

A VILÁGEGYETEM REJTÉLYEI – magyarul

Honnan, hová, miért

Dr. Marosi László és Dr. Benczúr-Ürmössy Gábor

Az ERASMUS AKADÉMIA ülése, 2018, június 27, Stuttgart, levezette: Karsa Botond



Hubble Ultra Deep Field, 2004

A Hubble-űrteleszkop egyik legszebb felvételén 10.000 galaxis látható a holdkorong kis hányadán. Ezt a gyönyörűséget akarjuk bemutatni. Minden irányban hasonló a látvány, összesen kb. 100 Mrd galaxis létezik. Átlagban mindegyik 100 Mrd csillagot tartalmaz. Csodálatos a technika, amely egy ilyen képet tudott készíteni. A kép mélysége hihetetlen, több mint 10^{23} km. A látvány fenséges és nyugodt. Nem találjuk az okát, hogy miért vitatják el tudósaink, kutatóink ezt a természetes szemléletet. Miért szorgalmazzák, hogy négy, vagy több dimenzióban kell gondolkozzunk, hinnünk kell sötét, láthatatlan anyagban és sötét energiában, fekete útvesztőkben, mert matematikai egyenleteik ezt követelik? Buzgalmuk érthető, ha először áttekintjük elődeink szorgalmát, mellyel évezredek óta kutatják a választ az emberi sors nagy kérdéseire – honnan, hová, miért? A ma rendelkezésre álló technika hiányában, de génuszi logikával csodálatos pontossággal szép eredményeket értek el.

Heinrich Heine Norderney sziget mólóján írta versét (rövidítve):

Fragen

Am Meer, am wüsten, nächtlichen Meer
Steht ein Jüngling-Mann,
Die Brust voll Wehmut, das Haupt voll Zweifel,
Und mit düstern Lippen fragt er die Wogen
„Oh löst mir das Rätzel des Lebens,
Das qualvoll uralte Rätzel,

Sagt mir, was bedeutet der Mensch?
Woher ist er kommen? Wo geht er hin?
Wer wohnt dort oben auf goldenen Sternen?“

Es murmeln die Wogen ihr ewges Gemurmeln,
Es wehet der Wind, es fliehen die Wolken,
Es blinken die Sterne, gleichgültig und kalt,
Und ein Narr wartet auf Antwort.



Benczúr Gyula 20 évig élt Münchenben, jól ismerte a klasszikusokat és ezt a képét használta ex libriszének. A kérdések a sphynx talapzatán: unde, qvo, cur? Honnan, hová, miért?

És miért ilyen nagy a világ? Miért kell valamit eldugni előlünk? Egy egyszerű példát hozok: ha a legjobb elképzelhető rakétánkkal útra kelnénk, akkor úgy mozognánk az űrben, mintha a földön évente 1 métert tudnánk megtenni. A fürdőszobáig sem elég.

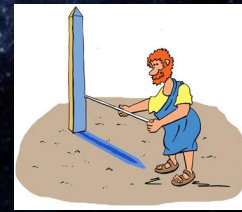
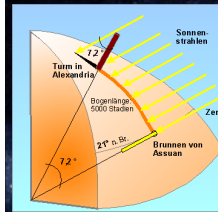
Az ókor és középkor tudósai



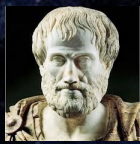
Görög természettudósok és gondolkodók



Erathosthenes aus Kyrene (276-195 Kr. sz. e.)



Arisztotelész (384 – 322 Kr. sz. e.)



Antik asztronómok hittételei: Nyilvánvaló, Meggyőződés, Esztétika

- A föld a világmindenség középpontja
- A csillagok körpályán keringenek
- A csillagok nem földi anyagokból állnak (Quintessence)
- Eget és földet egy mindent áthatoló anyag, az éter hatja át
- A világegyetem, statikus és örök és mindenek felett az istenek állnak (és Arisztotelész)

Új jelek az égen

Das Wesentliche kommt meist auf leisen Sohlen
(Eduard Mörike)

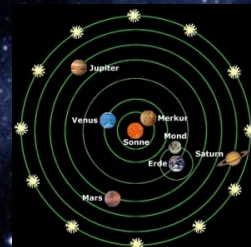
A Julián naptár a 16. évszázadban a 4. évszázadhoz hasonlítva 10 napot késett.

Klemens pápa megbízza Kopernikust a kalendár rendszer átvizsgálásával.

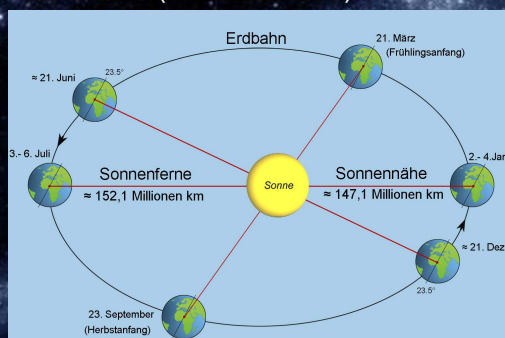
A kopernikuszi fordulat

De revolutionibus orbium coelestium
(„Von den Umdrehungen der Himmelskörper“)

Kopernikusz (1473 – 1543)



Johannes Kepler (1571 – 1630)



17.-ik évszázad kiemelkedő tudósai

Francis Bacon
1561 – 1625



Rene Descartes
1596 – 1650



Galileo Galilei
1564 – 1642



Christian Huygens
1629 – 1695



Giordano Bruno
1548 – 1600



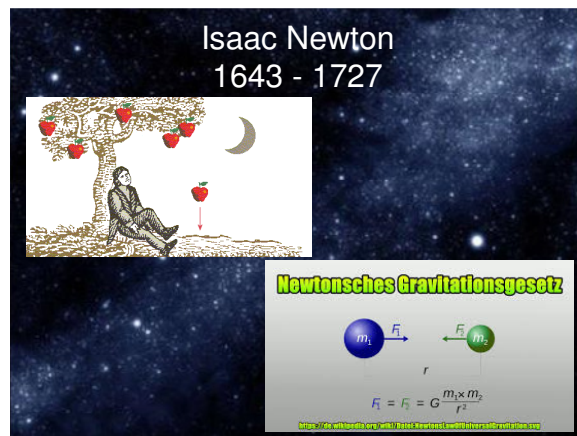
Gottfried Wilhelm Leibniz
1646 – 1716



Isaac Newton
1643 – 1727

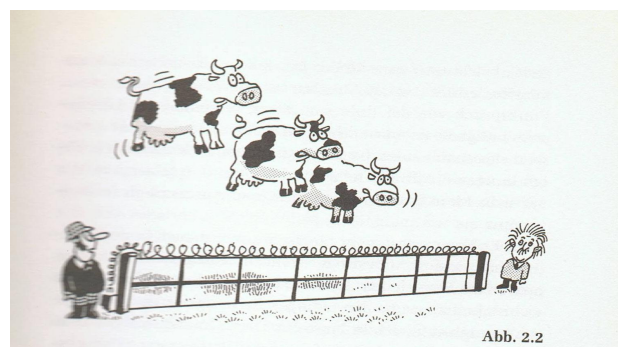
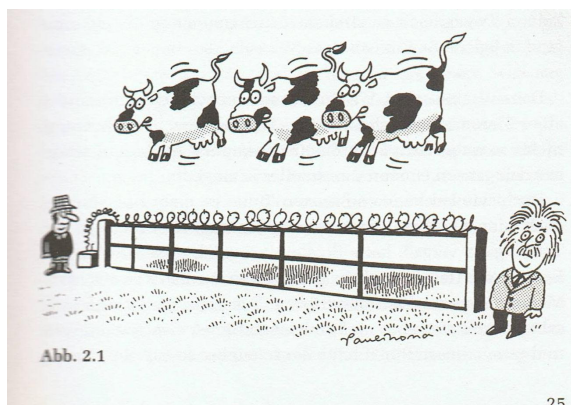


Ezzel ismét lezárult egy éra.
 Arisztotelész *geocentrikus* világképét
 leváltotta a *heliocentrikus* világkép.
 A régi hittételek, bástyák, egymás után
 dőltek:
 A föld nem többé a világ közepe,
 A bolygók nem körpályán keringenek,
 A csillagok nem égi, hanem földi
 anyagokból állnak ...

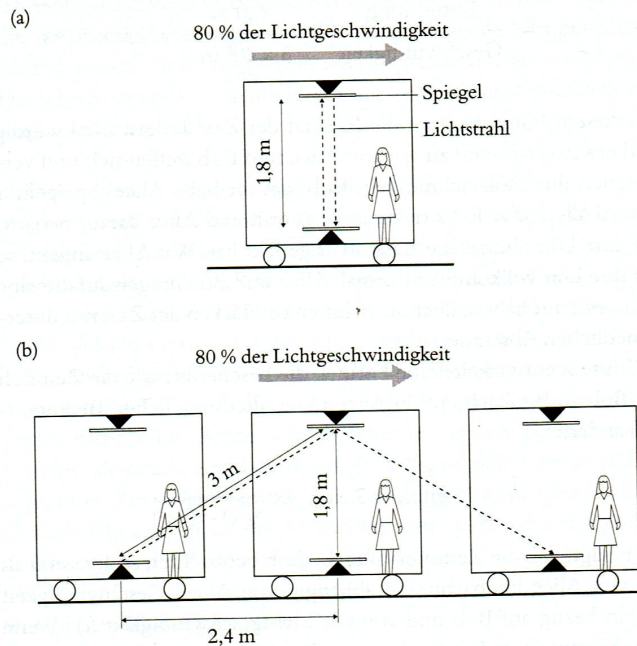


Modern idők

Megérkeztünk a XX. századba és a fiatal Einstein álmodik. Egy korai reggeli erdei séta egy mezőre viszi, egy tehéncsorda legelészik mitsem ügyelve a megrongálódott kerítésekre, átnyúlnak a friss fű után, mert a szomszédé mindig jobb. Látja, hogy a paraszt friss akkuval közeledik és rákötí a drótra. És látja, hogy minden tehén bölgve méltatlankodva egyszerre felugrik. Tovább sétál a paraszt felé és köszönti: Jó reflexei vannak a teheneknek, mindegyik egyszerre ugrott fel. A paraszt csodálkozik és mondja, hogy egymás után ugrottak fel, először a legközelebbi és így tovább. Nem tudtak megegyezni, mindegyikük a saját igazát hangoztatta.



Einstein felébredt, micsoda furcsa álom!? Nem hagyta békén, de mi a magyarázat? Lehetséges, hogy az idő relatív és függ a megfigyelőtől? A fény nagyon gyorsan repül, de nem végtelen gyorsan. Az áram a drótban ugyan azzal a sebességgel folyik. Einstein szemszögéből nézve a paraszt képe, az áram és az első tehén képe egymás mellett repülve egyszerre érnek Einsteinhez, ugyanúgy a második és a harmadik tehén képe, mind egyidőben éspedig Einstein idejében. A paraszt mást lát. Egemás után egy viszfényt sorban és a messze levő tehenektől később. Ha a fény sebessége végtelen lenne, akkor az álom nem így lenne.



Einstein szerette a kigondolt kísérleteket. Alíz egy nyílt vagonban utazik és Bob a vasútállomásról nézi. Alíznál egy különleges óra van, egy u.n. fényóra. Alíz órája ugyanúgy üt vagy jár, ha a vonat áll-, mozog, vagy a fénysebesség 80%-val száguld. Bob viszont mást lát: számára a fény diagonálisan halad, hosszabb utat lesz meg, tehát az óra lassabban jár, szerinte Alíz ideje megnyúlik:

$$\text{idő}_{\text{Alíz}} = \text{távolság/sebesség} = 3,6\text{m}/3 \cdot 10^8 \text{ m/s} = 1,2 \cdot 10^{-8} \text{ s}$$

$$\text{idő}_{\text{Bob}} = \text{távolság/sebesség} = 6,0\text{m}/3 \cdot 10^8 \text{ m/s} = 2,0 \cdot 10^{-8} \text{ s}$$

$$\text{idő}_{\text{Bob}} = \text{idő}_{\text{Alíz}} \cdot \frac{1}{\sqrt{1 - v^2/c^2}} = 2,0 \cdot 10^{-8} \text{ s}$$

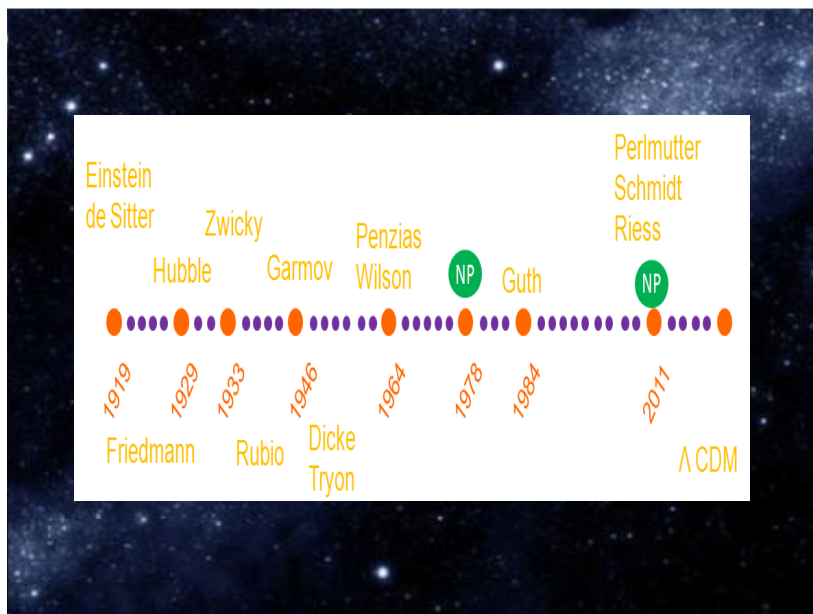
Látható, hogy a képlet a háromszögből származik, Pythagoras után. A gyökkifejezés a relativitás-elmélet minden számítását uralja. Ha egy tárgy eléri a fény sebességét, az idő megáll és a tér megszűnik, a tárgy tömege végtelen nagy.

Einstein egy rövid dolgozatban leírta a speciális relativitás elméletét:

- a fény sebessége abszolút és konstans vákumban
- az idő és a tér relatív, a mozgás sebességétől függően változnak, hosszabbodnak, vagy rövidülnek egy külső szemlélő szerint; az új fogalom a téridő, s ez abszolút, egy negyedik dimenzió (senki nem tudja elképzelni)

A fizika felborult és 100 év óta a szakértők egy része állítja, hogy az időtágulás reális, valódi és minden órával ez történik, hiába pl. hogy csak rúgós óra. Alíz lassabban integet, a szíve lassabban üt. Hasonló képletből következik, hogy a tér és a tárgyak zsugorodnak. De eddig még senki nem merte leírni, hogy barátnőnk egy űrutazás után összezsugorodva érkezik vissza a földre, de arra fogadnak, hogy fiatalabb, mint a földön maradt ikerestvére (ikerparadoxon).

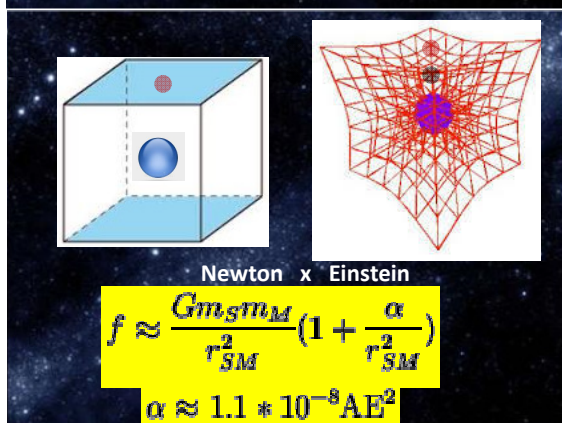
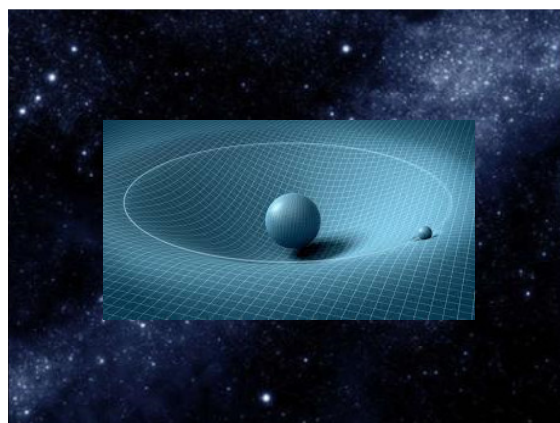
A szimpatikus űrhajós Ulrich Walter, kiszámolja nekünk, hogy a két effektus következtében csak évek kelljenek hozzá, hogy átszeljük a tejutat (100.000 fényév széles) és még viszonylag fiatalon visszaérünk. Egy kritikus szerint ott a hiba, hogy egy megfigyelt jelenség hirtelen realizálva lett (Realisation -des Beobachtungseffektes).



Ha körülnézünk a 10-es, 20-as években, látjuk, hogy a fizika virágzik (Planck, Bohr, Rutherford, Einstein, Heisenberg, Hahn, Curie, Schrödinger), a Kvantumteória, a rádióaktivitás, stb. A csillagászat is szépen fejlődik, a kozmológia viszont kezdetleges, nem elismert tudomány. A századfordulón általánosan elfogadott model, az „Örök statikus világegyetem“ megroppant és két új modell vetélkedése, úgymond harca indult meg. Friedmann, egy teljesen elszigetelten élő orosz matematika-

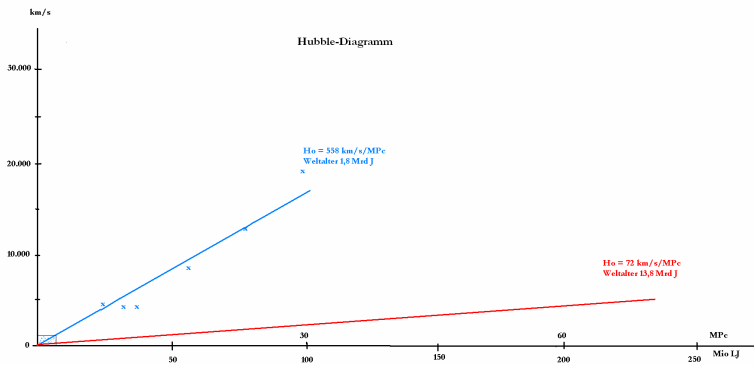
tikus volt az első, aki egy dinamikusan táguló kozmoszt fogalmazott meg 1922-ben. Einstein maga sem volt elégedett és nehéz, keserves munkával 10 év alatt megalkotta az általános relativitás elméletét kombinálva a téridőt a gravitációval azaz az anyaggal. Itt kicsinek bizonyult a föld és a naprendszer, kísérleti területe az egész világűr lett. Feláldozta végleg a vizuális elképzelhetőséget, alig lehet őt követni. A Newton-i almából a 4 dimenziós tér görbülete lett.

A fenti ábra Einstein óta eltelt 100 év állomásait mutatja és még ma is elválaszthatatlan az általános relativitáselmélettől. A brit F. Hoyle sikertelenül küzdött „állandó állapot“ elméletével a „big bang“ ellen, s gúnyos megjegyzése a győztes teória nevét adta. A zöld jelzés NP két nobeldíj időpontja, a háttérsugárzás és a gyorsuló tértágulás felfedezőit tüntették ki. ΛCDM magyar jelentése: hideg sötét energia és anyag.



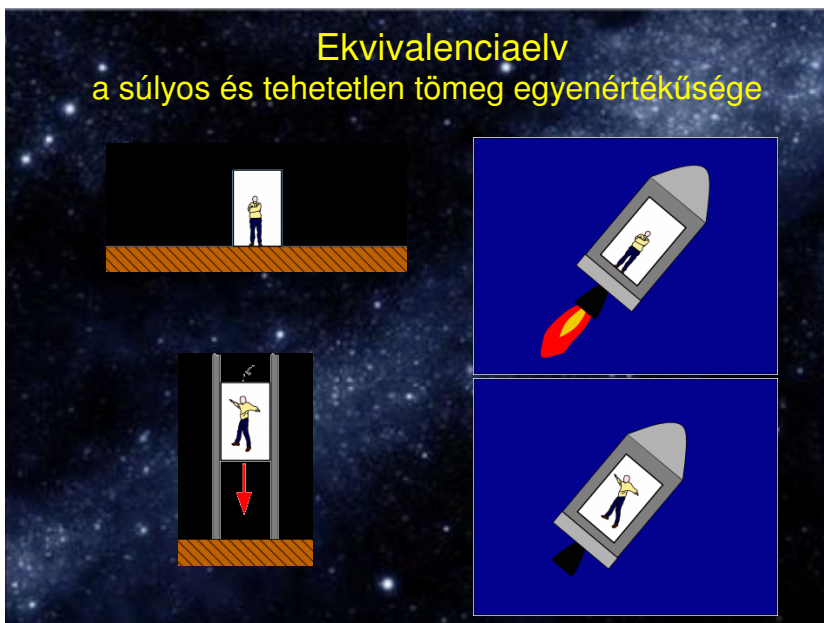
A kép a Newtoni és Einstein geometriáját mutatja. A jobboldalon a golyó a tér görbülete folytán közelebb kerül a centrumhoz és nagyobb erő hat rá. Az egyenlet ezt a többleterőt mutatja, Newton egyenlete kiegészül Einstein hozzáadásával. Egyszerű szavakkal: „az anyag jelzi a térnek, hogyan görbüljön, s utána a tér vezérli az anyag mozgását“ (AE = Astronomische Einheit = 150 Mio km, a nap és a föld távolsága).

A világűr felméréséhez hiányzott a collstok. Ezt a mérőezközt adta kezünkbe két csillagász, Henrietta Leavitt és Edwin Hubble. Egyikük jól megsaccolta az Andromeda-ködben a változó csillagok, az u.n. Cepheidek távolságát (nagyon komplikált), másikuk bevetette a fotográfiát és a spektroszkópot. Ezzel a nagyon hasznos műszerrel már a XIX. százatban dolgoztak a tudósok. A hidrogenatom spektruma jellegzetes sötét vonalakat mutat – minden csillagban van belőle elég – és a távoli csillagok, de különösen az egyre több galaxis felfedezése után mért spektrumokban elvannak tolódva a hosszabb hullámhossz felé, tehát a vörös oldalra. Mindenki ismeri a földi jelenséget, hogy a Martinshorn hangja közeledve magasodik, távolodva mélyebb lesz. Ez a Doppler-effektus. Ezt Hubble is tudta és Doppler képletét felhasználva átszámolta a fotográfált spektrumokban a eltolódás értéket egy távolodási sebességre. A diagrammban látható a sebesség és a Leavitt és mások által mért távolság összefüggése. Minden pont egy galaxis. Az összefüggés nem túl jó, további mérések következtek még távolabbi csillagrendszerekben (1931).



Az egyenes meredeksége az u.n. Hubble-konstans (állandó), reciprokok értéke a világűr életkora, amennyiben hiszünk az ősrobbanásban. Az 1931-es mérésekből csak 1,8 Mrd év következik. Ez kevesebb, mint a földön mért kőzetek életkora. Azóta fokozatosan pontosították a méréseket, különösen fontosnak bizonyultak távoli szupernovák megfigyelése és távolságuk meghatározása fényességükből. A ma elismert életkor 13,8 Mrd év.

A vörös eltolódás és a Hubble-diagramm ezen egyszerű magyarázata régóta vitatott. Egyikünk (Marosi László) hamarosan jelentkezni fog egy új szemlélettel és dimenziókkal.



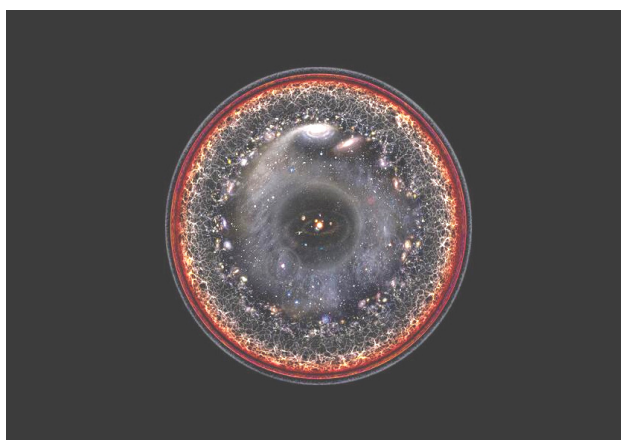
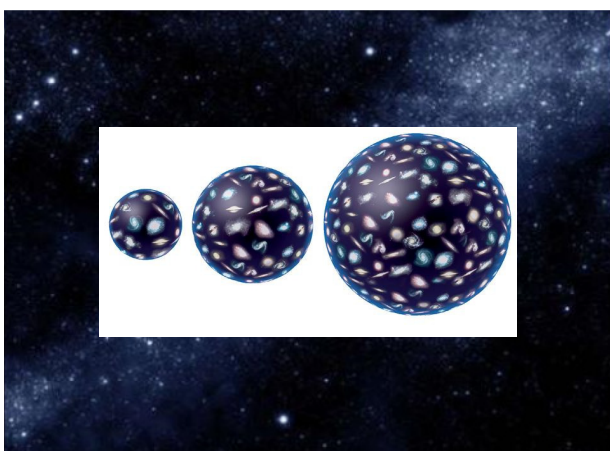
Az ekvivalenciaelv a relativitáselmélet egyik kiindulópontja. Súlytalanságot csak akkor észlelünk, ha kizárólag gravitativ gyorsulás áll fenn, azaz szabadon esünk (balra lent a földön, jobbra lent az űrben). Súlyunkat érezzük, ha a földön állunk, vagy rakétánkkal gyorsulunk, vagy fékezünk (fent).

A világ kémiai összetétele meglepően egyoldalú: 10.000 hidrogénatomra 1.000 hélium, 6 oxigén, 1 szénatom és az összes többi elemből 1 rész esik. A csillagok energiaforrása a magfúzió (hidrogén --> hélium), szinte kifogyhatatlan. Az elemek a csillagokban keletkeztek magas nyomás és hőmérséklet alatt és szétszóródtak a világűrben felrobbanásuk következtében.

Einstein nevéhez fűződik a fizika legismertebb egyenlete, itt a dimenziókkal együtt vizsgáljuk:

$$E [\text{kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^2] = M [\text{kg}] \cdot c^2 [\text{m}^2/\text{s}^2]$$

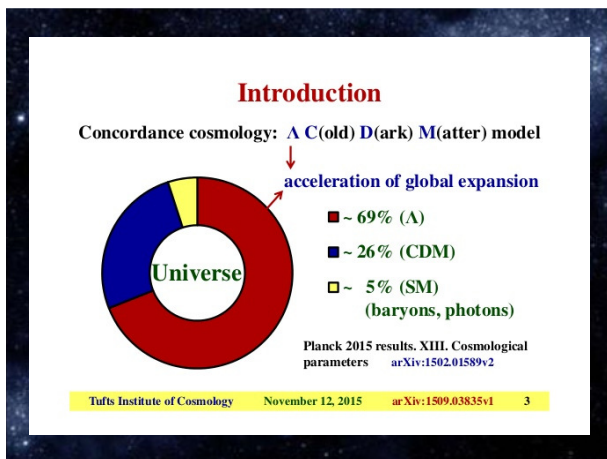
A tömeget egy négyzetére emelt sebességgel kell megszorozni. Einstein a Speciális Relativitás-elmélet keretében a fény sebességét, mint állandót választotta. A faktor magas értéke miatt 1 g anyag energiatartalma $9 \cdot 10^{13}$ Joule-nak ($2,5 \cdot 10^7$ kWh) felel meg. Az uránbomba robbanásakor ennek az energiamennyiségnek csak 0,1 %-a szabadul fel. A fúzió esetében is csak 0,7 %-a nyerhető, de ez is több tízmilliárd évre elegendő.



Van-e emberi ésszel felfogható elképzelésünk a világűrről? Az első kép az u.n. ballonmodell: az űr a háromdimenziós felülete egy magasabb dimenziós ballonnak. A galaxisok, vagy galaxishalmazok nem mozognak, hanem a tér tágul közöttük korlátlan sebességgel. A második kép logikus gondolkozásunkhoz közelebb áll. Egy olasz képzőművész (P.C. Budassi) komponálta a modern ismeretek alapján. A mérték logaritmikus, közepén a naprendszer. Jól kivehető a háttérsugárzás, mely röviddel az ősrobbanás után szabadult fel, s most az űr pereméről érkezik mindenhez, hozzánk is. Oka egy egyszerű kémiai reakció, egy proton és egy elektron egyesülése hidrogénné. A háttérsugárzás felfedezése egyik támasza az ősrobbanás-elméletnek. Az űr átmérője a képen 90 Mrd fényév a ma érvényes számítás szerint. Téves lenne $2 \cdot 13,8$ Mrd fényévvel számolni, mert a tér közben kiterjedt.

Van máshol is élet? Biztosan van, a bizonyíték, hogy mi vagyunk itt a földön. Hírt küldeni rengeteg energiába kerülne, tehát egyelőre hallgatódzunk, már 30 éve, semmi hír nem jött. Valószínűleg sosem fogunk értekezni. Az anthropikus szemlélet szerint „nem kell csodálkozzunk, hogy vagyunk és a világ olyan, mintha direkt nekünk készült volna, mert ha nem így lenne, akkor nem lenne senki, aki csodálkozna, hogy mi nem létezzünk.“ (U. Walter)

„A relativitáselméletben is vannak megoldatlan kérdések, és bármennyire is sikeresnek mondható, mégsem állítjuk róla, hogy ez egy végleges elmélet lenne. A newtoni paradigma több 100 évig sikeres volt és megdönthetetlennek látszott, mégis maga Newton is látta a problémát, amit távolbahatásnak hívtunk. Ez a probléma, vagyis, hogy mi a gravitáció végső forrása és hogyan működik, ez a mai napig nincs megválaszolva, még az einsteini paradigma szerint sem.“ (Tuareg/net)



A XXI. század elején elméleti fizikusaink szerint az eddig nyilvántartott és észlelhető anyag és energia csupán 5 %-a kozmosz sejthető tartalmának. Utóbbi mérések szerint az űr tágulása gyorsul, melyet a sötét és felismerhetetlen energia jelenlétével magyaráznak. Az ugyancsak hipotétikus sötét anyag a matematika szerint szükséges a galaxisok stabilizálásához. Einstein lambdája visszaköszön, a száz éve elvetett éterelmélet is újra népszerű.

Képszerkesztés: Marosi Andrea

Irodalom:

J. Magueijo: Schneller als die Lichtgeschwindigkeit, 2003

S. Singh: Big bang, 2007

A. Guth: Die Geburt des Kosmos aus dem Nichts, 1997

U. Walter: Im schwarzen Loch ist der Teufel los, 2017

L.Á. Marosi: Licht oder dunkle Materie, 2006