c^2 -tel szorozva és felhasználva a $v^2 = GM/R$ Kepler szabályt, megkapjuk a gravitációs potenciált, és ezt az R változóval deriválva, majd az erőhatást a keringő test m tömegére alkalmazva, visszakapjuk a Newton-féle gravitációs erőtvényt:

$$\text{Gravitációs energia} = \text{Radiális térgörbület} \cdot mc^2 = GMm/R.$$

$$\text{Gravitációs erő} = GMm/R^2$$

Ezzel demonstráltuk, hogy a kepleronok a Lorentz-kontrakció révén tényleg létrehozzák a jól ismert gravitációs erőt.⁴

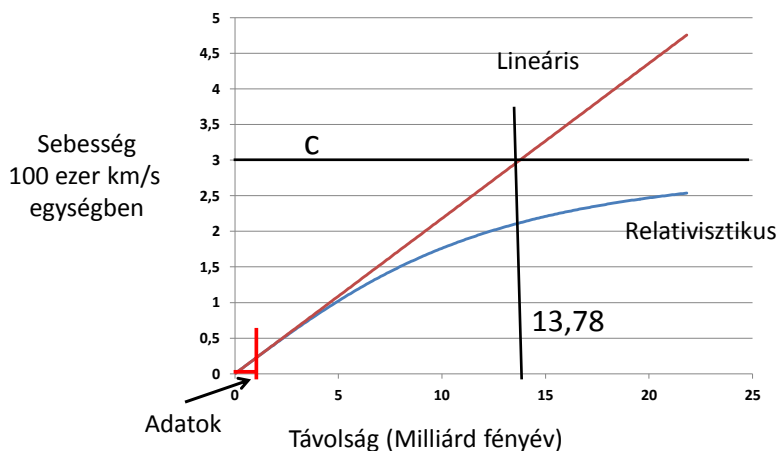
Hubble tágulási törvénye

Annak birtokában, hogy a Lorentz-kontrakció révén származtatni tudjuk a gravitációs erőt, már továbbléphetünk a tér egy másik mozgására, amit a Hubble-féle tágulási törvény ír le. Eszerint a galaxisok távolodási sebessége arányos a közöttük lévő távolsággal, azaz $u = HR$. A térrel együtt a kepleronok sugara is növekszik, de ennek görbítő hatása fordított a

körforgáshoz képest: ekkor a sugarat csökkenti le a kontrakció, míg a kerület hossza változatlan marad! Emiatt a térgörbület előjele negatív lesz: $-u^2/c^2$. Ez az összefüggés közelítés, ha u összemérhető a fénysebességgel, akkor a görbület nagysága már nagyobb lesz ennél. A negatív görbület pedig azt jelenti, hogy a tágulás miatt a galaxisok taszítani fogják egymást, vagyis intergalaktikus antigravitáció jön létre. A galaxisok mozgása ezért úgy talál rá a rövidebb útra, ha távolodnak egymástól! Ezt értelmezzük úgy, mint az univerzum tágulását. A Hubble-törvény azonban nem relativisztikus, mert elvben megenged akkora sebességet is, ami meghaladja c -t. Ezt azzal indokolják, hogy a tér tágulása nem jár információtovábbítással. Csillagászati érveléssel azonban ezt nem lehet igazolni. Az a tértartomány, ahol klasszikus csillagászati módszerekkel lehet a távolságot meghatározni, nem több 100 millió fényévnél, és a 10, illetve 100 millió fényévnél zónában lehetett igazolni a Hubble-féle arányossági törvényt a távolság és a vöröseltolódás között. Ezt az összefüggést sikerült kiterjeszteni szupernóvák tulajdonságainak vizsgálatával, ahol a fényerő csökkenéséből következtettek a távolságra, amit összevetettek a vöröseltolódás mértékével. Ez a módszer már közel 1 milliárd fényévre növelte meg a felső határt. Nincs azonban arra bizonyíték, hogy a galaxis távolodási sebessége tényleg nagyobb lehetne, mint amit elérhetnek a fizikai objektumok. A relativisztikus Hubble-egyenlet alakja a következő:

$$u^2 = \frac{H^2 R^2}{1 + H^2 R^2 / c^2}$$

Az 1 milliárd fényévnél a relativisztikus korrekció még nem éri el a sebesség század részét sem, amelynél a meghatározott távolsági és vörös eltolódási adatok szórása jóval nagyobb (1. ábra).



1. ábra A lineáris (piros) és relativisztikus (zöld) Hubble-törvény összehasonlítása. Az ábra bal alsó sarka mutatja azt a tartományt, ahonnan a csillagászati adatok származnak

A relativisztikus korrekció létezése vagy cáfolata így csillagászati módszerekkel nem dönthető el, viszont annak helyességét több érv is alátámasztja. A jelenlegi kozmológiai elmélet szerint a 13,78 milliárd évnyi tágulás következtében jóval nagyobb lett az univerzum, mint amekkora távolságot a fény befutott, egyes becslések 93 milliárd fényévnyi értéket is adtak. Ez esetben viszont léteznek olyan galaxisok, amelyek között nincs gravitációs kölcsönhatás. Vagyis az univerzum nem egységes. Ilyen „szétszakadt” univerzumból már nem kell beszélni, ha a Hubble tágulási törvény is relativisztikus. A kepleron-modell anomáliája is megszűnik, mert ekkor a radiális görbület mindenütt $-H^2R^2/c^2$ lesz, vagyis szigorúan arányos marad a galaxisok távolságának négyzetével. Ennek fontosságát hamarosan látni fogjuk!

Inverziós távolság

Van azonban egy inverziós távolság, amin átlépve a gravitációt felváltja az antigravitáció. De mekkora ez a távolság? Akkora, ahol a forgás kerületi sebessége már kisebb lesz a tágulási sebességnél:

$$v^2 = GM/R < H^2R^2.$$

Innen származtathatjuk az inverziós távolságot:

$$R^3_{\text{inverzió}} = GM/H^2.$$

Mekkora ez az inverziós távolság a Tejút esetében? A Tejút tömege⁵ $M = 2,3 \times 10^{42}$ kg, a Hubble-állandó pedig $H = 70$ (km/s)/Mpc = $2,3 \times 10^{-18}$ 1/s. Felhasználva ezeket az adatokat kapjuk meg az inverziós sugarat:

$$R_{\text{inverzió}} = 1 \text{ Mpc} = 3,26 \text{ millió fényév.}$$

Miért közeledik felénk az Androméda-köd?

Az inverziós távolságnak rendkívül fontos szerepe van az univerzum és a galaxisok szerkezetének felépítésében! A galaxisok átlagos távolsága ennél ugyanis nagyobb. Tehát az univerzumot egymást taszító galaxisok töltik ki, ez az oka a gyorsuló tágulásnak. De vannak kivételek is, ilyen a Tejút és az Androméda-köd kettőse. A két galaxis távolsága ugyanis 2,5 millió fényév, vagyis közöttük még a vonzó gravitáció érvényesül, és ezért közelednek egymáshoz. Ez a csillagászati megfigyelés alátámasztja a kepleron-hipotézist, de léteznek ennél meggyőzőbb bizonyítékok is.⁶

Miért azonos a csillagok keringési sebessége a spirálkarokban?

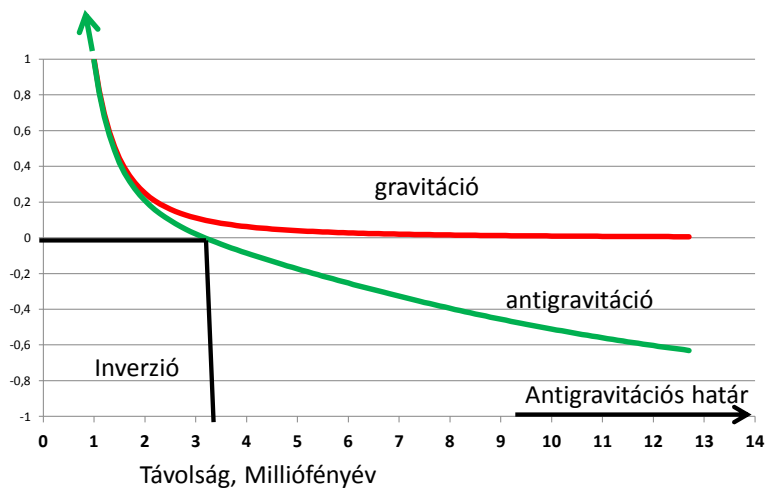
A másik fontos megállapítás a taszítóerő nagyságára vonatkozik. A kibocsátott kepleronok intenzitása GM/R^2 szerint csökken a távolsággal, amit szorozva az R^2 -tel arányos

térgörbülettel, azt kapjuk, hogy **az intergalaktikus taszítási erő nem függ a galaxisok egymástól való távolságától!** A relativisztikus Hubble-törvény esetén ez pontosan így van, míg a klasszikus törvény esetén nagy távolság esetén még növekedne is a taszítás erőssége. Önmagában még az is rendkívül meglepő, hogy mindegy, vajon két galaxis között 10 millió vagy 10 milliárd fényév a távolság, a közöttük lévő taszítóerő ugyanakkora. Viszont ez a tulajdonság magyarázatot ad az Einstein által bevezetett Λ kozmikus állandóra, amely mindenütt azonos az univerzumban.

Miért nincs szükség a sötét anyag hipotézisére?

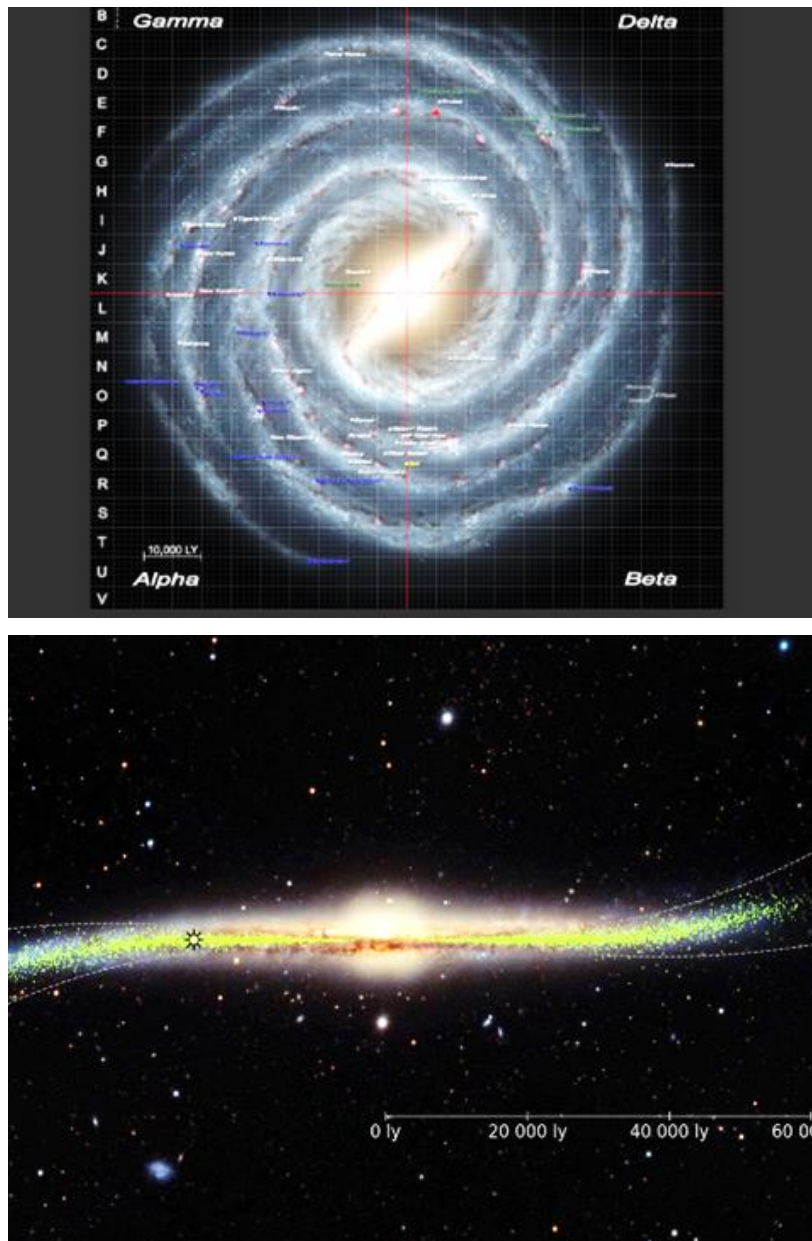
Így jutunk el a sötét anyag és a sötét energia kérdéséhez is. A sötét energia többé nem sötét, mert világos magyarázatot ad létezésére az univerzum összes galaxisának együttes taszító ereje. Ez a taszítás felelős az univerzum gyorsuló tágulásáért is. De ugyanez teszi feleslegessé a sötét anyag feltételezését is. Miért? Mert a spirális galaxisokat nem a sötét anyag vonzóereje tartja egyben, hanem a külső extragalaktikus kompresszió, amit a környező sok milliárd galaxis hoz létre. Kiválaszthatjuk bármelyik galaxist, azt minden irányból rengeteg galaxis veszi körül. Az egyes galaxisok közötti taszítás ugyan nagyon gyenge, hozzávetőleg 600-szor gyengébb a gravitációnál a Tejút határán, lásd 2. ábra.

A Tejút határán 600-szoros



2. ábra. A zöld vonal mutatja, hogyan tér el az antigravitációs erő a gravitációhoz (piros vonal) képest. A Tejút határán a gravitációs erő 600-szor nagyobb, mint az antigravitációs határérték. Az antigravitáció is fokozatosan alakul ki az inverziós sugár felett, és 10 millió fényévnél éri el a határérték felét

A sok milliárd galaxis összegzett hatása viszont már képes összepréselni a kiválasztott galaxist. Ennek mértékét jelzik a számítások, mely szerint a feltételezett sötét anyag mennyisége a látható anyag tömegének hatszorosát teszi ki. A galaxisokra ható külső nyomás azonban nem tökéletesen szimmetrikus (egyébként erre utal a mikrohullámú háttérsugárzás anizotrópiája is). Ez az anizotrópia forgatónyomatékokat gyakorol az egyes galaxisokra. Ahol ez a forgatónyomaték jelentős, ott alakul ki spirálszerkezetű galaxis. Az extragalaktikus kompresszióknak a centrifugális erő ellenáll, ezért a spirális síkjában nagyobb a kiterjedés (a Tejút esetén az átmérő 87 ezer fényévet tesz ki), viszont a síkra merőlegesen, ahol nem jön létre centrifugális erő, a galaxis vastagsága jóval kisebb, nem haladja meg az ezer fényévet sem.



3. ábra. Fent: a spirálgalaxis felülnézetben, lent pedig oldalnézetben. A galaxis szerkezete lapos, középen viszont kidudorodik

A 3,26 millió fényévnyi inverziós sugár arra is utal, hogy az ősrobbanás kezdeti szakaszában még nem lép fel az univerzális antigravitáció, ennek fellépéséhez több millió évre van szükség, mire az univerzum kiterjedése jelentősen meghaladja ezt a méretet.

A legfontosabb megfigyelés, ami egyértelműen bizonyítja, hogy nem a feltételezett sötét anyag vonzó hatása stabilizálja a spirális galaxisokat, hanem a külső extragalaktikus kompresszió, a csillagok keringési sebességétől származik. Ki lehetett ugyanis mutatni, hogy a keringési sebesség azonos a galaxis belső és külső spirálkarjaiban, a Tejút esetén például ez 220 km/s. Gravitációs hatással ez nem magyarázható, mert a Kepler-szabály szerint a keringési sebesség a távolsággal csökken! A sötét anyag-hipotézis ezt úgy próbálja értelmezni, hogy a sötét anyag eloszlása alapvetően eltér a látható anyagétól, ennek sűrűsége a külső karoknál dúsul fel. A magyarázat szerint ez a speciális eloszlás okozza, hogy a sebességkarakterisztika „lapos” lesz. De miért más a galaxisokban a sötét anyag tömegeloszlása a látható anyaghoz képest? Erre bizony nem könnyű válaszolni.⁷

Az antigravitációs kompresszió viszont kézenfekvő magyarázatot kínál. A spirális karokban keringő csillagokra ható külső nyomást úgy kapjuk meg, ha a mindenütt jelenlévő intergalaktikus taszítóerőt osztjuk a gyűrűszerű karok felületével, amely arányos az R keringési sugár és a galaxisok d vastagságának szorzatával. Voltaképpen a spirális struktúrát alkotó gyűrűk összefonódásáról van szó. Mivel a d vastagság ugyanakkora a belső és külső spirálkaroknál, így a kompressziós nyomás fordítottan arányos a centrumtól számított R távolsággal, hasonlóan ahhoz, ahogy a centrifugális erő változik. Emiatt a keringési sebesség nem függ a galaxiscentrumtól való távolságtól, egyezően a megfigyelésekkel. A spirális karok képződésének egyébként épp az a feltétele, hogy a sugár nagyságával ne csökkenjen a sebesség, mert a csökkenés miatt nagy lenne a lemaradás a külső pályákon a belsőkhöz képest, ami nem teszi lehetővé az összefonódást, és csak a Jupiter és a Szaturnusz körül megfigyelhető gyűrűs struktúrák alakulhatnak ki a galaxis centruma körül.

Miért „hullámzik” a Tejút?

A legújabb csillagászati felfedezést a Tejút-rendszer „hullámzásáról” is könnyen magyarázhatjuk az extragalaktikus kompresszióval. Az találták, hogy a Tejút síkjához képest a csillagok oszcillálnak felfelé és lefelé. Ennek oka, hogy a galaktikára ható kompresszió kissé különbözik a felület mentén, és az eltérő erőhatás a csillagok oszcilláló mozgását idézi elő. Ilyen mozgást csillaghalmazok ütközése is kiválthat, de ez csak átmenetileg okoz hullámzó kitéréseket.

Mi okozza a galaxis centrumának kidudorodását?

Érdekes még rámutatni, hogy a galaxis centruma kidudorodik, ott a vastagság mintegy tízszer nagyobb, mint a karoknál. Ez is összhangban van az antigravitációs kompresszióval. Mivel a kompressziós nyomás $1/R$ szerint változik, szemben az $1/R^2$ szerint csökkenő gravitációs vonzással, így a galaxis centrumában már a gravitációs vonzó hatás lesz az uralkodó a kompresszióval szemben, ami megengedi a csillagok eltérő keringését ebben a

tartományban. Itt már nem az egész galaxis kollektív forgása, hanem az egyes csillagok keringése a galaxis középpontja körül, határozza meg az eloszlást.

Hány galaxis van az égen?

Térjünk még ki a Λ paraméter és a galaxisok közötti taszítási energia viszonyára! Az M_1 és M_2 tömegű galaxisok közötti taszító erő a kepleron-koncepció szerint független lesz a távolságtól:

$$F_{\text{taszítás}} = GM_1M_2H^2/c^2$$

Az ehhez tartozó energiát úgy kapjuk meg, ha szorzunk az erő munkavégzése során megtett úttal, ami az univerzum határát jelenti. Ez a határ azonosnak vehető azzal az úttal, amit a fény az ősrobbanás óta megtett, mert ugyan az egyes kozmológiai modellek szerint nagyobb ennél az univerzum, de a külső tartomány objektumaival már nem jön létre kölcsönhatás, a gravitáció véges, c sebességű, terjedése miatt. Ha a relativisztikus Hubble-szabályt alkalmazzuk, akkor ez a paradoxon fel sem merül, mert ez nem engedi meg, hogy az univerzum nagyobb legyen annál, mint amekkorát be tud futni a fény. A tényleges kölcsönhatási távolságot a $c/H = 13,78$ milliárd fényév adja meg. Ezt az úthosszat figyelembe véve a két galaxis közötti antigravitációs energia GM_1M_2H/c lesz. Ha a galaxisok száma n , akkor ez összesen $n(n-1)/2$ kölcsönható galaxispárt jelent. Tételezzük fel, hogy a Tejút tömege megfelel az átlagos galaxistömegnek, vagyis az univerzum teljes tömege $nM_{\text{Tejút}}$. Összeadva az összes galaxispár antigravitációs energiáját, kapjuk meg az univerzumra vonatkozó értéket:

$$Gn^2M_{\text{Tejút}}^2H/2c.$$

Viszonyítsuk ezt a „látható” anyag $nM_{\text{Tejút}}c^2$ energiájához. A jelenleg elfogadott arány a sötét energia és a látható anyag energiája között 13,3. Ezt alapul véve:

$$GnM_{\text{Tejút}}H/2c^3 = 13,3.$$

A Tejút tömege alapján a galaxisok száma $n = 1,5 \times 10^{12}$ körül lehet. Ez ugyan csaknem tízszer nagyobb, mint a jelenleg elfogadott 200 milliárdos szám, de a Hubble-úrtávcsővel végzett felmérésekre hivatkozva van 2 billió becslés is. A számításainkból következő adat tehát nagyságrendjében egyezik a csillagászati megfigyelésekkel, különös tekintettel arra, hogy a Tejút tömege is eltérhet a többi galaxis átlagától.

Sötét anyag helyett antigravitációs kompresszió!

A felsorolt jelenségek világosan mutatják, hogy nincs szükség sötét anyagra, mert az antigravitációs kompresszió jobb magyarázatot nyújt, továbbá arra is fény derül, hogy mi lehet a sötétnek nevezett energia eredete, ami nem más, mint a galaxisok közötti taszítási energiák összege. Itt nem foglalkoztunk a sötét anyag bizonyítékának tekintett további jelenségekkel, mint a csillaghalmazok anomális tömegeloszlása, vagy a gravitációs lencsék

kérdése, de ezekben az esetekben is az extragalaktikus kompresszió, illetve az R^2 -tel arányos térgörbület legalább olyan jó magyarázatot adhat, mint a sötét anyagra épülő koncepció.

A gyorsulva táguló univerzum

Ha utánaszámolunk az univerzum korára jelenleg elfogadott 13,78 milliárd év és a csillagászati adatokból kapott Hubble-állandó kapcsolatának, akkor meglepő összefüggést kapunk, mert $T_{\text{Univerzum}} = 1/H!$ A reciprok összefüggés persze várható, mert a nagyobb H érték esetén rövidebb idő kellett az univerzum kifejlődéséhez, de meglepő a pontos egyezés. Visszafelé gondolkodva, akkor jutnánk el a kezdőponthoz, ha a mostani sebesség állandó lett volna. Persze lehetett a múltban sokkal gyorsabb az inflációs szakaszban, ezután pedig lassulhatott a növekedés, de meglepő, hogy ennek átlaga épp a mostani érték.

De hogyan épül fel a Hubble-törvény által feltárt sebességnövekedés? Állítsuk sorba a múlt üzeneteit! Amit most látunk a csillagokból, és amit a gravitáció üzen nekünk, az a múltból származik. A Nap néhány perccel korábbról üzen, a bolygók már órákkal, napokkal ezelőtt elindították az üzenetet, a közeli csillagok évekkal, a Tejút távolabbi részei már sok évezrede útnak indították a fotonokat és kepleronokat. Még régebbiek az Androméda-köd és a többi galaxis üzenetei. Ez a retardációs idő a távolságból számolható: $t = R/c$. Minél hosszabb ez a t idő, annál nagyobb a fény vöröseltolódása, és a hozzá tartozó távolodási sebesség. Az időhöz viszonyított sebességváltozás a gyorsulás. Egyenletes gyorsulás esetén $u = a \cdot t = a \cdot R/c = H \cdot R$, vagyis a gyorsulás:

$$a = H \cdot c = 6,9 \cdot 10^{10} \text{ m/s}^2.$$

A gyorsuló tágulás tehát nem azt jelenti, hogy a Hubble-állandó növekszik, hanem azt, hogy az univerzum gyorsuló tágulása ekvivalens a Hubble-törvénnyel. A gyorsuláshoz természetesen kell egy erő is, ami ezt létrehozza. Ez az erő a galaxisok között ható antigravitáció. Állandó gyorsulást akkor kapunk, ha a kölcsönhatásban részt vevő galaxisok száma változatlan. Ez akkor teljesül, ha a Hubble-törvény is relativisztikus, vagyis a tágulási sebesség nem haladja meg a fénysebességet.

A múlt üzenetei „menet közben” megváltoznak, egyrészt a foton energiát veszít, ez a vörös eltolódás, másrészt, ha a „kézbesítési idő” több mint 3,26 millió év, akkor gravitáció helyett már antigravitációról szól az üzenet. Az üzenet viszont már azonos lesz, bármilyen messze van tőlünk a feladó.

Mi történt 13,78 milliárd évvel ezelőtt?

A jelenleg széles körben elfogadott kozmológia szerint az ősrobbanás jelentette a kezdetet, amikor az univerzum egyetlen matematikai pontból áradt szét, de mennyire indokolt ez a feltevés a csillagászati adatok fényében? A megfigyelések valójában a galaxisok távolodási sebességére vonatkoznak, nincs viszont arra utaló jel, hogy növekszik-e közben a galaxisok kiterjedése is. Ha csak a galaxisok távolodnak, de nagyságuk nem változik, akkor a távoli múltban nem lehetett olyan parányi az univerzum, mint amit az ősrobbanási szcenárió

feltételez. Igazában csak arról lehet szó, hogy valamennyi galaxis egyazon tértartományban zsúfolódott össze. Ez óriási energiával járt és hatalmas lehetett az égi objektumok közötti vonzóerő az egybeolvadt százmilliárdnyi galaxis között. Ez ugyan összébb húzhatta az univerzum kiterjedését akár egy fényévnél kisebb tartományra is, de ettől még nem lett pontszerű. Helyesebb inkább őskáoszra gondolni, amelyben a magas hőmérséklet megakadályozta a pozitív és negatív töltések összekapcsolását. A kavargó töltések csapdába ejtették a fényt, majd ebből a sötét kozmoszból indulhatott el a Nagy Szétválás. Ezt értelmezhetjük egyfajta ősrobbanásként. Az ősgalaxisok kialakulása és szétválása lecsökkentette a hőmérsékletet, ami előidézte a töltések egymásra találását, amiért a fény kiszabadult, az univerzum átlátszó lett. A kozmológia jelenleg elfogadott elmélete szerint ez 370 ezer évvel történt az ősrobbanás után. Ennek nyomát ma is megfigyelhetjük a mikrohullámú háttérsugárzáson keresztül.

Összefoglalás

Összegzésként megállapítható: több csillagászati megfigyelés (az Androméda-köd közeledése, a spirális karokban a csillagok azonos keringési sebessége, a galaxisforgások létrejötte, csillaghullámvész a Tejútban, a Tejút lapos felépítése, a galaxisok számának nagyságrendi becslése) egyaránt a kepleron-modell mellett szól, és ezért nincsen szükség a sötét anyag hipotézisére. A galaxisok stabilitását és szerkezetét nem a vonzóerő belső hipotetikus növekedése okozza, hanem külső kompresszió, amit a távoli galaxisok idéznek elő. A sötét energia pedig nem más, mint a galaxisok közötti taszítási energia.

A kozmológia elméleti alapjait újra kell gondolni!

1. Einstein eredetileg statikus univerzumban gondolkodott, és ezért vezette be a kozmikus állandót. Kimutatták azonban, hogy turbulenciák miatt statikus univerzum nem jöhet létre, ezért először Einstein tévedésnek tartotta a kozmikus állandó feltételezését. Amikor azonban Hubble felismerése után kiderült, hogy tágul az univerzum, vagyis eleve nem statikus, szükség lett a kozmikus állandóra.
2. Az anyagok hőmérsékletét az elektromágneses sugárzás intenzitása, azon belül is elsősorban az infravörös sugárzás határozza meg, ezért nem világos, hogy ennek hiányában miért lehetne a sötét anyag hideg, meleg vagy forró.
3. Mi indokolja, hogy a gravitáció magyarázatánál is alkalmazzuk a mezőelméleti felfogást, amely közvetítő mechanizmust tételez fel? Mindenekelőtt a két kölcsönhatás párhuzamossága, ugyanis a gravitáció is véges sebességgel terjed, akár csak az elektromágneses kölcsönhatás, és mindkettőnél ugyanaz a c állandó a határsebesség. A gravitáció mezőelméletének kidolgozása érdekében az elméleti fizika óriási erőfeszítéseket tett az elmúlt száz évben, de ellentmondásmentes kvantumelméletet még nem sikerült találni, dacára annak, hogy a többi fizikai kölcsönhatásnak (elektromágneses, gyenge és erős nukleáris kölcsönhatás) az egységes elméletet sikerült megalkotni.

4. Bár itt a kepleron-koncepció a Newton-törvényt reprodukálja, kimutatható, hogy az általános relativitáselmélet Schwartzshield-korrekciója is származtatható a modelltől. Lásd ROCKENBAUER, Antal: *Útikalauz a fizikához Newtontól Higgsig*. Scholar, 2020: 217. o.
5. Léteznek a Tejút tömegére ennél valamivel nagyobb becslések is, ezért az inverziós sugár közel lehet a 3,5 millió fényévhez. Érdekes még megjegyezni, hogy a Napra vonatkozó érték 300 fényév, a nagyobb csillagoké 1000–1500 fényév is lehet. Ennek szerepe lehet abban, hogy a spirális karok szeparációja 8-9 ezer fényév körül van, vagyis a karok között antigravitáció jön létre. A Nap az Orion- és a Pegazus-karok között helyezkedik el a két kar közötti antigravitációs zónában.
6. Az Adoméda-ködn kívül, a Tejút 10 millió fényéves tartományában más csillagászati objektumok is léteznek, melyekre nem érvényes a Hubble-törvény. Ennek oka a galaxisok egymáshoz képesti véletlenszerű sodródása. Ez látszik a Hubble-egyenestől való kisebb-nagyobb eltérésekből is a távolabbi tartományokban. Ezek a véletlenszerű mozgások nem haladják meg a 200 km/s sebességet. A Hubble-törvény szerint ezt a sebességet azok a galaxisok érik el, amelyek legalább 10 millió fényévre vannak. Emiatt az ennél közelebbi galaxisoknál a véletlen is magyarázhatja a mozgások irányát.
7. Logikai ellentmondás fakad abból a feltételezésből, hogy a sötét anyag struktúrája határozza meg a látható anyag eloszlását és módosítja a csillagok keringési sebességét, eltérően a Kepler-törvénytől. Ez a hipotézis ugyanis felveti a kérdést, vajon miért nem vonatkozik a gravitációs törvény a sötét anyagra is, annak miért más az eloszlása, mint amit a Kepler-törvény megkövetel?

Jegyzetek

¹ A szerző a tudományok doktora, professor emeritus, Anyag és Környezetkémiai Intézet, Természettudományi Kutatóközpont, Budapest Doctor honoris causa, Université Aix-Marseille.