

**GAZDAG LÁSZLÓ**

**RELATIVITÁSELMÉLET ÉS  
SZUPERFOLYÉKONY VÁKUUM**

**(AVAGY A BÖLCSELET ALKONYA)**

„Szeresd, aki az igazságot keresi!  
De óvakodj attól, aki már megtalálta!”

## TARTALOM

**In medias res (A dolgok közepébe vágva)**  
**Egy kísérlet, amely megváltoztatta képünket a világról**  
**Einstein relativitáselmélete**  
**Louis de Broglie *anyag* hullámai**  
**Relativisztikus tömegnövekedés, idődilatáció, hosszkontrakció**  
**A tér és az idő is szemcsézett**  
**Szuperfolyékonyság és szupravezetés**  
**Hullámterjedés a szuperfolyékony héliumban**  
**Mi van, ha a vákuum szuperfolyékony?**  
**Milyen sűrű az éter(vákuum)?**  
**Dirac tengere**  
**A kölcsönhatások hidrodinamikai modellje**  
1. Gravitáció  
2. Elektromágneses kölcsönhatás  
    A gravitomágneses hullám  
3. A magerők és a gyenge kölcsönhatás  
**Az elemi részecskék állatkertje**  
A leptonok  
A kölcsönhatásokat közvetítő bozonok  
A virtuális részecskék  
**Kvantumszín dinamika: QCD (Quantum Chromodynamics)**  
Kvarkok és gluonok  
A kvarkok „íze”, „zamata”  
A kvarkok színe  
**A három vákuumbozon**  
**A mikro-és makrovilág törvényeinek összekapcsolása**  
Miért kering az elektron az atommag körül?  
A Newton-egyenlet módosítása  
Szuperfolyékonyság makroméreteken!  
**Kvantált örvények hordozzák az információt**  
**Filozófiai következmények**  
**Irodalomjegyzék**

## **In medias res (A dolgok közepébe vágva)**

E könyv elejéről elmarad a Bevezetés, vagy az Előszó, azonnal a problémahalmaz kellős közepén találja magát a kedves olvasó.

A teremtés titka c. könyvemben (Alexandra Kiadó, 2004.) még bonyolult matematikai apparátust vonultattam föl, gondolva a profi fizikusokra. Nem sok értelme volt, csupán haragjukat vívtam ki magam ellen. Szinte az '50-es éveket idéző módon következett be megtámadtatásom. A „Szkeptikusok Társasága”, élén B. Gy.-val, nem mert szemtől szembe „kiállni”, hanem egy kis debreceni sarzsit toltak maguk elébe. Az illető a kiadónál követelte könyvem bevonását a polcokról, és bezúzását, hangsúlyozom, az '50-es években éreztem hirtelen magam. Több szót nem is érdemes erre a kérdésre vesztegetni.

Nézzük inkább, hogy milyen alapvető filozófiai és elméleti fizikai kérdésekről lesz szó e mostani könyvemben!

Van-e éter? Mi a vákuum? Azonos elméleti alapra hozhatók-e az alapvető kölcsönhatások, vagyis egyesíthetők-e ezek a kölcsönhatások? Lehet hogy csak három alapvető kölcsönhatás van a ma ismert négy helyett?

Hogyan értelmezhető a híres Michelson-Morley kísérlet (1887), ha az éter egy szuperfolyékony közeg, és nem hagyományos közeg? Lehet-e a fénysebességnél nagyobb sebesség?

Van-e Isten? Van-e élet a halál után? Leválhat-e a lélek a testről, az agyról halálunk után, és önálló létbe kezdhet-e?

Teremtette-e valaki, valami a világot, vagy örökkön volt és örökkön lesz? Végtelen-e az Univerzum térben és időben?

A világ anyag és anyagtalan lélek egysége, vagy csak az örök fejlődő, mozgó matéria létezik?

Adható-e természettudományos magyarázat a transzcendentális jellegű kérdésekre? Netán adható-e kifejezetten materialista magyarázat a testről leváló lélekre, az isteni princípiumra? (Félreértés elkerülés végett itt most nem *cáfolatra* gondolok, ellenkezőleg, az említett szubsztanciák létének természettudományos alátámasztására, igazolására!)

Ilyen, és ehhez hasonló kérdésekkel fogunk foglalkozni e könyv lapjain.

Az emberi bölcsélet, tehát a filozófia nagy kérdései ezek, valamint a vallásoké, tehát a hité is egyben, hiszen a bölcsélet történetén végighúzódik annak a heroikus erőfeszítésnek a folyamata is, ahogy a (legnagyobb) bölcselők és teológusok megpróbálták magyarázni a világot, igazolni, vagy cáfolni logikai érvekkel Isten és a túlvilág létét.

A modern elméleti fizika, a kvantummechanika, a relativitáselmélet legújabb eredményei megnyitják, megnyithatják a gondolkodás előtt az utat a transzcendentális problémák racionális magyarázata irányába? Végbemehet a Nagy Szintézis, vagyis a hit és tudomány egyesítése, a materialista és az idealista bölcséleti áramlatok egyesítése?

Bebizonyosodhat, hogy mindezek (a vallások, a materialista, ateista és idealista filozófiai áramlatok) a lét egyik, vagy másik *létező* oldalát ragadták csupán ki, nem véve tudomást a másik, ugyancsak *létező* oldalról?

Létezik tehát a világ egyik „oldalaként” az általunk közvetlenül (érzékszervileg) megtapasztalt, illetve műszereinkkel vizsgálható anyagi valóság, a mozgó, változó, fejlődő matéria, és létezik ugyanakkor ezzel szemben a világ másik oldalaként valami szellemi szubsztancia?

Esetleg e más(ik) világ, tehát a szellemi oldal mégis azonosítható valamiféle *anyagival*, és a testről leváló lélek, ezáltal a „túlvilág”, netán egy isteni princípium ennek az anyagi szubsztanciának a működéséből, tulajdonságaiból levezethető?

Nos, a modern fizika egyik nagy talánya a vákuum, amelyet már régen nem a „semmivel” azonosítanak. A hatalmas részecskegyorsítóknak bizony megnyilvánul ez a vákuum, amikor energia befektetéssel különböző részecskéket „emelnek ki” belőle.

És mi van akkor, ha a vákuum, amelyben világunk mozog, egy olyan közeg (tehát anyagi valóság, és nem „semmi”) amely agyunkkal kölcsönhatásban van, és e kölcsönhatás eredménye a psziché, a tudat, a lélek? Másként fogalmazva: tudatunk az agy egyfajta háromdimenziós hologramlenyomata<sup>1</sup> ebben a vákuumkontinuumban. Akkor a lélek, a tudat le is válhat az agyról, létrehozójáról, és önálló mozgásba, létbe kezdhet halálunk után? Mégis van „túlvilág”, és erre teljesen természettudományos, netán *materialista* magyarázat adható?

Azt is látni fogjuk, hogy nem valamilyen statikus és mechanikus lenyomatról van szó a vákuumban, hanem – e könyv szerzőjének véleménye szerint – bonyolult, dinamikus mechanizmusról: nagyon parányi, szubatomi méretű örvények bonyolult rendszere hordozza az információt a vákuummezőben, akár a számítógép mágneses memóriájában a parányi mágneses mezők.

Könyvemben lesznek matematikai képletek, de ezek átugorható, megértésükre nincs szükség, tehát a könyv logikájának követése nem tételez föl magasabb fokú matematikai tudást. Inkább érdekességként közlöm a képleteket. Amelyek értéke mégis szükséges, azok az általános iskolás tankönyvekben már szerepelnek, mint például Newton gravitációs erő törvénye, vagy Coulomb elektromos erő törvénye.

---

<sup>1</sup> E gondolat László Ervintől származik, lásd: *Kozmikus kapcsolatok* c. művét! Magyar Könyvklub, 1996.

Ne felejtsük el, hogy Einstein speciális relativitáselméletének megértéséhez is elegendő az egyszerű gyökvonás ismerete!

Könyvem alcíme: A bölcelet vége. Francis Fukuyama a történelem végéről írt<sup>2</sup>, amely szerinte eljött azzal, hogy a szocializmus, a szovjet tömb összeomlott. Nos, úgy tűnik, mintha „a” történelem valahogy mégsem akarna véget érni, mintha „folytatódna”...

Wilhelm Friedrich Hegel (1770-1831) úgy gondolta, hogy a bölcelet (filozófia) fejlődése véget ért, tetőzött az ő életművével, miután az Abszolút szellem megismerte önmagát, és ez az (ön)megismerés éppen a roppant szerény Hegel koponyájában ment végbe. Persze Hegel után volt még néhány nagy gondolkodó, elég, ha Karl Marxot (1818-1883), Friedrich W. Nietzschét (1844-1900), vagy Henri Bergson (1859-1971) említem.

Viszont ha sikerül bizonyítani, hogy tudatunk visszamarad halálunk után a vákuumban, valamiféle lenyomatként, hogy önálló létezésbe kezdjen, és innentől kezdve a transzcendentális (túl)világ természettudományos igazolást nyer, sőt, bizonyítható, hogy az ősrobbanás a világ bibliai teremtésével azonosítható, akkor föltehetjük a kérdést: szükség van-e még bölceletre? Elvégre ezzel „mindent” megoldottunk, nem maradt nyitott világnézeti probléma, a bölcelet története lezárul.

Akár így érzi majd az olvasó, akár nem, ígérem, hogy izgalmas utazás lesz e könyv elolvasása. És ha csupán annyi lesz az „eredménye”, hogy az olvasó abban is elbizonytalanodott, amiben eddig teljesen bizonyos volt, akkor már megérte. Tudniillik megírni ezt a könyvet...

Hogy elolvasni megérte-e? Mármint az olvasónak? Erre a végén neki kell választ adnia.

---

<sup>2</sup> Francis Fukuyama: A történelem vége és az utolsó ember. Európa K. 1994.

## Egy kísérlet, amely megváltoztatta képünket a világról

A XIX. századi fizika nagy problémája volt a fény természete. Hogyan lehet az, hogy a fény áthatol a vákuumon, például a világűr mérhetetlen terén, és látjuk a csillagok fényét? Holott a fény hullám, mert hullámtulajdonságokat mutat, például az interferenciát, de a hullám mindig valamilyen közeg rezgése. Márpedig a vákuum nem közeg, hanem maga a „semmi”, a korabeli, XIX. századi fizika álláspontja szerint, és ugyebár a *semmi* nem rezeghet.

Bevezették hát az „éter” fogalmát, ami egy szuperfinom, súrlódásmentes, és abszolút mozdulatlan közeg, valamiféle folyadék, vagy inkább gáznemű. Ebben mozognak a bolygók, de mivel „szuperfinom”, nem súrlódnak vele, nem fékeződnek le, és nem esnek bele a Napba. Ennek az éterközegnek a rezgése lenne a fény. Egyben miután ez abszolút mozdulatlan közeg, mindenfajta mozgást hozzá lehet viszonyítani. Ez egybevágott Isaac Newton (1643-1727) *abszolút terével* és *abszolút idejével*, amely elgondolás akkor még magától értetődő evidenciának tűnt a fizikában. Eszerint a tér egy végtelen, oldal nélküli doboz, amelyben léteznek az anyagi világ dolgai, az idő pedig a tér bármely pontján mindig ugyanúgy telik.

Igen ám, de az is ismert volt már, hogy a fény transzverzális hullám, amelynek lényege, hogy a kitérés merőleges a terjedési irányra. Transzverzális hullámot akkor kapunk például, ha egy madzagot kikötünk valahová, majd a másik végét megfogjuk, és föl-le rángatjuk.



De transzverzális hullámok csak szilárd közegben terjedhetnek, gázokban és folyadékokban nem. Miféle szuperfinom közeg (folyadék, gáz?) az, amely ugyanakkor a szilárdságig kemény?

A hullámok másik fajtája a longitudinális hullám, amely gázokban és folyadékokban terjed, és amelynél a kitérés iránya és a haladás iránya megegyezik. Vagyis a longitudinális hullámnál – ilyen a hang például a levegőben – sűrűsödő és ritkuló szakaszok váltják egymást, és haladnak tova a térben:

.....

Az étert valahogyan szerették volna kimutatni, ezért aztán a fizikusok valamiféle kísérletet próbáltak kiötni.

Albert Abraham Michelson (1852-1931, Nobel-díj: 1907) és Edward William Morley (1838-1923) 1887-ben elvégezték a híres Michelson-Morley kísérletet, amelyhez fogható hatású kísérlet talán csak Galileo Galilei (1564-1642) híres szabadesés kísérlete volt a XVII. század elején, ha hinni lehet a hagyománynak, a pisai ferde toronyból.

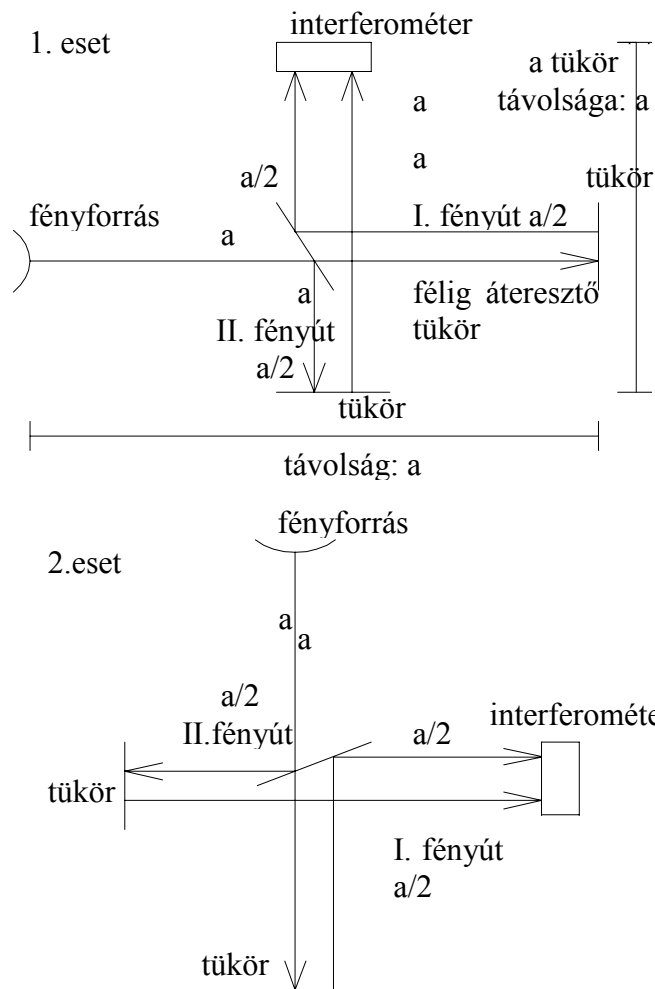
Michelson abból indult ki, hogy a Föld 32 km/s sebességgel halad a Nap körüli pályáján. Ha egy fénysugarat elindítunk e haladási iránnyal megegyezően, akkor a fény 300 000 km/s-os sebességéhez hozzáadódik a 32 km/s, ami ugyan kicsi a 300 000 km/s-hez képest, de már kimutatható. Nem mindegy, hogy valami 300 000 km/s sebességgel, vagy 300 032 km/s sebességgel halad.

A sebesség összeadódás jelenségét azzal a példával érzékelhetjük, hogyha valaki egy 100 km/h sebességgel haladó vonaton eldob egy labdát előre, mondjuk 10 km/h sebességgel, akkor a labdát, egy töltésen álló megfigyelő 110 km/h sebességűnek fogja találni. Ha a labdát visszafelé dobjuk el 10 km/h sebességgel, akkor viszont ez a sebesség levonódik, és a labda 90 km/h sebességgel halad a töltésen álló megfigyelő szerint a vonat haladási irányával megegyező irányban.

A fény esetében hogyan lehet ezt a sebességkülönbséget megmérni? Úgy, hogy elindítunk egyszerre két fénysugarat, az egyiket a Föld haladási irányával egyezően, a másikat arra merőlegesen. A két fénysugár sebessége között 32 km/s lesz a különbség. A legegyszerűbb, ha egy fénysugarat indítunk el, majd ezt egy féligáteresztő tükörrel kettéosztjuk, egymásra merőleges irányba vezetjük tükrökkel, majd egyesítjük. Miután eltérő lesz a hullámhegyek fázisa az eltérő sebesség miatt, az interferencia jelensége segítségével ez kimutatható egy ún. interferométernek nevezett műszerben.

Michelson és Morley először beállították a fénysugarak útját (a két interferométer kart) úgy, hogy amikor egyesítették a két hullámot újra, akkor nem voltak interferenciacsíkok. Ezután 90 fokkal elfordították a műszer együttest, és várták, hogy megjelenjenek az interferenciacsíkok. És most jött a meglepetés: nem jelentek meg a várt csíkok.

Nézzük meg ezt egy ábrán!



Michelson és Morley elfordították 90 fokkal az interferométer kart, de nem jelentek meg a várt interferenciacsíkok.

Ebből csakis egy valamire lehetett következtetni: a két fénysugár sebessége megegyezett egymással, függetlenül attól, hogy milyen irányban haladtak: a Föld haladási irányával megegyezően, vagy arra merőlegesen.

Gondoljunk vissza az említett vonat – labda kísérletre! Ha két labdát egyszerre eldobunk 10 km/h sebességgel, de az egyiket a haladási iránnyal egyezően (a vonat 100 km/h sebességgel halad), és a másikat a haladási irányra merőlegesen, akkor az előbbi sebességét a töltésen álló megfigyelő 110 km/h-nak fogja mérni, míg az utóbbiét csak 10 km/h sebességűnek.

Ezt a klasszikus sebesség összeadódási elvet nevezzük egyébként első leírójáról Galilei-féle összeadódási elvnek, vagy másképpen Galilei-féle relativitási elvnek.

Viszont a Michelson-Morley kísérletből az következett, hogy a fényre nem igaz a Galilei-féle relativitási elv, vagyis a sebesség összeadódás elve. A fény a forrásának és a megfigyelőnek a mozgásától függetlenül mindig konstans sebességgel mozog. A fizikusok ezt úgy mondják, hogy a fény sebessége minden inerciarendszerben állandó. (Az inerciarendszer olyan koordinátarendszer,

amely vagy nyugalomban van, vagy egyenletes sebességgel egyenesvonalú mozgást végez. Nem inerciarendszer például a gyorsuló koordinátarendszer.)

Ez egyben azt is jelentette, hogy el kellett vetni az abszolút mozdulatlan éter-közeg létének gondolatát. Nincs éter, amelynek rezgéseként értelmezhetnénk a fényt!

Ezután következett a Lorentz-transzformáció Hendrik Antoon Lorentztől (1853-1928, Nobel-díj: 1902), aki a Michelson-Morley kísérlet eredményének következményeit tovább gondolta. Azt tartotta, hogy a fizikának a két alapvető szubsztanciával, az éterrel és az érzékelhető anyaggal kell foglalkoznia<sup>3</sup>. A Lorentz-transzformáció az egymáshoz képest mozgó inerciarendszerek között létesít matematikai kapcsolatot. Következése viszont az, hogy föl kell adni a newtoni abszolút idő és abszolút tér fogalmát. Az idő és a tér tulajdonságai függenek a megfigyelő és a megfigyelt objektum egymáshoz viszonyított mozgásától. Ez kellemetlen volt Lorentznek is, mert ő szerette volna „megmenteni” Isaac Newton (1643-1727) abszolút idejét és terét, de ez egyre kevésbé tűnt lehetségesnek.

Valójában egészen idáig a fizika néhány axiómán nyugodott, még akkor is ha nem mondták ki ilyen explicit axiomatikus alakban ezeket. (Axióma = nem bizonyítható, de tapasztalati úton elfogadott, vagy elméleti úton kialakított alapigazság, amelyből a többi származtatott igazság levezethető. Euklédész a Krisztus előtti 3. században axiomatikus alapokra építette föl a geometriát. Bolyai János viszont egyetlen axióma megváltoztatásával egy teljesen más, de az euklédészivel egyenrangú geometriát épített föl 1823-ban.)

Mik voltak a fizika ki nem mondott axiómái?

1. A tér és az idő abszolút, vagyis mindenhol és minden időpillanatban ugyanolyan tulajdonságokat hordoz, ugyanúgy viselkedik a fizikai törvények szempontjából.
2. Minden mozgás egyben abszolút mozgás. A tér abszolút nyugvó helyzetéből következően minden mozgás a mozdulatlan térhez képest értelmezhető. Mint említettem, Newton szerint a világegyetem dolgai úgy léteznek a térben, mint egy végtelen kiterjedésű, oldal nélküli üres dobozban.

Mindebből következett, hogy a fény is engedelmeskedik e két axiómának, vagyis mozgása abszolút jellegű, a teret kitöltő mozdulatlan éter rezgéseként ehhez az éterhez képest való mozgását tudjuk értelmezni. Ezt azonban megcáfolta a Michelson-Morley kísérlet.

---

<sup>3</sup> Simonyi Károly: A fizika kultúrtörténete, 4. kiadás, Akadémiai K., 1998. 348. o.

## Einstein relativitáselmélete

„Egy elmélet sohasem igazolható, csak cáfolható.”

1905-ben az akkor 26 éves Albert Einstein (1879-1955) benyújtotta az *Annalen der Physik*nek „A mozgó testek elektrodinamikája” c. dolgozatát, amelyet a lap le is közölt. Ma ezt a *speciális relativitáselmélet* néven ismerjük.

Einstein a Michelson-Morley kísérlet eredményét és a Lorentz-transzformációt értelmezve megváltoztatta a fizika főnti két (nem hivatalos) axiómáját, a következőképpen:

1. Minden mozgás relatív. Vagyis minden mozgást csak valami más dologhoz viszonyítva tudunk értelmezni. Ez egyben a newtoni abszolút tér fogalmának elvetését is jelentette. Nincs abszolút tér (mint ahogy nincs az azt kitöltő, abszolút nyugvó éter sem), amelyhez viszonyítva a mozgást abszolút jelleggel tudnánk értelmezni.
2. A fény sebessége minden inerciarendszerben állandó. Ez viszont az abszolút idő fogalmának föladását jelentette, mert csak úgy lehetséges a fénysebesség abszolút jellegét elfogadni, ha föláldozzuk az idő abszolút jellegének képzetét. Az idő telése függ a megfigyelő sebességétől.

Vegyük észre, hogy az abszolút tér és idő fogalma helyébe egy újabb abszolút jellegű entitás lépett: a fény sebessége, amelyet a fizikusok  $c$ -vel szoktak jelölni, mivelhogy ez az abszolút *constans* mennyiség a világegyetemben.

Einstein megváltoztatott egy axiómát, mert ennek a régi axiómának ellentmondott az empiria, vagyis egy konkrét (és persze sokszor és sokféle változatban megismételt) kísérlet. De mi van, ha nem jól értelmeztük a Michelson-Morley kísérlet eredményét? Vagy: e kísérlet eredményének vannak (lehetnek!) egymástól eltérő, de egymással egyenrangú (!) magyarázatai? Hagyjuk ezt a kérdést egyelőre nyitva!

Ugyanakkor Einsteinnél a fénysebesség kitüntetett abban az értelemben is, hogy ez egyben mindenfajta (*ismert!*) kölcsönhatás terjedésének *maximális* sebessége. Bármilyen kölcsönhatás (gravitációs, elektromágneses, mechanikus) legfőbb fénysebességgel terjedhet. Nem véletlenül tettem zárójelbe az „ismert” szócskát! Bizonyos, hogy már ismerünk minden létező kölcsönhatást? Korunk fizikája négy alapvető kölcsönhatást ismer: gravitáció, elektromágnesesség, erős kölcsönhatás (magerők) és a gyenge kölcsönhatás. De ne feledjük: Newton korában még csak a gravitációs kölcsönhatást ismerték a négy közül, őelőtte pedig egyiket sem!

De ha ettől eltekintünk, van még egy érdekes probléma! Minden valamirevaló fizikakönyv azonnal meg is jegyzi, hogy a kölcsönhatások sebességének eme elvi (!) maximuma következtében a fénysebességnél nagyobb sebesség nem is

létezhethet. Ez a következtetés, mint majd bizonyítom, alapvető logikai hiba! Nézzük ugyanis az érvet arra, hogy miért nem lehet a fénysebességnél nagyobb sebesség? Azért, mert ha például két rakéta a fénysebességnél nagyobb sebességgel ütközne egymással, akkor nem lenne idő a köztük levő kölcsönhatás létrejöttére. Hiszen a kölcsönhatások maximum fénysebességgel terjednek.

Csak hogy nem lehetséges kölcsönhatásmentes mozgás? Nemcsak lehetséges, de ismerünk is ilyet, kettőt is: a szuperfolyékonyságot és a szupravezetést. Az abszolút zérusfok közelébe (2,17 Kelvin fok alá) lehűtött, ún. szuperfolyékony héliumban a héliumatomok között nincs semmilyen kölcsönhatás, ez a folyadék ellenállásmentesen áramlik, a szupravezetőben pedig az áramló elektronok és a vezető atomjai között nincs kölcsönhatás! A szupravezetőben miért ne haladhatna az elektronok árama akár a fényénél is nagyobb sebességgel? Hiszen kölcsönhatásba nem lépnek a vezető anyagával, bármilyen sebességgel is haladjanak. A szuperfolyékony héliumfolyadékban miért ne haladhatna egymással szemben két héliumatom  $v \geq c$  egymáshoz viszonyított sebességgel? Kölcsönhatásba úgysem lépnek egymással!

Már itt az elején módosítom tehát a relativitáselmélet azon vélt következményét, miszerint nem lehetséges a fénysebességnél nagyobb sebesség. Abból ugyanis, hogy a kölcsönhatások maximális terjedési sebessége a fénysebesség (vigyázzunk, mert ez sem bizonyított!), még nem következik, hogy ne lehetne ennél gyorsabb mozgás. Csupán ilyen esetben nincs a két objektum között kölcsönhatás, mert nincs idő a kölcsönhatás létrejöttére.

Ütközhet egymással két rakéta, két lövedék a fénysebességnél nagyobb sebességgel? Igen, de ekkor nem megy végbe köztük mechanikai, vagy egyéb kölcsönhatás. Ezek szerint ütköznek és mégsem? Valami ilyesmiről van szó! A választ Louis de Broglie anyaghullám elmélete adja!

## Louis de Broglie anyaghullámai

1900 decemberében Max Planck (1858-1947, Nobel-díj: 1918) előállt a kvantumelmélettel, amely szerint az energia is tovább már nem osztható, diszkrét részekből (részecskékből?), kvantumokból áll. Planck az ún. *abszolút fekete test* sugárzás problémáján töprengett, ami akkor már régóta a fizika egyik megoldatlan szfinx-talánya volt.

A testek hőt sugároznak ki magukból, és sikerült észrevenni, hogy ez a hő-sugárzás (amely elektromágneses sugárzás, az infravörös tartományban) nem függ a test anyagától (miből van, pl. vasból, papírból, stb.), hanem csak a testek hőmérsékletétől.

Abszolút fekete testnek olyan testet gondoltak el (a valóságban ilyet nem lehet alkotni), amely az összes fényt, ami ráesik, elnyeli, semmit sem ver vissza. Az ilyen test is sugároz a hőmérsékleti tartományban infravörös sugarakat (ez tehát nem visszavert, kívülről ráeső fény), de e sugárzás spektrumára (frekvencia szerinti megoszlására) nem sikerült összefüggést fölláttatni.

Végül Planck rájött, hogy a probléma úgy oldható csak meg, és önthető egzakt matematikai formába, ha föltesszük: a fekete testből kilépő hőmérsékleti sugárzás kvantált, azaz parányi, tovább nem osztható részecskékből áll.

Sikerült is meghatározni a legkisebb ilyen energiaadag egységének ún. *hatás*-kvantumát:  $6,625 \times 10^{-34}$  Js. (Js = joule-secundum. A J az energia mértékegysége, a Js pedig a *hatás* mértékegysége. A *hatás* fontos mennyiség a fizikában, Einstein például a gravitációs tér és a gravitáló anyag hatásának variációjával építi föl az általános relativitáselmélet híres tenzoregyenleteit 1916-ban.)

Ezt a  $6,625 \times 10^{-34}$  Js értéket másként Planck-állandónak is szoktuk nevezni és  $h$ -val jelöljük. Használják még a Planck-állandó  $\hbar = h/2\pi$  változatát is, ahol a  $2\pi$ -vel való osztás geometriai megfontolásokból következik, pl. mert az atommag körül keringő legközelebbi elektron pályasugarát  $r = 1$ -nek, vagyis egységnyinek vesszük, és így a Planck-állandót az egység sugarú kör területével ( $2r\pi$ , de itt  $r=1$ ) osztjuk. A Bohr-féle pályakiválasztási szabály értelmében az elektron pályasugara csakis a Planck-állandó ( $\hbar$ ) egész számú többszöröse lehet.

Mindezt csak azért írtam le, mert a laikus olvasó gyakran találkozhat ismeretterjesztő művekben azzal, hogy hanyagul használják a Planck-állandó jelölésére mind a  $h$ , mind a  $\hbar$  jelölést, de nem magyarázva meg ezek különbségét.

Einstein 1905-ben, az *Annalen der Physik*ben közzétett cikkében gondolja tovább Planck állítását: ha az energia diszkrét adagokban keletkezik és nyelődik el (és hullámként terjed), akkor ez áll a fényre is, hiszen a fény is energia. Igen egyszerű összefüggést állít föl a fény hullámhossza és a fénykvantum tömege

között. (A fénykvantum, vagy foton nyugalmi tömege ugyan nulla, de nem nyugalmi tömege zérustól különböző.)

$$\lambda = \frac{h}{m \times c}, \text{ ahol } \lambda = \text{hullámhossz}, m = \text{foton tömege}, c = \text{fénysebesség}.$$

Einstein a fényelektromos hatás vizsgálata közben jött rá erre az összefüggésre. Egyetlen Nobel-díját egyébként 1921-ben éppen a fotonelméletért kapta. Bármilyen furcsa, de a relativitáselméletet a Nobel-díj odaítélő bizottság sohasem tartotta érdemesnek a díjra...

Tudománytörténeti érdekesség, hogy maga Planck sokáig nem volt hajlandó elfogadni a fotonelméletet, mert ő, a maga kvantumelméletét nem tartotta valószínűságnak, hanem csupán matematikai segédeszközként kezelte. Amikor Einsteint a Porosz Tudományos Akadémia tagságára jelöli néhány fizikus, Planck köztük van, és szinte mentegeti Einsteint a fotonelméletért, amely úgymond ad abszurdum vitte az ő kvantumelméletét.

1924-ben valaki továbblép az általánosításban. Louis de Broglie (1892-1981, Nobel-díj: 1929) benyújt egy dolgozatot, amely arról szól, hogyha a fény egyszerre viselkedik hullámként (hullám, amikor terjed) és részecskéként (részecske amikor keletkezik vagy elnyelődik), akkor ezt terjesszük ki minden részecskére! Legyen az elektron, a proton is (a neutront még nem ismerték, azt csak 1934-ben fedezi föl James Chadwick) egyszerre részecske és hullám is.

Így általánosította Einstein képletét:

$$\lambda = \frac{h}{m \times v}, \text{ ahol a } v = \text{sebesség (} c = \text{fénysebesség helyébe lép)}.$$

Ugyancsak tudománytörténeti érdekesség, hogy Erwin Schrödinger (1887-1961, Nobel-díj: 1933) kapja lektorálásra a dolgozatot, de ráírja: „zöltség”. Később majd ő lesz, aki a róla elnevezett egyenlet, a hullámmechanika alapegyenlete formájában jelentősen továbbfejleszti de Broglie elméletét.

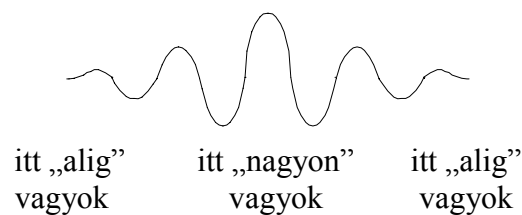
Nos, de Broglie „vad” elgondolása, miszerint valami lehet részecske is, meg hullám is, hamarosan bizonyítást nyert. Egy Clinton Joseph Davisson (1881-1958, Nobel-díj: 1937) nevű fizikus a katódsugárzást (a katódsugár elektron-sugár) vizsgálta 1926-ban, amikor eltört az egyik katódsugárcső, és a drága platínakatód oxidálódott. Hogy megmentésük, fölhevítették, lecsiszolták, majd lehűtötték. Közben azonban a platina anyaga kristályossá vált a hő hatására, és amikor átengedték rajta az elektronokat, akkor az elektronsugár váratlan meglepetésre interferenciaképet mutatott a jelfogó képernyőn. Az elektronok hullámként viselkedtek.

Ma már az iskolás gyerekek is tudják, hogy minden részecske egyszerre hullám és részecske is. Ezt nevezzük részecske – hullám dualitásnak.

De hogy is „működik” ez a részecske – hullám dualitás? Nos, mi van akkor, ha egy részecske áll, mozdulatlan? Mozdulatlan hullám ugyebár nincs. Ekkor bizony a részecske – hullám dualitás megszűnik a részecske csak részecskeként viselkedik. Amikor mozgásba jön, akkor jelennek meg a hullámtulajdonságok. Minél nagyobb a sebessége, annál inkább viselkedik hullámként (is).

Ahogy növeljük a sebességet, egyre kevésbé látjuk diszkrét részecskeként, körülhatárolható anyagsomóként, egyre inkább egy szétfolyó hullámcsomagnak látjuk.

A már említett Schrödinger-egyenlet megoldása értelmében a szétfolyó hullámcsomagként érzékelhető részecskéről csak valószínűségi alapon tudunk valamit mondani, például azt, hogy éppen hol van. Ezt így ábrázolhatjuk:



Ha a sebesség közeledik a fénysebességhez (ezt úgy mondjuk, hogy relativisztikus sebesség), akkor már alig látunk részecsketulajdonságokat, csak egy szétfolyó hullámcsomagot.

Mi van akkor, ha elérjük a fénysebességet? Megszűnik az objektum részecske lenni, elveszti minden részecsketulajdonságát, kizárólag egy szétfolyó hullámcsomaggá válik a megfigyelő számára. És ha túllépünk a fénysebességen? Akkor olyan objektumot látunk, mint a szuperfolyékony héliumfolyadékban a héliumatom: kölcsönhatásra képtelen, észlelhetetlen, szétfolyó hullámcsomagot.

Mi történik, ha két ilyen hullámcsomag találkozik egymással? Megnézhetjük a kádban fürdés közben is: csöpögtessünk két kezünkkel vízcseppeket, és nézzük meg, hogy mi lesz, ha két hullámfront a víz felszínén találkozik egymással. Azt fogjuk tapasztalni, hogy áthaladnak egymáson és folytatják útjukat, mintha nem is lettek volna egymás számára.

Ha tehát két rakéta, vagy lövedék egymással ütközik a fénysebességnél nagyobb sebességgel, akkor atomjaik, elektronjaik, protonjaik és neutronjaik úgy haladnak át egymáson, mint ütköző hullámcsomagok: nem zavarják egymás mozgását, továbbhaladását.

Létezik tehát fénysebességnél nagyobb sebesség, de ilyenkor nincs kölcsönhatás. Egész világok száguldhathatnak át rajtunk, anélkül, hogy mi ezt észrevennénk!

## Relativisztikus tömegnövekedés, idődilatáció, hosszkontrakció

Ugyanakkor az itt leírtaknak ellentmondani látszik az a tény, hogy a részecskegyorsítókban (pl. szinkrotronokban) végzett kísérletekben jól kimutatható az ún. *relativisztikus tömegnövekedés*, vagyis ahogy közelítjük a fénysebességet, úgy növekszik a részecske tömege, és egyre nagyobb energiabefektetéssel egyre kisebb sebességnövekedést tudunk produkálni. Ez annyira igaz, hogy a fénysebességet nem sikerül elérni, nemhogy meghaladni a nyugalmi tömeggel rendelkező részecskékkel, pl. az elektronokkal. Úgy tűnik, igaz, hogy a fénysebességet nem tudják a nyugalmi tömeggel rendelkező objektumok elérni.

Jánossy Lajos (1912-1978) és mások is úgy gondolják, hogy a fénysebesség közelében a részecske már kölcsön hat (súrlódik) a vákuummezővel, és ez fékezi őt le. Hasonló ez ahhoz, amikor egy repülőgép megközelíti a levegőben a hangsebességet, az összetorlódó levegő ellenállása hirtelen, ugrásszerűen megnövekszik, majd a hangsebességet túllépve, újra lecsökken. Jánossy szerint hasonló jelenségről van szó a részecskegyorsítókban is, és egyelőre csak gyorsítóink teljesítménye kevés ahhoz, hogy áttörjük a fénysebesség határt.

Ő az *idődilatációt* is ezzel magyarázta, tudniillik, hogy a fénysebesség közelében lelassulnak az órák, lelassulnak a fizikai (kémiai, biológiai?) folyamatok.

Ezt már bizonyítani tudjuk, hogy így van. A müón, egy elemi részecske, amelynek tömege 207-szer nagyobb az elektronénál, de töltése megegyezik azzal (az ún. leptonok családjába tartozik) normál körülmények között a keletkezése után milliommódszoros perccel elbomlik egy elektronra és egy neutrínóra. A kozmikus sugárzás hatására a felső légkörben keletkeznek müónok, de itt a föld felszínén nem lehetne őket detektálni, hiszen mire elérnék a felszínre, elbomlanának. Mégis eléri a felszínre. Ezt a fizikusok azzal magyarázzák, hogy a Föld légkörébe érkező részecskeáram és a levegő atomjainak ütközésekor keletkező müon relativisztikus sebességgel halad a felszín felé, emiatt az „órája” lelassul, és lassabban bomlik el, mint „illene”. Jánossy szerint a vákuumkontinuummal való súrlódása miatt megnövekszik a közegellenállás, a nyomás, és tudjuk, hogy bizonyos bomlási folyamatok lelassulnak a nyomás növekedésével.

Jánossy a *hosszkontrakciót* szintén ezzel magyarázza. A tárgyak a relativitáselmélet értelmében megrövidülnek a fénysebesség közelében a haladási irányban. Jánossy szerint a vákuuméter egyszerűen összenyomja őket.

## A tér és az idő is szemcsézett

Ahogy a tömeggel bíró anyag, az energia, úgy a tér és az idő is kvantált, szemcsézett, tovább nem osztható diszkrét egységekből áll. Van tehát „tératom” és „időatom”, ha úgy tetszik.

Az idő legkisebb egysége a fizika mai felfogása szerint a  $10^{-24}$  s tartományba esik, vagyis ennél kisebb időegység nincs. Ahhoz, hogy valami, pl. egy új részecske keletkezzen legalább  $10^{-24}$  másodpercre van szükség. Kb. ennyi idő alatt teszi meg a fény a proton átmérőjének megfelelő távolságot. Ennél kisebb időintervallum kevés ahhoz, hogy valami létrejöjjön.

A „tératom” hossza a mai felfogás szerint a  $10^{-34}$  méter nagyságrendjébe esik, ami a proton átmérőjének felel meg. Ne feledjük, hogy például az elektronnak már nincs (mérhető) térbeli kiterjedése, pontszerűnek viselkedik a kísérletekben.

A tér és idő kvantáltsága oldja meg a 2500 éves Zenon-paradoxont. A dél-itáliai eleai filozófiai iskola nagy alakja, Zenon (Kr.e. 490-430) állította föl híres paradoxonjait.

A ránk kilőtt nyílvesző elől nem kell elugranunk, mert a nyílvesző sohasem találhat el bennünket. Ugyanis a nyílvesző először megteszi az út felét, majd a maradék út felét, aztán megint a felét, és így tovább, de mindig lesz valamilyen távolság, aminek előbb a felét kell megtennie, tehát sosem ér oda.

Zenon az időre is alkalmazta logikáját. A nyílveszőnek X időre van szüksége, hogy elérjen bennünket. Először megteszi ennek az időnek a felét, aztán a maradék idő felét, és így tovább. Mindig lesz egy időintervallum még, aminek előbb a fele kell, hogy elteljen.

Ismert Zenon híres „Akhilleusz és a teknősbéka futóversenye” paradoxonja. A gyorslábú Akhilleusz ad pár stadion előnyt a teknősbékának és versenyezni kezdenek. Akhilleusznak előbb oda kell érnie ahhoz a ponthoz, ahonnan a teknősbéka az imént mozdult el. Miután a teknősbéka folyamatosan mozog, mindig lesz olyan pont, ahonnan az előbb mozdult el, és amit Akhilleusznak előbb el kell érnie, így sosem éri utol a teknősbékát.

Zenon még folyamatosnak, és végtelenül oszthatónak hitte az időt és a teret. Ha viszont van „időatom” és „tératom”, vagyis legkisebb, tovább nem osztható időtartam és térrész, akkor a Zenon-paradoxon megoldódott, tehát nem paradoxon többé. Nem végtelenszer felezhető távolság és időtartam választ el bennünket a felénk kilőtt nyílveszőtől, hanem nagyon is véges, diszkrét, tovább nem osztható részekből álló időtartam és távolság. Ezért mégiscsak javasolható, hogy ugorjunk el a ránk kilőtt nyílvesző elől.

Ha egy objektum egy másik objektummal a fénysebességnél nagyobb sebességgel ütközik, akkor nem jön létre közöttük kölcsönhatás. Ne feledjük el, ha két autó ütközik, akkor is a két autó atomjai, sőt, atomjait alkotó még kisebb részecskéi, tulajdonképpen az elektronhéjakon levő elektronok lépnek egymással kölcsönhatásba.

## Szuperfolyékonyság és szupravezetés

1908-ban Heike Kamerlingh Onnes (1853-1926, Nobel-díj: 1913) holland fizikus előállította a folyékony héliumot 4,2 Kelvin fokon. (A Kelvin-skála kezdőpontja az abszolút zérusfok, ahol már az atomok sajátrezgése is megszűnik. A Celsius skálán -273,16 fok. Lord Kelvin W. Thomson, 1824-1907 vezette be.)

Kamerlingh Onnesnek az volt a mániája, hogy mindent lehűtött, ami a keze ügyébe került, éspedig minél jobban. 1911-ben aztán ebből két fölfedezés is született: a szupravezetés és a szuperfolyékonyság.

Az abszolút zérusfok közelébe lehűtött vezetőben az áram ellenállás nélkül keringett, veszteség nélkül. Ha egyszer működésbe hozzák az áramkört, ki is lehetett kapcsolni, az áram végtelen ideig kering a vezetőben, mindaddig, amíg az alacsony hőmérsékletet fönntartjuk. Furcsa, nem? A tömör fémvezető anyaga olyan az elektronfolyadék számára, mintha nem lenne, mintha maga lenne a vákuum. Emlékszünk még, hogy a XIX. század éterének milyen két ellentétes tulajdonságot kellett volna egyesíteni? Abszolút „finomnak” kellett volna lenni, mert benne a bolygók ellenállásmentesen, súrlódásmentesen haladnak, és nem lassulnak le, ugyanakkor a szilárdságig keménynek kellett volna lennie, mert benne a fény transzverzális hullámként terjed, márpedig transzverzális hullámok csakis szilárd közegekben terjednek.

Az elektronok számára a szupravezető „produkálta” az éter ellentétes, egymásnak ellentmondó tulajdonságait!

Kamerlingh Onnes a héliumfolyadékot is próbálta tovább hűteni, sikerült is lemennie 2,17 K fok alá, és ekkor szintén meglepő dolgot tapasztalt: a gázalmazállapotúnál nyolcszázszor sűrűbb héliumfolyadék ritkább közegként viselkedett, mint a nyolcszázszor ritkább gáz, mégpedig végtelenszer ritkábbnak, olyanak, mint a vákuum, a „semmi”. A héliumatomok súrlódásmentesen áramlanak az ilyen folyadékban, és a beléjük merített test is ellenállásmentesen mozog benne. Gondoljuk meg, hogyha egy termet megtöltünk egy atmoszféra nyomású, szobahőmérsékletű héliumgázzal, akkor a benne röptetett repülő makettet az aerodinamika szabályainak megfelelően kell megterveznünk. Figyelembe kell vennünk a légellenállást, stb.. Ellenben ha a nyolcszázszor sűrűbb szuperfolyékony héliummal töltjük meg ugyanezt a termet, akkor nem kell figyelembe vennünk az aerodinamika szabályait, bármilyen alakú repülő szerkezetünk úgy mozog e közegben, mint egy űrszonda a világűr vákuumában, a maga ágas-bogas antennáival, szögletes formáival.

Tehát egy, a gáznál jóval sűrűbb közeg viselkedik úgy, mint a vákuum. Kamerling Onnes növelte a nyomást, és 26 MPa (MegaPascal) értékig megmaradt a szuperfolyékonyság. Efölötti nyomáson a hélium megszilárdult és elvesztette

szuperfolyékony jellegét. Megint csak emlékeztetnék rá, hogy a szuperfolyékony hélium már „majdnem” produkálja az éter ellentétes tulajdonságait: egyszerre szilárd és szuperfinom. Annyiban csak „majdnem”, hogy egyszerre sűrű folyadék és mégis szuperfinom.

## Hullámterjedés a szuperfolyékony héliumban

Pjotr Leonyidovics Kapica (1894-1984, Nobel-díj: 1978) foglalkozott sokat a szuperfolyékony hélium tanulmányozásával, e téren elért eredményeiért is kapta a Nobel-díjat.<sup>4</sup>

Legérdekesebb megfigyelése az volt, hogy a héliumban különböző sebességű hullámok terjedhetnek. Gondoljuk meg, hogy egy adott közegben a hullám terjedési sebessége mindig állandó. Ami változhat, az a hullámhossz (és annak reciproka, a frekvencia, vagyis a rezgésszám), illetve az amplitúdó, tehát a rezgés intenzitása. Ha suttogunk, vagy kiabálunk, a hanghullám nem halad se gyorsabban se lassabban, csupán az amplitúdó (kilengés) mértéke változik. Ha mély hangon beszélünk, akkor hosszabbak a hanghullámok (kisebb a frekvencia), ha magas hangon, akkor rövidebbek (és nagyobb a frekvencia).

Ismert a Doppler-hatás<sup>5</sup>, amikor közeledik felénk egy vonat, akkor egyre magasabbnak halljuk a fűtyszót, mert egyre több hanghullám éri el fülünk dobhártyáját egységnyi idő alatt, vagyis növekszik a frekvencia, csökken a hullámhossz. Amikor távolodik a vonat, akkor a fűtyszó egyre mélyül, mert ellenkező folyamatokat tapasztalunk: csökken a rezgésszám, növekszik a hullámhossz. De a hanghullám sebessége nem változik!

A fény esetében is létezik a Doppler-hatás. A távoli galaxisok sebességét a színképtartományban megfigyelhető Doppler-eltolódás segítségével tudjuk mérni.

Nos, a szuperfolyékony hélium viszont nem úgy viselkedik, mint a klasszikus közegek, mert benne különböző sebességű hullámok terjednek. Ennek a magyarázata az, hogy a szuperfolyékony héliumban eltérő energiájú, mozgásállapotú (impulzusú) komponenseket találunk, ugyanis a héliumatomok között nem megy végbe sorozatos ütközés révén energiakiegyenlítődség (disszipáció), mint a klasszikus gázokban, folyadékokban. Úgy is tekinthetünk egy vödör szuperfolyékony héliumfolyadékra, hogy benne különböző mozgásállapotú (hőmérsékletű) folyadékok keverednek (persze mindegyik komponens 2,17 K fok alatt van de azon belül eltérő lehet a hőmérsékletük), anélkül, hogy ezek a különbségek kiegyenlítődnének.

Mindenki ismeri azt a hétköznapi jelenséget, hogyha meleg és hideg vizet összeöntünk, akkor a két komponens elkeveredik, a hidegebb összetevő melegebb lesz, a meleg összetevő pedig lehül, és kialakul egy köztes, átlaghőmérséklet a folyadék minden pontján azonosnak mérve.

---

<sup>4</sup> Lásd: P. Kapica: Kísérlet, elmélet, gyakorlat. Gondolat K. 1982.

<sup>5</sup> Johann Christian Doppler osztrák fizikusról (1803-1853).

A szuperfolyékony héliumnál ez nem így van, nincs kiegyenlítődés. Vagyis a fél Kelvin fokos komponensek, az egy Kelvin fokos komponensek és a 2 Kelvin fokosak úgy keverednek egymással, hogy ez a különbség nem egyenlítődik ki. E különböző hőmérsékletű, mozgásállapotú komponensekben viszont eltérő sebességű hullámok terjedhetnek.

## Mi van, ha a vákuum szuperfolyékony?

Tételezzük föl, hogy a vákuum, amelyet a modern fizika nem a „semmivel” azonosít, hanem egy nagyon is konkrét anyagi valóságnak tart, tehát egy közegnek, a szuperfolyékony héliumhoz hasonló tulajdonságokat hordoz! Valószínű, hogy az atomos szerveződési szinthez tartozó hélium csupán rossz, silány utánpótlás, rossz modellje a valódi szuperfolyékony közegeknek, amelyek már nem is atomos szerveződésűek, hanem alkotó részecskéik szubatomi részecskék. Egyébként a periódusos rendszer 92 természetes eleme közül csak egyet, a héliumot lehet szuperfolyékony állapotba hozni. Ez a hélium különösen stabil elektronszerkezetével kapcsolatos, amely viszont a szintén nagyon stabil mag szerkezettel függ össze: a héliumatom két protonból és két neutronból áll. Ezt a változatát  $\text{He}_4$ -nek nevezzük. Van egy háromkomponensű változata is, a  $\text{He}_3$  izotóp, amely két protonból és csak egy neutronból áll. Sokáig úgy hitték, hogy ez a változat nem hozható szuperfolyékony állapotba, de azóta ennél is sikerült produkálni a szuperfolyékonyságot, csak még alacsonyabb hőmérsékleten. Először a  $\text{He}_3$  szuperfolyékonysága ellentmondani látszott az elméletnek, de később sikerült a problémát tisztázni. (Erről majd később részletesen.)

Ha a vákuum egy szubatomi összetevőkből álló szuperfolyékony közeg, akkor módosul a Michelson-Morley kísérlet eredményének értelmezése. Ugyanis, ha a szuperfolyékony kvantumvákuum kontinuumban (amely hőmérséklet függetlenül mindig szuperfolyékony) különböző sebességű hullámok (hullámfrontok) terjedhetnek, akkor Michelson és Morley nem ugyanazokat a hullámokat észlelte az interferométer egyik és másik állása esetében, hanem teljesen eltérő hullámokat.

Ha a szuperfolyékony közegben eltérő sebességű hullámok terjedhetnek, akkor a hullámoknak nem csupán frekvenciaspektruma (vagy hullámhossz spektruma) van, hanem sebességspektruma is. A gyorsabb hullámfrontok előreszaladnak, a lassabbak lemaradnak, a hullámcsomag „szétfolyik”, miközben minden sebességtartományban megmarad a frekvenciaspektrum is. Tehát az egyes sebességtartományba tartozó hullámcsomagokon belül eltérő frekvenciájú hullámokat találunk.

Ugyanakkor mi (a megfigyelő!) mindig csak az éppen  $c \approx 300\,000$  km/s sebességgel haladó hullámfrontokat tudjuk észlelni. Akár szemünk retinahártyájával, akár műszereinkkel.

A  $c \angle v$  (sebesség nagyobb, mint fénysebesség) esetben a már említett kölcsönhatási időminimum miatt nem alakulhat ki kölcsönhatás, az ilyen sebességű hullámfrontot tehát nem észleljük. A retinánk atomjai körül keringő elektronokra az ilyen sebességű hullám nem tud hatni. A fénysebességtől kisebb sebességű hullámfront esetén pedig túl kicsi a hullámfront intenzitása, egységnyi idő

alatti energia-hatása, ezt ezért nem észleljük. Hasonlít ez kicsit az infrahanghoz, amit nem hallunk, mert túl alacsony a rezgésszáma, illetve az ultrahanghoz, amelyet szintén nem hallunk, mert annak meg túl magas a rezgésszáma az érzékszerveink számára.

Az elektromágneses hullámoknál is van egy frekvencia-tartomány, amely a látható fény tartományával azonos, és az ez alatti (infravörös) vagy feletti (ultraibolya) hullámokat nem észleljük.

Ugyanez a helyzet a sebességspektrummal is, azzal a különbséggel, hogy műszereink révén viszont mégis csak tudomást szereztünk a látható fény tartományán kívül eső sugárzási tartományról is, míg a sebességspektrum nem csupán érzékszerveinket csapja be, de műszereinket is: a fénysebességnél kisebb, vagy nagyobb sebességű elektromágneses hullámokat műszereink sem tudják érzékelni. Ezek ugyanis szuperfolyékony hullámként viselkednek, nem lépnek kapcsolatba a „mi” világunk objektumaival.

Michelson és Morley tehát sebességspektrummal is rendelkező fényhullámokat osztott ketté, indított el egymásra merőleges irányban, majd egyesített újra, de bármely irányban is ment a fénysugár, az interferométer mindig csak az éppen c sebességű hullámokat tudta észlelni.

Ezért aztán módosítanunk kell Einstein felfogását a kísérlet eredményéről:

1. Michelson és Morley nem azt bizonyította, hogy nincs éter, hanem csupán azt, hogy az éter nem klasszikus közeg, hanem szuperfolyékony.
2. A fény sebessége minden inerciarendszerben állandó axiómát, vagyis a fénysebesség abszolút jellegére vonatkozó axiómát módosítanunk kell: csak a pontosan  $c \approx 300\,000$  km/s sebességgel haladó fényhullámok érzékelhetők. Ezért az *érzékelhető* fényhullámok sebessége állandó minden inerciarendszerben.

Innentől kezdve a relativitáselmélet sok következtetését módosítanunk kell.

Newton abszolút terét föladhajuk, de az abszolút idő visszahelyeződik jogaiba, a fénysebesség abszolút volta helyébe tehát. Az abszolút tér ideáját azért kell föladhajunk, mert a teret „kifeszítő” vákuuméter nem mozdulatlan, hanem minden irányban, minden pillanatban mozog, áramlik, különböző sebességű komponensei formájában.

Más kérdés az idő relativitása!

Nézzük például a híres ikerparadoxon feloldását! Einstein elmélete értelmében egy ikerpár két tagja különbözőképpen öregszik, attól függően, hogy melyik indul úrutazásra, relativisztikus (fénysebességhez közeli) sebességgel, és melyik marad itt a Földön. Az úrutas egy évet tölt a kozmoszban, visszatér, és döbbenet látja, hogy ikertestvére viszont 70 évet öregedett, mert itt a Földön sokkal gyorsabban telt az idő.

Igen ám, de a relativitáselmélet értelmében, ha a fénysebességhez közeli sebesség elérése után egy évig egyenletes sebességgel mozgott az űrhajó, akkor mi tekinthetjük az űrhajót nyugvónak, és a Földet tőle közel fénysebességgel távolodónak. A mozgás ugyanis relatív, és a mi „önkényünk” kérdése csupán, hogy mit választunk ki nyugvó pontnak, és mit viszonyítunk ehhez képest mozgónak. Akkor viszont miért nem a Földön maradt ikertestvér öregedett lassabban?

## Milyen sűrű az éter(vákuum)?

A vákuum energiaeoszlásával kapcsolatban komoly kutatásokat végzett már maga Planck is. Arról van szó, hogy a vákuum egy köbcentiméterében mekkora energiasűrűség található? A mai fizikakönyvek, például Simonyi Károly A fizika kultúrtörténete<sup>6</sup> megemlíti a vákuum nullponti energiájának kérdését, vagyis azt, hogy a vákuum az abszolút zérus fokon is hordoz energiát, nem úgy mint az atomok, amelyek rezgése az abszolút nulla fokon egyszerűen leáll.

Ez a Heisenberg-féle határozatlansági relációval függ össze, amelynek értelmében nem tudjuk megmondani egyszerre azt, hogy egy elektron éppen hol van és mekkora az impulzusa. Ha az egyik mérés pontosságát javítjuk, romlik a másik mérés pontossága. Ez nem mérőműszereink tökéletlenségének az eredménye, hanem a fizika törvényéből következő tény.

A tér egy adott pontján az elektromos és a mágneses térerősség egyszerre sohasem lehet nulla, mert ha így lenne, akkor nem érvényesülne a Heisenberg-féle határozatlansági elv, amely – mint hangsúlyoztam - nem holmi spekuláció, hanem igazolt természeti törvény. A tér tehát mindig hordoz elektromágneses energiát, mindig rezeg, ha úgy tetszik, még az abszolút zérusfokon is. De mekkora intenzitással rezeg a vákuum?

John Archibald Wheeler (1911-), a neves amerikai fizikus és David Joseph Bohm (1917-) kiszámolta:  $10^{44}$  Hertz frekvenciával rezeg. Ez annyit jelent, hogy a vákuum tömegsűrűsége  $10^{94}$  g/cm<sup>3</sup>. Wheeler és Bohm először a vákuum rezgési energiáját számították ki ( $10^{44}$  Hertz frekvenciát kaptak), amit az  $E = m \times c^2$  képlet segítségével tömegre átszámítva jött ki ez az egészen elképesztő szám.

Annyira elképesztő, hogy David Bohm szerint a belátható (12-13 milliárd fényév sugarú) térrészben levő galaxisokban összesen  $10^{57}$  gramm matéria található. Vagyis a vákuum egyetlen köbcentimétere sok-sok nagyságrenddel több anyagot tartalmaz, mint a világegyetem összes ismert anyagmennyisége együttvéve. Az atommag sűrűsége ismereteink szerint  $10^{14}$  g/cm<sup>3</sup>.

Valójában a bennünket alkotó, gerjesztett, kölcsönhatásra képes anyag úgy merül a szuperfolyékony és szupersűrű vákuumkontinuumba, mint a forrásban levő vízben szálló buborékok merülnek a folyadékba. Ritkulások, negatív singularitások vagyunk a vákuum óceánjában, és nem sűrűsödések!

---

<sup>6</sup> Simonyi Károly: A fizika kultúrtörténete, 4. kiadás, Gondolat K. 1996.

## Dirac tengere

Paul Adrien Dirac (1902-1984, Nobel-díj: 1933) olyan egyenletet keresett, amely tartalmazza a részecskék kvantált sajátimpulzus momentumát, vagyis spinjét (perdületét). Kiderült ugyanis, hogy a legtöbb részecskének létezik egyfajta saját impulzusa is, amit úgy lehet értelmezni, hogy a részecske, például a proton, forog a tengelye körül, mint egy bűgőcsiga. (A fizikusok azonban nem, szeretik ezt a bűgőcsiga hasonlatot, mert a szubatomi részecskék nem foghatók föl parányi biliárdgolyókként.) Ez az érték tehát a spin azért kvantált, mert mindig csak diszkrét értékeket vehet föl, mégpedig a Planck-állandó egész számú többszöröseit. A spin megadásakor eltekintünk a Planck-állandótól, és csak a szorzószámot adjuk meg. A spin lehet negatív, pozitív és nulla.

A részecskéknek két nagy osztályát különböztetjük meg a spin szempontjából: bozonokat és fermionokat.

A fermionok spinje fél ( $1/2$ ), vagy félegész ( $1/2$  egész számú többszöröse):  $1/2$ ,  $1\frac{1}{2}$ ,  $2\frac{1}{2}$ , stb.

A bozonok spinje mindig egész: 0, 1, 2, 3, 4, stb.

A bozonok az ún. Bose<sup>7</sup>-Einstein statisztikának engedelmeskednek, míg a fermionok a Fermi<sup>8</sup>-Dirac statisztikának.

Nagyon fontos tény, hogy csak a bozonok hozhatók szuperfolyékony állapotba. Az elektronok fermionok, ezért csak úgy alkothatnak szupravezethető közeget, vagyis szuperfolyékony elektronfolyadékot, hogy alacsony hőmérsékleten párokba szerveződnek (Cooper-párok<sup>9</sup>), ezáltal  $1/2$ -es spinjük összeadódik, és kifelé már 1 spinű bozonként viselkednek.

A  $He_4$  például bozon, de a  $He_3$  már fermion<sup>10</sup>, ezért gondot is okozott szuperfolyékonyságának jelentkezése az abszolút zérus fok közelében. Később kiderült, hogy a  $He_3$  héliumatomok is Cooper-párokat alkotnak, és kifelé már bozonokként viselkednek.

---

<sup>7</sup> Sathienranath Bose (1892-1974) indiai fizikusról.

<sup>8</sup> Enrico Fermi (1901-1954, Nobel-díj: 1938) olasz atomtudósról, aki létrehozta az első mesterséges láncreakciót 1942. december 2-án, a chicagói egyetem baseball csarnokában, a Manhattan-program keretében.

<sup>9</sup> Leon N. Cooper (1930- , Nobel-díjas: 1972.). John Bardeen (191908-1991, Nobel-díj: 1956 és 1972) és John Robert Schrifferrel (1931- , Nobel-díj: 1972) együtt adta meg a szupravezetés kvantummechanikai elméletét.

<sup>10</sup> Ugyanis a proton és a neutron is  $1/2$  spinű fermion. Két proton és egy neutron spinje összeadódik:  $1\frac{1}{2}$ , így a  $He_3$  kifelé fermion.

Dirac megoldotta a problémát, talált egy olyan egyenletet, amely megfelel a relativitáselmélet követelményeinek (relativisztikus), illetve megoldása kiadja a részecske spinjét is.

Persze ha megoldunk valamit, azonnal új problémát „okozunk”, a fizikusok ezzel már így vannak, és bizony szegény Dirac is így járt, mert egyenletének megoldása, pontosabban egyik lehetséges megoldása *negatív* energiát, sőt, negatív tömeget jelentett.

Az elektron kinetikai energiájára ugyanis a  $+ m \times c^2$  megoldás mellett kijött a  $- m \times c^2$  megoldás is.

Dirac mégsem esett kétségbe, hanem előállt egy „ötlettel”: vannak negatív energiájú és tömegű részecskék (negatív energiájú szintek), de ezeket nem észleljük, ugyanis a negatív energiájú szintek a vákuumban hézagmentesen be vannak töltve. Ez lett „Dirac tengere” a fizikában.

Vegyük észre Dirac hézag nélküli, észlelhetetlen tengere és a mi általunk föltételezett szuperfolyékony és szupersűrű vákuumkontinuum közötti hasonlóságot, analógiát!

A negatív energia és tömeg kifejezésre pedig az alábbi (racionális) magyarázat adható: a Dirac-tenger komponensei (részecskéi) szuperfolyékonyak, és hézagmentesen kitöltik a teret. Energia befektetéssel e tengerből részecskék emelhetők ki a vákuum gerjesztése által, ezt a fizikusok gyakran tapasztalják a részecske gyorsító berendezésekben. Amikor kiemelünk egy részecskét a szuperfolyékony állapotból, érzékelhetővé válik a számunkra, ugyanakkor energiát kellett befektetnünk. Ez az energia elveszett a számunkra, mintha negatív energiaszintet kellett volna kiegyenlítenünk pozitívrá, vagy legalább nullára. Valójában a negatív energia állapot helyes kifejezése a szuperfolyékony állapot, és a negatív energiamennyiség az a pozitív energiamennyiség, amit a szuperfolyékony állapotból való kiemelésre, tehát gerjesztésre fordítottunk. Ennek a „negatív” energiának a tömegre való átszámításával, az  $E = m \times c^2$  képlet segítségével kapjuk a „negatív” tömeget, de ez, mint látjuk, nem fizikai realitás, csupán számítási „segédeszköz”, ha úgy tetszik. Negatív energiájú szint = szuperfolyékony szint, negatív tömeg = szuperfolyékony állapotban levő (kölsönhatni nem tudó) részecske tömege.

Dirac az antianyagot is „tengere” segítségével állította elő! Ha a „tengerben” lyuk keletkezik, az a lyuk viselkedik antirészecskeként, például antielektronként, vagyis pozitív töltésű pozitronként. Hogyan keletkezik a lyuk? Energia befektetés által kiragadunk egy részecskét a közegből, például egy nagyenergiájú gammafoton eltalál egy „negatív energiájú” (és persze negatív töltésű, tehát a töltés szempontjából egészen „normális”) elektront, akkor a negatív tömegű (és töltésű) elektronból pozitív tömegű, de továbbra is negatív elektromos töltésű, észlelhető elektron lesz. A helyén viszont marad egy lyuk, amit megint pozitív

tömegű, de egyben pozitív töltésű új részecskeként észlelünk, és ez a pozitron. Ezt nevezzük egyébként párkeltésnek.

Ugyanakkor, ha egy ilyen lyuk találkozik egy elektronnal, akkor az elektron „belezuhan” a lyukba, elnyelődik benne, miközben kisugároz két nagyenergiájú gammafotont. Azt érzékeljük, hogy „eltűnik” egy elektron és egy pozitron, és sugárzó energia keletkezik. Ezt nevezzük annihilációnak, vagyis kölcsönös megsemmisülésnek. Mindkét esetben érvényesül az  $E = m \times c^2$  klasszikus összefüggés. Amennyi tömeg „megsemmisül” annihilációkor, ugyanannyi energiának kell pontosan keletkeznie, és amennyi tömeg keletkezik párkeltéskor, ugyanannyi energiának kell „megsemmisülnie”. Mindkét folyamatra van már bőséges bizonyítékunk a nagy részecskegyorsítókban végzett kísérletek révén.

Vegyük észre, hogy minden misztikum eltűnik Dirac „negatív energiájú” tengeréből, ha azonosítjuk egy szuperfolyékony közeggel, amiben persze semmiféle negatív energia nincs. Csupán az energiabeviteli és kivételi (tartozik-követel) egyenlegben az elszámolás miatt negatív mennyiségek (pl. energia) jelennek meg.

## A kölcsönhatások hidrodinamikai modellje

### 1. Gravitáció

Pjotr Kapica vizsgálta a héliumfolyadék áramlási tulajdonságait is. Érdekes felismerésre jutott. A szuperfolyékonyság az egyenletes, vagy közel egyenletes sebesség esetén marad fenn a szuperfolyékony héliumban, de erős gyorsuláskor megszűnik. Ez a helyzet akkor is, ha örvényeket hozunk létre a folyadékban.

Az örvény forgó (pontosabban keringő) mozgás, tehát a héliumatomok körpályán keringenek az örvénymag körül. Azt már Galilei is tudta, hogy minden körmozgást föl tudunk bontani egy egyenes vonalú egyenletes mozgásra és egy erre merőleges gyorsuló mozgásra. Laikusok számára különös lehet (egy fizikusnak viszont természetes), hogy az egyenletes körmozgás egyben gyorsuló mozgás is. A Föld például gyorsulva esne a Nap felé, ha nem lenne egy tehetetlenségből fakadó egyenes vonalú egyenletes mozgása, amelynek vektora mindig a pálya adott pontján fölvevett érintő irányába mutat. Ha hirtelen eltávolítanánk a Napot a helyéről, a Föld egyenes vonalú pályán, egyenletes sebességgel haladna tovább. (Ezt nevezzük centrifugális erőnek, az autót a kanyarban ez az erő „akarja” kirepíteni. Azt beláthatjuk, hogy ez nem valódi erő tehát.) Ha viszont a Napot a helyén hagyjuk, és a Föld mozgását állítanánk meg, akkor a Napba zuhanna. E két mozgás eredője az ellipszis pálya a Nap körül.

Az örvénylő héliumfolyadékban az örvénymag körül keringő héliumatom ugyanilyen pályán halad: tehetetlensége elrepítené onnan, míg ha ezt a tehetetlenségi mozgását megállítanánk, belezuhanna az örvénymagba.

Kapica megfigyelte, hogy ha örvényeket gerjesztünk a héliumfolyadékban, akkor a kisebb tárgyakat, papírszeletkét, fadarabot magával ragadja, akár a víz, vagy bármely klasszikus folyadék.

Ma már tudjuk, miért szűnik meg a szuperfolyékonyság (kölcsönhatás nélküli állapot) és miért lép föl a kölcsönhatás gyorsuló mozgás esetén: megszűnik a tér izotrópiája. A gyorsuló mozgás irányában sűrűsödik a folyadék, mögötte viszont ritkul a benne haladó objektum szempontjából.

Ha a vákuum szuperfolyékony, akkor hasonlóan fog viselkedni. Írjuk le például a gravitációt egy ún. hidrodinamikai modellel! Már René Descartes (1596-1650) próbálkozott azzal, hogy áramló közeg segítségével magyarázza a gravitációt. (Ne feledjük el, még Newton gravitációelmélete előtt vagyunk!) Szerinte a Nap elnyeli a csillagközi gázt és port, ami ezért gyorsulva áramlik felé, magával ragadva a bolygókat.

Később is gyakran bukkan föl a hidrodinamikai modell, akár a gravitáció, akár az elektromos kölcsönhatás leírására, jó áttekintést ad erről Vlagyimir P. Vizgin „A modern gravitációelmélet kialakulása” c. művében. (Gondolat K. 1989. Ford.: Illy József.)

E modelleknél mindig fölmerült az a probléma, hogyha van egy ilyen közeg, miért nem súrlódnak vele a bolygók és miért nem esnek bele a Napba? Illetve, e közegnek „furcsán” kellene viselkednie: a gyorsulás irányában súrlódnia kellene a bolygókkal (hiszen magával ragadja őket), de az ellipszis pálya érintőjének irányában már nem szabadna velük súrlódnia.

Vegyük észre, hogy megoldódik a probléma, ha ez a közeg (éter?) szuperfolyékony! Az ellipszis pályán ugyan nem teljesen egyenletes a bolygók mozgása, hiszen amikor távolodnak a Naptól akkor lassulnak, amikor viszont közelednek, akkor gyorsulnak. Azonban olyan kicsi a különbség, hogy nyugodtan tekinthetjük „közel” egyenletesnek ezt a mozgást. Ugyanakkor a Nap felé áramló közeg erős gyorsulásban van a Nap irányában, ezért fölléphet a makrohatás. A bolygók tehát a haladási irányukkal megegyező irányban nem súrlódnak a vákuummal, mert közel egyenletes a sebességük ebben az irányban, míg a Nap irányában már igen, mert a vákuuméter a Nap felé gyorsulva áramlik.

Itt nyilván nem olyan makroszerkezetű (atomos) anyagról van szó, mint amilyenre Descartes gondolt, hanem sokkal „finomabb” szerkezetű, szubatomi részecskékből álló matériáról. (Hogy pontosan miéről, arra vonatkozóan még lesz szó részletesen.)

A kvantumgravitáció elmélete szerint a gravitációs kölcsönhatást a gravitonok közvetítik, amelyek ugyanúgy elemi (tovább nem osztható) közvetítő részecskék, mint az elektromágneses kölcsönhatást közvetítő fotonok. Ezek szerint a szuperfolyékony vákuumkontinuum gravitonokból állhat? Ha az olvasónak ez jutott az eszébe, akkor nagyon is logikusan gondolkodott!

A gravitont még nem sikerült kimutatni, de ha létezik, akkor egy 1-es, vagy egy 2-es spinű bozon az elméletek szerint.

Azt tételeztük föl, Descarteshez hasonlóan, hogy a Nap elnyeli ezt a matériát, de amit elnyel, az nem csillagközi por és gáz, hanem az Univerzumot hézag nélkül kitöltő (lásd: Dirac „tengere”!) szuperfolyékony kvantumvákuum, melynek alkotórészecskéi a gravitonok.

Természetesen nem csak a Nap nyeli el ezt az anyagot, közeget, hanem minden tömeggel bíró test. Pontosabban a testeket alkotó, tömeggel (is) rendelkező részecskék, mint a neutron, a proton, stb. Az vitatható (és vitatott is), hogy az elektronnak van-e olyan értelemben vett gravitációs tömege, mint a semleges neutronnak, vagy minden megnyilvánulása (kölcsönhatásai) kizárólag az elektromágneses térhez (mezőhöz) kötik. Azért nehéz ezt eldönteni, mert ha csak az elektromágneses tér hat rá, akkor is úgy viselkedik, mintha gravitációs

tömege lenne, tehát például tehetetlenséggel rendelkezik, és ugyanúgy energiát (elektromos, vagy mágneses energiát) kell befektetni, ha gyorsítani akarjuk. De az még nem eldöntött, hogy a tiszta gravitációs erő hat-e rá!

Az elektromágneses és a gravitációs kölcsönhatás között hatalmas ( $10^{39}$ -szeres!) különbség van, ezért nehéz megmondani, hogy van-e egyáltalán az elektronnak gravitációs vonzása, illetve hat-e rá a gravitációs erő. Ha van gravitáció vonzóereje (is) az elektronnak, az elektromos vonzó és taszítóerő mintájára, az akkor is olyan parányi az elektromos vonzó és taszítóerőhöz képest, hogy lehetetlen kimutatni (egyelőre legalábbis).

Ha a tömeggel rendelkező objektumok elnyelik a gravitonokat, akkor a gyorsuló gravitonmező már kölcsönhatásba lép más tömeggel bíró objektumokkal, kialakul köztük a gravitációs vonzerő.

De mi lesz a folytonosan elnyelődő gravitonokkal? Már Descartes-nak is gondot okozott vitapartnereivel szemben, hogy miért nem fűvődik föl a Nap, ha ilyen ütemben nyeli el a csillagközi port és gázt. Ugyanis a bírálók kiszámították, hogy olyan intenzitásúnak kellene lennie ennek az abszorpció (elnyelő) mechanizmusnak, hogy a Napnak szemmel láthatóan föl kellene fűvódnia.

A kérdést akkor lehet megoldani, ha fölteszünk egy ellentett mechanizmust is, tehát a tömeggel bíró anyag valamit ki is bocsát (emittál) magából. De mit? Nos, antigravitont! A tömeggel bíró részecske, például a neutron elnyeli a gravitont, átalakítja antigravitonná, és kibocsátja azt. Vagyis a tömeggel rendelkező részecske nem más, mint a tér gravitonátalakító szingularitása. Gravitont nyel el, antigravitonná alakítja át, és azt kibocsátja. Ugyanakkor az antigraviton viszont nem képes kölcsönhatásba lépni a normál anyaggal, számunkra teljességgel szuperfolyékony.

Az antianyag fordítva cselekszik: antigravitont abszorbeál és normál gravitont emittál.

Lépjünk még tovább a logikai sorban! A graviton a normál anyaggal lép kölcsönhatásba, míg az antigraviton az antianyaggal, a normál anyag antigravitont emittál (ez kölcsönhat az antianyaggal), míg az antianyag normál gravitont emittál, ami viszont a normál anyaggal lép kölcsönhatásba. Nem kell bonyolult képzelőerő, hogy belássuk: a kétféle matéria között antigravitációs taszításnak kell lenni!

Tudjuk, hogy létezik az antianyag, vagyis minden ismert részecskének van egy anti megfelelője, amely ugyanolyan tömegű, mint a normál részecske, de ellenkező töltésű. Például a negatív töltésű elektronnak az antirészecskéje a pozitív töltésű pozitron. A töltéssel nem rendelkező részecskéknél, például a semleges neutronnak szintén van anti párja ugyanakkor. De állítottak már elő antiatomokat is. Az elektromágneses kölcsönhatást közvetítő foton annyiban különleges ebből a szempontból, hogy önmaga antimegfelelője is egyben.

Megoldottuk azt a rejtélyt, hogy az általunk ismert Univerzumban miért nem találunk a természetben antianyagot. Azért, mert az ősrobbanás után, amikor még nem volt elektromágneses kölcsönhatás, csak gravitációs, akkor az anyag és az antianyag kölcsönösen kisöpörte egymást a saját teréből.

Valahol, a látóhatár horizontján túl, messzebb, mint ahová el tudunk látni a legnagyobb távcsöveinkkel, távolabb, mint 13 milliárd fényév, távolodik tőlünk egy antianyag világ, amely talán a miénk pontos mása. És ott valahol, az antianyag világ egyik galaxisában, egy csillag körül kering kilenc bolygó, és a harmadikon most ugyanúgy olvassa ezt a könyvet kedves olvasó, az Ön antianyag hasonmása, tükörképe, mint Ön most ezt? Ki tudja...

Természetesen az anyag és antianyag kölcsönhatásában  $10^{39}$  nagyságrenddel nagyobb intenzitással vesz részt az elektromágneses kölcsönhatás (vonzás!), mint az antigravitációs taszítás. Ezért nem tudjuk egyelőre az antigravitációs taszítást kimutatni. Időnként beszámolnak kísérletekről, melyek állítólag cáfolják az antigravitációs taszítást, például antiprotonokat elektromosan semleges térben figyeltek meg, és nem távolodni igyekeztek a Földgolyótól, nem fölfelé „estek”, hanem lefelé. Egyelőre ezek a kísérletek egyáltalán nem meggyőzők, és főként nem ismételték meg őket kellő esetszámmal.

## 2. Elektromágneses kölcsönhatás

Van valami „közös”, vagy legalábbis kell ilyennek lenni a gravitációban és az elektromos kölcsönhatásban, ha Newton gravitációs erőt leíró egyenlete és Coulomb elektromos erőtörvénye ilyen kísérteties „formai” hasonlóságot mutat:

$F = G \frac{m \times M}{r^2}$ , ahol  $F$  = gravitációs erő,  $m$  = egyik test tömege,  $M$  = másik test

tömege,  $r$  = köztük levő távolság,  $G$  = gravitációs állandó =  $6,67 \times 10^{-11} \frac{m^3}{kg \times s^2}$ .

( $G$  megmutatja, hogy az Univerzum bármely pontján két egy kg tömegű test egy méter távolságból mekkora erővel vonzza egymást.)

$C = \pm k \frac{q \times Q}{r^2}$ , ahol  $C$  = elektromos erő,  $q$  = egyik test, vagy részecske töltése,

$Q$  = másik test, vagy részecske töltése,  $r$  = köztük levő távolság,  $k = \frac{1}{4 \times \pi \times \epsilon_0}$ ,

ahol  $\pi = 3,14$ ,  $\epsilon_0$  = a vákuum permittivitása.

A  $k$  és  $G$  között az a lényegi különbség, hogy a  $G$  (gravitációs állandó) nem közegfüggő, nem függ az anyagi objektumok minőségétől, míg a  $k$  közegfüggő. Viszont vákuumban mindkettő ugyanúgy „viselkedik”.

Láthatjuk, hogy nagyon hasonló a két erő törvény, csak az elektromos erő lehet negatív és pozitív, ami annyit jelent, hogy lehet vonzó és taszító erő.

Minden okunk megvan, hogy feltételezzük: a két erő azonos, vagy hasonló mechanizmus eredményeként jön létre.

A fizika mai állása szerint az elektromágneses kölcsönhatást a foton közvetíti, amely egyben önmaga antirészecskéje is. Ezzel szemben a gravitonnak van tőle különböző antirészecskéje. Ezt a képet később módosítjuk, a foton is különbözik antirészecskéjétől.)

A gravitációnál a normál anyag vonzza a normál anyagot és taszítja az anti-anyagot, míg az elektromos erőhatásnál ez fordítva van: az azonos töltések taszítják egymást, a különböző töltések vonzzák egymást.

Vegyük észre, hogy akár a fogalmak terén is közelíthetjük a kétféle kölcsönhatás értelmezését egymáshoz: beszélhetünk pl. gravitációs töltésről (ez a tömeg), és elektromos töltésről. Vagyis az azonos gravitációs töltések vonzzák egymást, a különbözők pedig taszítják.

Egyszerűen a két kölcsönhatásnál csupán ellentétes a kölcsönhatási mechanizmus természete.

Az elektromos kölcsönhatás úgy megy végbe, hogy két elektron között ún. virtuális fotoncsere történik. A virtuális fotonok longitudinális hullámként értelmezett, közvetlenül nem kimutatható fotonok. Azért nevezzük virtuálisnak, mert közvetlenül nem kimutathatók, és csakis a kölcsönhatás közvetítése a „dolguk”, önállóan nem is léteznek.

A mágneses kölcsönhatást viszont a valós fotonok közvetítik, amelyek már transzverzális hullámként terjednek, észleljük őket, és önállóan is léteznek. A fényben ezek a valós fotonok nyilvánulnak meg érzékszerveink számára.

Az elektromosan töltött részecske tehát elnyel egy virtuális fotont, és rögtön ki is bocsát egy ugyanolyat. De akkor mi a különbség a pozitív töltés és a negatív töltés között? Az elnyelt és a kibocsátott virtuális foton között csak kell lennie különbségnek! Van is! Az elektromos kölcsönhatásért felelős virtuális foton nem azonos az antimegfelelőjével, hanem eltér attól, mint a graviton az anti-gravitontól. Erre a hatásmechanizmus alapján következtethetünk, hiszen közvetlenül nem figyelhetjük meg a virtuális fotont.

Ezzel szemben a mágneses kölcsönhatásért felelős valós foton (amit meg tudunk figyelni) már tényleg azonos az antimegfelelőjével.

Az elektromos kölcsönhatásnál fordított mechanizmust kell feltételeznünk, mint a gravitáció esetében. A normál elektromágneses anyag (legyen ez a negatív töltés) normál virtuális fotont bocsát ki és antifotont nyel el. Emlékszünk: a gravitációnál pont fordítva: a normál (gravitációs) anyag normál gravitont abszorbeál és antigravitont emittál.

Az antitöltés (elektromágneses antianyag), amelyet most a pozitív töltéssel azonosítunk, normál fotont nyel el és antifotont emittál. Itt megint az a helyzet, hogy a normál foton a normál elektromágneses anyaggal (negatív töltéssel) tud kölcsönhatásba lépni, míg az antifoton az elektromágneses antianyaggal (vagyis a pozitív töltéssel).

Könnyű belátni, hogy ezáltal a gravitációval ellentétes lesz a kölcsönhatási mechanizmus: a gravitációnál a normál anyag vonzza a normál anyagot, és taszítja az antianyagot, míg az elektromos töltés esetében a normál töltés (negatív töltés) taszítja a normál töltést, míg vonzza az antitöltést, vagyis a pozitív töltést.

A vákuum nem csupán gravitonokból áll, hanem fotonokból is, e kétféle „leves” elkeveredik egymással, nincs keresztthatás köztük.

Egyes részecskék egyszerre képezik a tér (vákuummező) graviton- és fotonátalakító szingularitását, ezek a részecskék tömeggel és töltéssel is rendelkeznek. Ilyen például a proton. Más részecskék csak a gravitonmező átalakító szingularitásai, vagyis csak tömeggel rendelkeznek, töltéssel nem, tehát elektromosan semlegesek. Ilyen például a neutron.

Lehetséges-e olyan részecske, amely csak a fotonmező átalakító szingularitása, és nincs kapcsolatban a gravitonmezővel? Ha igen, ez azt jelentené, hogy töltéssel rendelkezik, de tömeggel nem, és a gravitáció nem hat rá. Mint említettem, lehet hogy az elektron ilyen részecske: nincs gravitációs tömege, csak elektromágneses tömege, vagyis a gravitáció nem hat rá. Egyelőre azonban ez csak hipotézis.

A fotonmező kifejezés magyarázatra szorul. Tapasztalati úton csak olyan fotont ismerünk, amely a vákuumban  $c \approx 300\,000$  km/s sebességgel halad. Nyugvó foton, vagy ennél kisebb sebességű foton nem létezik a fizika mai álláspontja szerint.

Módosítottuk ezt már korábban: létezik a  $c$ -től eltérő sebességű foton, de azt nem tudjuk észlelni, abszolút szuperfolyékony marad a számunkra. A  $c$ -nél kisebb sebességű (és annál nagyobb sebességű!) fotonok is ott vannak a vákuumban, de mi csak az éppen  $c$  sebességgel haladót tudjuk észlelni.

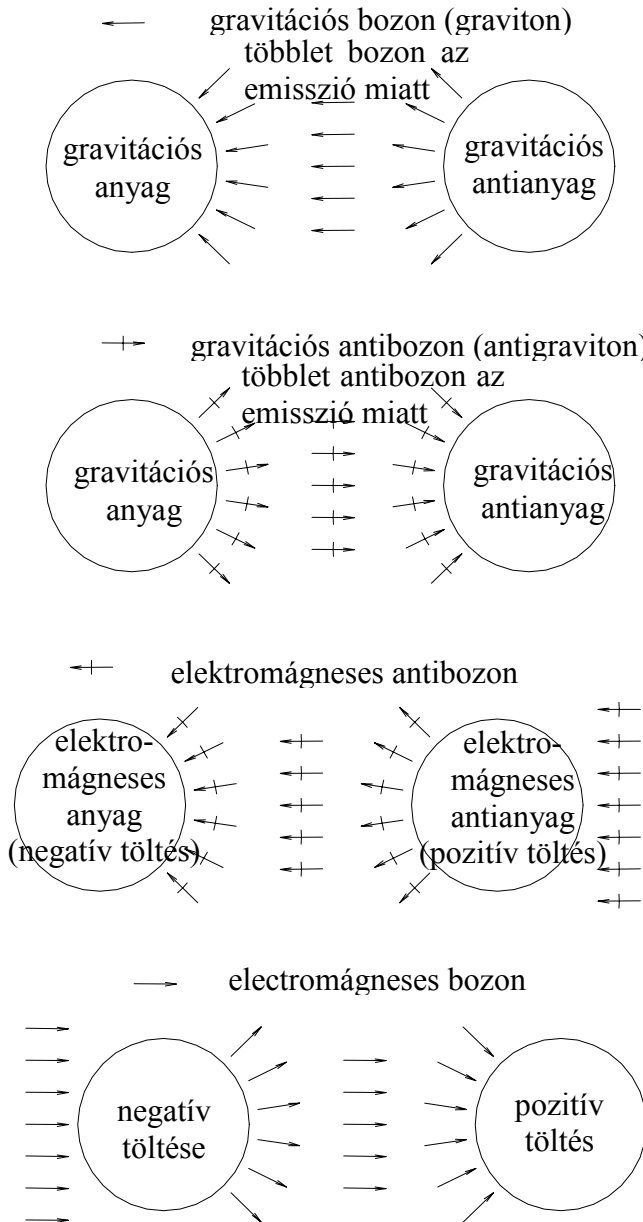
A vákuuméter tehát két komponensből áll: fotonból és gravitonból. A tömeg a gravitonabszorbeáló és átalakító, valamint antigravitont emittáló képesség mértéke, míg a töltés a fotonabszorbeáló és átalakító, valamint antifotont emittáló képesség mértéke.

Az **A** test kétszer akkora tömegű, mint a **B**, ha **A** egységnyi idő alatt kétszer annyi gravitont abszorbeál, alakít át, és antigravitontként emittál, mint **B**.

Ugyanígy: az **A** töltés kétszer akkor, mint **B** töltés, ha egységnyi idő alatt kétszer annyi antifotont tud abszorbeálni és átalakítani, majd normál fotonként emittálni, mint **B**. (Ismétlésként: itt fordított a mechanizmus: a gravitációnál a

normál anyag normál fotont abszorbeál, míg az elektromos töltés esetében a normál (negatív) töltés antifotont abszorbeál és normál fotont emittál.

Nézzük meg ezt egy ábrán!



### A gravitomágneses hullám

Tudjuk, hogy mozgó töltés körül mágneses tér jön létre. Az áramjárta vezetőkben az elektronokat a saját mozgásuk által keltett mágneses tér tartja össze. Ha ez nem lenne, akkor az elektronok egymást taszítanák ki a vezetéből.

Gyorsuló töltésről pedig elektromágneses hullámok válnak le.

1865-ben James Clerk Maxwell fölírta négy differenciálegyenletét, ami egyben a XIX. század tudományos csúcsteljesítménye is egyben, és megteremtette ezáltal az elektromágneses térelméletet. Először sikerült egyesíteni két, különbözőnek hitt kölcsönhatást. A fizikusok nagy álma ma is az összes ismert kölcsönhatás leírása egyetlen egyenletrendszerben.

A négy Maxwell-egyenlet:

1.  $\text{div } \vec{E} = 4 \times \pi \times \sigma$ , ahol  $\vec{E}$  = elektromos téresősség vektora,  $\pi = 3,14$ ,  $\sigma$  = elektromos töltéssűrűség. A div kifejezés a divergencia, vagyis a forrassűrűség rövidítése. Az egyenlet szerint az elektromos téresősség forrassűrűsége a töltéssűrűséggel arányos. Az elektromos téresősség forrásai tehát a töltések. Ez úgy is fordítható, hogy a töltések elnyelnek és/vagy emittálnak valamit.
2.  $\text{div } \vec{H} = 0$ , ahol  $\vec{H}$  = a mágneses téresősség vektora.

Ez azt jelenti, hogy a mágneses téresősségnek nincs forrása. A laikus olvasó ezen meghökkenhet, de a fizikusok számára ez magától értetődő. Hogy miért, arra a következő egyenlet ad választ.

3.  $\text{rot } \vec{H} = \frac{1}{c} \times \left( \frac{\partial \vec{E}}{\partial t} + 4 \times \pi \times \vec{j} \right)$ , ahol megjelenik a rejtélyes sebesség dimenziójú  $c$  tag, és amelynek a sebességét is ki lehet számítani: azonos a fénysebességgel. A  $\vec{j}$  az ún. eltolási áram vektora.

A rot kifejezés a rotációt (rotációvektort, vagy örvényvektort) jelöli. A mágneses téresősség a tér (mező, közeg) örvényléseként jön létre, tehát nem valamilyen nyelő (abszorbens), vagy kibocsátó (emittáló) objektum gerjeszti. A mágneses téresősség rotációjának (örvénylésének) intenzitása az elektromos téresősség időbeli változásának mértékétől függ.

4.  $\text{rot } \vec{E} = -\frac{1}{c} \times \frac{\partial \vec{H}}{\partial t}$ . Ez az egyenlet azt fejezi ki, hogy a tér adott pontján az elektromos téresősség rotációja (örvénylése) a mágneses téresősség időbeli változásának intenzitásával arányos.

Vegyük észre, hogy a fizikában használt alapfogalmak, mint a divergencia, a rotáció, vagy akár a fluxus implicite egy szuperfolyékony mező tulajdonságait írják le a matematika (vektoranalízis) nyelvén!

Még egy fontos megjegyzés: ha a „potenciál” dimenziójában végrehajtjuk a megfelelő egyszerűsítéseket, akkor sebesség dimenziót kapunk (m/s, míg a „téresősség” esetében ugyanezt elvégezve gyorsulás dimenziót (m/s<sup>2</sup>).

Márpedig ha egy szuperfolyékony közeg (mező) egyenletes sebességgel mozog, akkor nincs kölcsönhatás (nem lép fel „erő”, míg ha a közeg gyorsul, akkor már föllép a kölcsönhatás (megjelenik az erő-tér).

Magyarán: a különböző mozgásegyenletek és téregyenletek (pl. Einstein híres tenzoregyenletei) a mező áramlását írják le.

Maxwell tehát egyesített két kölcsönhatást: az elektromosságot és a mágneses-séget. Mint említettem, a fizikusok nagy álma a „Nagy Egyesítés”, vagyis minden kölcsönhatást egyesíteni egyetlen egyenletrendszerben.

Albert Einstein (1879-1955) élete felét ennek a problémának a megoldásával töltötte, tehát egyesíteni akarta a gravitációs, az elektromágneses, az erős (nukleáris) és a gyenge kölcsönhatást, ám eredménytelenül.

1949-ben a The New York Times a címlapján közölte Einstein egyenleteit, amely megoldotta a „Nagy egyesítést”. Nem kellett sok idő, hogy fizikustársai bizonyítsák: az egyenletek hibásak, fabatkát sem érnek.

Nos, a mozgó tömeg körül is hasonló örvénylésnek kell kialakulnia a gravitonmezőben, ahogy a mozgó töltés is örvényt (mágneses teret) generál maga körül a fotonmezőben.

Nevezzük ezt, vagyis a gravitonmező örvénylését gravitomágnesességnek. Ma még nem tudjuk kimutatni a létezését.

Gyorsuló tömegekről viszont gravitomágneses hullámoknak kell leválniuk, ezt nevezik hibásan az ismeretterjesztő művek is *gravitációs hullámoknak*. Gravitomágneses hullámokról van szó, vagyis a mechanizmus ugyanaz, mint az elektromágneses hullámok esetében: gyorsuló tömegekről válik le ilyen hullám (ahogy elektromágneses hullám a gyorsuló töltésről).

Az elektromágneses hullám az elektromos és a mágneses tér váltakozása, és e váltakozás térbeli tovaterjedése, míg a gravitomágneses hullám a gravitációs tér és a gravitomágneses tér szabályos váltakozása és tovaterjedése a térben.

Az elektromágneses tér a fotonmező hullámzása, míg a gravitomágneses tér a gravitonmező hullámzása.

Az elektromágneses tértől tudjuk, hogy kétféleképpen jöhet létre a mágneses mező (mágneses térerősség).

1. mozgó töltés (áramjárta vezetőkben az áram) mágneses teret gerjeszt maga körül,
2. az elektromos tér(erősség) változása a tér adott pontján szintén mágneses teret generál. Ez utóbbi mechanizmus teszi lehetővé, hogy a töltéstől távol is létrejöjjön mágneses tér, illetve, hogy létrejöhessen elektromágneses hullám.

Ugyanígy kell elképzelnünk a gravitomágnesességet:

1. mozgó tömeg körül alakul ki a gravitontér örvényléseként,
2. a gravitációs tér(erősség) változása gravitomágneses teret generál. Ez utóbbi mechanizmus teszi lehetővé, hogy gravitomágneses tér jöjjön létre tömegtől távol, és hogy gravitomágneses hullámok terjedjenek a térben.

A gravitomágneses (helytelenül: *gravitációs*) hullámokat még nem sikerült kimutatni, műszereink nem elég érzékenyek hozzá. Bolygóméretű testet kellene erőteljesen gyorsítani hozzá.

Abban az esetben, ha a két kölcsönhatás, a gravitációs (helyesebben: gravitomágneses) és az elektromágneses kölcsönhatást azonos mechanizmus alapján tudjuk magyarázni (közös hidrodinamikai modell alapján), akkor a két kölcsönhatás egyesítése előtt már nincs akadály, a gravitáció egyáltalán „nem lóg ki” a kölcsönhatások sorából, ahogy ma a fizikusok többsége vallja.

A négydimenziós tér-idő kontinuum szerkezetét egy tömeggel és töltéssel bíró objektum számára egyszerre feszíti ki, határozza meg a gravitációs és az elektromágneses kölcsönhatás, vagyis a gravitonmező és a fotonmező. Ha elektromosan semleges az objektum, akkor csak a gravitációs mező (gravitontér) határozza meg tér-idő szerkezetét, vagyis mozgási pályáját, ha elektromosan nem semleges, akkor az elektromágneses mező (fotontér) is.

Elvileg elképzelhető olyan objektum, amelynek nincs gravitációs tömege, csak elektromágneses töltése, mint említettem, az elektron így is fölfogható. Ekkor csak az elektromágneses mező határozza meg az illető objektum tér-idő szerkezetét.

### **3. A magerők és a gyenge kölcsönhatás**

De mi van a többi, a másik kettő alapvető kölcsönhatással: az erős és a gyenge kölcsönhatással? A *magerőkről* és a radioaktív bétabomlásban megnyilvánuló *gyenge kölcsönhatásról* van szó.

Az atommagban a protonok és a neutronok között a gravitációnál és az elektromágneses kölcsönhatásnál jóval erősebb kölcsönhatás működik, ez tartja őket egyben a mag terében: a nukleáris kölcsönhatás. Az atommagban egyébként a protonok és a neutronok a fénysebesség egyharmadával száguldoznak, tehát az atommag belseje nem egy „nyugodt”, statikus térség.

Vajon egy tömeggel és töltéssel is rendelkező proton számára a magerő nem vesz részt a tér-idő szerkezet kialakításában, ahogy ezt a mai fizika felfogja? Ugyanis a mai fizika azt állítja, hogy a tér-idő szerkezetet kizárólag a gravitáció határozza meg. Mit „szólna ehhez” egy erős mágneses, vagy elektromos térben mozgó elektron?

A protonok közt a gravitáció szinte elenyésző az elektromos taszításhoz képest, viszont a magerők legyőzik az elektromos taszítást és összetartják a protonokat a magban. Akkor a magerők ne vennének részt a proton tér-idő struktúrájának kialakításában az atommag terében? Márpedig a mai fizika ezt állítja, hiszen csak a gravitáció vesz részt a tér-idő szerkezet kialakításában!

Nyugodtan elvethetjük ezt az állítást: az atommag terében a magerők is részt vesznek, sőt, e térben ők a meghatározók a nukleonok (protonok és neutronok tér-idő struktúrájának meghatározásában).

Ezen kívül valamelyest a gyenge kölcsönhatás is szerepet játszik ebben.

A magerőket húsz évvel ezelőtt még a pí-mezonos kölcsönhatással azonosították, Hideki Yukawa (1907-1981, Nobel-díjas: 1949) japán fizikus elmélete nyomán. Yukawa az elektromágneses kölcsönhatásban szereplő közvetítő részecske, a foton mintájára bevezette a magerőket közvetítő pí-mezon fogalmát. Ahogy az elektromos kölcsönhatást a töltések közötti (virtuális) fotoncsere közvetíti, úgy a nukleáris kölcsönhatást a nukleonok között a pí-mezonok. Sikerült is kiszámolnia e részecskék tömegét, töltését, stb. Később meg is találták a pí-mezonokat, vagy ahogy rövidebben nevezik őket, a pionokat. A pí-mezon lehet semleges, negatív és pozitív töltésű, és tömeggel rendelkezik.

Időközben érdekes módon módosult a magerők elmélete. Az 1960-as években George Zweig (1937-) és Murray Gell-Mann (1929-, Nobel-díjas: 1969) előállt a kvarkelmélettel, miszerint a protonokat és a neutronokat is tovább lehet bontani, három-három kvarkot találunk bennük, amelyeknek az elektromos töltése nem egész szám.

Ezt eleinte akkora örültségnek tartották, hogy amikor Zweig jelentkezik egy állásért egy egyetemre, a tanszékvezető professzor azzal akadályozza meg kinevezését, hogy „aki ilyen sarlatánságot állít, mint a kvark, az ide nem jöhet”. Hol van már ez a professzor, míg a kvarkelmélet ma már annyira fundamentális elmélet, hogy nélküle mozdulni sem tudnának a fizikusok.

A kvarkelmélet szerint a kvarkok között a proton és a neutron belsejében egy újabb közvetítő részecske biztosítja a kölcsönhatást, a gluon. (Glue = enyv, ragasztó angol szóból.) A gluonos kölcsönhatás iszonyúan erős, fölülmúl minden eddig ismertet, és ennek a nukleonon (protonon, neutronon) kívülre sugárzó, már erősen legyengült formája a klasszikus erős (nukleáris) kölcsönhatás, ami összetartja az atommagban a protonokat és a neutronokat.

Hasonlít tehát a nukleáris kölcsönhatás az ún. van der Waals-féle<sup>11</sup> kölcsönhatáshoz, ami az atomok között nyilvánul meg, pontosabban az atomok elektronhéjai között, azért, mert az elektronok eloszlása nem egyenletes a héjakon. Emiatt az elektromosan kifelé semleges atomok között is föllép egy gyenge elektromos kölcsönhatás.

De mi legyen a gyenge kölcsönhatással, amely szintén az atommagban nyilvánul meg, például a radioaktív bétabomlásban, amelynek során a semleges neutron egy negatív töltésű elektronra és egy pozitív töltésű protonra bomlik el, egy neutrínó kibocsátása mellett?

---

<sup>11</sup> Jan Diderick van der Waals (1837-1923, Nobel-díj: 1910) holland fizikusról.

A gyenge kölcsönhatás sokkal bonyolultabbnak tűnik, mint a gravitációs, az elektromágneses és a gluonos, kvarkok közti kölcsönhatás. A graviton, a foton és a gluon, vagyis a három közvetítő részecske elektromosan semleges, tömegük nincs (gravitációsan semleges!), a spinjük (perdületük) 1.

Ezzel szemben a gyenge kölcsönhatásért három olyan részecske felelős, amelyeknek tömege is, töltése is van: az elektromosan töltött két  $W^\pm$  és a semleges  $Z^0$  bozon.

Vegyük észre viszont a hasonlóságot a korábbi klasszikus, Yukawa-féle magerő modellel! Ott is három tömeggel és töltéssel bíró közvetítő részecske volt, a három pí-mezon: az elektromosan töltött két  $\pi^\pm$ , és a semleges  $\pi^0$ .

Nagyon sok olyan mozzanat van a gyenge kölcsönhatás működésében, amely arra a következtetésre enged csábítani, hogy nem önálló kölcsönhatásról van szó, hanem a magerők (pontosabban a kvarkok közti gluonos kölcsönhatás) egyfajta mágneses kísérőjelenségéről. Vagyis a gyenge kölcsönhatás nem más, mint a gluontér örvénylése. A mozgó kvark a nukleon (proton és neutron) terében örvénylésbe hozza a gluonteret, egyfajta mágneses jellegű jelenséget generálva: ez a gyenge kölcsönhatás.

Vagyis beszéljük az elektromágneses és a gravitomágneses kölcsönhatás mintájára az erős-mágneses (vagy erős-gyenge) kölcsönhatásról.

Így kiküszöböltük a „sorból kilógó” három töltött, tömeggel bíró közvetítőt: a két  $W^\pm$  és egy  $Z^0$  bozont.

Így négy alapvető kölcsönhatás helyett marad három (gravitációs, elektromos és kvarkok közti gluonon), és annak a mágneses jellegű kísérője.

Valamint hat közvetítőrészecske (graviton, foton, gluon, a két  $W^\pm$  és a  $Z$ ) helyett maradt három: graviton, foton és gluon.

A magerőknél (kvarkok közti gluonos kölcsönhatásnál) ugyanakkor azt látjuk, hogy eltérő módon működik, mint a gravitáció és az elektromos kölcsönhatás, abban az értelemben, hogy csupán az atommag szűk terében hat. Az atommagon kívül elenyészik. Ennek okáról később részletesen szólunk, itt csupán annyit jegyzünk meg, hogy a magerőket (a kvarkok közti kölcsönhatást) közvetítő gluonok speciális tulajdonságaival függ össze. A kvarkoknál ugyanis van egy hasonló tulajdonság, mint az elektromos töltés (ők maguk is rendelkeznek elektromos töltéssel), de ez az újabb tulajdonság, amit „színtöltésnek” hívunk (ennek semmi köze a színekhez!) kicsit furcsán működik: a „szín-kölcsönhatást” közvetítő részecske, a gluon, maga is rendelkezik e színtöltéssel.

Képzeld el, ha a foton maga is rendelkezne elektromos töltéssel, és ezért a fotonok is kölcsönhatnának egymással. Világunkban nem lenne fény, nem lennének rádióhullámok, mert az egymással is kölcsönható fotonok egy zavaros közeget alkotnának.

A magerőknél ez a helyzet: a nukleonok terén kívüli térben a gluontér egy zavaros közeg, amiben nem terjedhetnek a kvarkok közti kölcsönhatások, mert a gluonok egymással is kölcsönhatnak. Bármennyire zavaros is e szempontból a gluontér, a mi (gerjesztett részecskékből álló) világunkkal nem lép kölcsönhatásba az atommagon kívüli térben, tökéletesen szuperfolyékony a számunkra, ezért nem észleljük.

De erről a problémáról később még részletesen is szólunk a kvantumszín dinamikáról szóló részben.

## Az elemi részecskék állatkertje

Világunk három alapvető (fundamentális) részecskecsoporttal írható le: a kvarkokkal, a leptonokkal és a közvetítő bozonokkal.

Hat kvarkot ismerünk, hat leptont, és hat közvetítő részecskét.

### A kvarkok csoportjai és tulajdonságai:

<b>Kvark neve</b>	<b>jele</b>	<b>tömeg MeV</b>	<b>töltés</b>	<b>spin</b>	<b>izospin</b>	<b>flavour (íz)</b>
Down (le)	d	5-15	-1/3	1/2	- 1/2	0
Up (föl)	u	2-8	2/3	1/2	1/2	0
Strange (furcsa)	s	100-300	-1/3	1/2	0	-1
Charm (bájos)	c	1000-1600	2/3	1/2	0	1
Bottom (lent)	b	4100-4500	1/3	1/2	0	-1
Top (fönt)	t	174 000	2/3	1/2	0	1

A kvarkok három elkülönülő párt alkotnak, általában e párok egymással lépnek kölcsönhatásba. Azért csak általában, mert a megfigyelések szerint az esetek kb. 95 %-ában igaz ez, de van öt százalék „félrelépés”, amikor pl. az u kvark a b kvarkkal lép kölcsönhatásba. Az 1/2 spin azt jelzi, hogy mindegyik kvark fermion.

Az izospin hasonló tulajdonság, mint a spin, de nem azonos vele. Az „íz”, vagy „zamat” szintén a kvarkok egy különleges tulajdonsága, később lesz róla szó.

A kvarkok a világ építőkövei, belőlük épülnek föl az összetett struktúrák, a **hadronok** (hadrosz görögül = nehéz):

1. a háromkvarkos **barionok**. Ide tartoznak a nukleonok: a proton és a neutron.
2. a kétkvarkos (pontosabban egy kvark – antikvark párból álló) **mezonok**.

A fundamentális (elemi) részecskék másik két osztálya, vagyis a leptonok és a közvetítő bozonok nem vesznek részt ilyen módon a világ felépítésében: nem alkotnak összetett részecskéket. Viszont a leptonok közé tartozó elektron az atommag körül elektronburkot alkotva, mégis részt vesz a világegyetem atomi és molekuláris szintjének felépítésében.

### A leptonok:

A leptonok (görög leptosz = könnyű) hasonlóan különülnek el három csoportra, mint a kvarkok:

<b>Lepton neve</b>	<b>jele</b>	<b>tömeg MeV</b>	<b>töltés</b>	<b>spin</b>
Elektron	e	0,512	-1	1/2
Elektron neutrínó	$\nu_e$	$<0,000051$	0	1/2
Müön	$\mu$	105,66	-1	1/2
Müön neutrínó	$\nu_\mu$	$<0,27$	0	1/2
Tauon (tau részecske)	$\tau$	1777,1	-1	1/2
Tau neutrínó	$\nu_\tau$	$<31$	0	1/2

A leptonok is fermionok. Az elektron és az elektron neutrínó ezek közül a stabil, amelyek részt vesznek az Univerzum „működtetésében”, a müön és neutrínója, a tauon és neutrínója instabil részecskék, különleges körülmények között, részecskék ütközésekor keletkeznek, és hamar elbomlanak. A müön 207-szer nagyobb tömegű, mint az elektron, de ettől eltekintve egyfajta óriás elektronnak viselkedik. Volt egy időszak, amikor a részecskefizikusok csupán erősen gerjesztett elektronnak tartották.

### A kölcsönhatásokat közvetítő bozonok

Először fölvázolom saját elképzelésemet e részecskeosztályról, majd pedig leírom a logikai levezetését e rendszernek.

<b>Bozon neve</b>	<b>jele</b>	<b>kölcsön- hatás</b>	<b>generáló mechanizmus</b>	<b>tömeg</b>	<b>töltés</b>	<b>spin</b>
Virtuális foton	$\gamma$	elektromos	nyugvó töltés változó mágneses tér	0	0	1
Valós foton	$\gamma$	mágneses	mozgó töltés változó elektromos tér	0	0	1
Virtuális graviton	g	gravitáció	nyugvó tömeg változó gravitomagn. tér	0	0	1
Valós graviton	g	gravito- mágneses	mozgó tömeg változó gravitációs tér	0	0	1
Virtuális gluon	gl	erős	nyugvó kvark változó gyenge tér			
Valós gluon	gl	gyenge (erős-mágn.)	mozgó kvark változó erős tér	0	0	1

Az 1970-es évek közepén még így nézett ki a kölcsönhatások leírása, valamint a kölcsönhatást közvetítő részecskék „állatkertje”:

Kölcsönhatás	generáló objektum	kölcsönhatást közvetítő részecske			
		neve	tömeg (GeV)	töltés	spin
elektromágneses	töltés	foton	0	0	1
gravitációs	tömeg	graviton	0	0	1
erős	barion töltés	$\pi^\pm$ és $\pi^0$	0,14	$\pm 1, 0$	1
gyenge	gyenge töltés	$W^\pm$ és $Z^0$	80-90	$\pm 1, 0$	1

Itt a GeV gigaelektronvoltot, vagyis milliárd elektronvoltot jelent.

Most jól érzékelhető az erős és gyenge kölcsönhatás közvetítő részecskéi közti hasonlóság: a három Yukawa-féle pí-mezon a magerőknél, és a három hasonló részecske, a  $W^\pm$  és  $Z^0$  a gyenge kölcsönhatásnál.

Azonban, mint láthattuk, ma már a pí-mezonos kölcsönhatást a fizika „lomtárba” helyezte, a magerők forrása a nukleonok (proton és neutron) belsejében működő gluonos kölcsönhatás a három kvark között.

Nézzük a mostani helyzetet, ahogy a mai fizikakönyvek leírják!

Kölcsönhatás	generáló objektum	kölcsönhatást közvetítő részecske			
		neve	tömeg (GeV)	töltés	spin
elektromágneses	elektromos töltés	foton	0	0	1
gravitációs	tömeg (grav. töltés)	graviton	0	0	1
erős	bariontöltés	gluon	0	0	1
gyenge	gyenge töltés	$W^\pm, Z^0$	80-90	$\pm 1, 0$	1

Most jól érzékelhető, hogy a gyenge kölcsönhatás mennyire „kilóg” a sorból.

Nem lehetne-e a két  $W$  bozont és a  $Z$  bozont kiiktatni, ahogy a pionokat kiiktattuk már a magerők leírásakor?

Fogjuk föl úgy, hogy a piontér örvénylése a nukleonon (protonon, vagy a neutronon) belül ugyanúgy kivetül, erősen legyengülve a nukleonon kívüli térbe, mint ahogy a kvarkok gluoncseréjeként megvalósuló kölcsönhatás nukleáris van der Waals erőként kivetül, és létrehozza a nukleonok (protonok és neutronok) közti erős kölcsönhatást!

Általában véve is úgy gondolkodunk, hogy valamennyi alapvető kölcsönhatást föl kell bontani egy alaphatásra, és egy azt kísérő mágneses jellegű kísérőhatásra.

A klasszikus elektromágneses kölcsönhatást a kvantumelektrodinamika kétféle fotonnal írja le: a virtuális és a valós fotonnal. (Erről bővebben lásd: Fritzsche Harald: Kvarok c. művét. Gondolat Kiadó, Budapest, 1987.)

A virtuális foton felelős az elektromos kölcsönhatásért (ezt írják le az ún. Feynman-gráfok), a valós foton pedig a mágneses kölcsönhatásért. A Feynman-gráfokon két elektron közti kölcsönhatás közvetítő részecskéje egy virtuális foton. A virtuális foton hullám megfelelője egy longitudinális hullám.

A mágneses kölcsönhatásért a valós foton a felelős. A valós foton hullámmegfelelője egy transzverzális hullám. Ennek köszönhetjük, hogy látunk. Valójában a mágnesesség nem más, mint a valós fotontér örvénylése. Ezt fejezi ki a második Maxwell-egyenlet:  $\text{div } \mathbf{H} = 0$ . A mágneses térnek nincs forrása. Csak rotációvektorral írható le, amit még a fizikusok is „örvényvektornak” neveznek.

Ugyanígy föl kell bontanunk a gravitációs teret is valós (transzverzális) és virtuális (longitudinális) gravitonok terére. Így kapunk egy gravitációs kölcsönhatást, amit a virtuális (longitudinális) gravitonok keltenek, és a tömegek közt hat, valamint egy mágneses jellegű, de a mozgó tömegekkel kapcsolatos kölcsönhatást, amit a valós (transzverzális) gravitonok keltenek. Mozgó tömegek körül gravitomágneses tér alakul ki, gyorsuló tömegekről pedig gravitomágneses hullámok válnak le. A mechanizmus ugyanaz tehát, mint az elektromágneses téknél.

Végül pedig az elektromágneses és a gravitomágneses kölcsönhatás mintájára építjük föl az erős-gyenge (erős-mágneses) kölcsönhatást, ahol a gyenge erők nem önálló, negyedik kölcsönhatást képeznek, hanem a magerők mágneses kísérői.

Így a három alapvető kölcsönhatás: a gravitáció, az elektromosság és az erős kölcsönhatás. Ezeknek pedig mindnek van egy mágneses kísérője, amely az adott tér (mező) örvénylésével kapcsolatos.

Különös, hogy a fizikusok eddig még nem gondoltak az erős és a gyenge kölcsönhatás hasonló alapon történő egyesítésére, egy erős-gyenge (erős-mágneses) tér formájában.

### **A virtuális részecskék**

A virtuális részecskék a nevükből következően, olyan „szellemrészecskék”, amelyek segítségével a fizikusok leírják bizonyos folyamatokat, de még senki nem látta őket. Sok fizikus afféle matematikai segédeszközként is kezeli ezeket, nem tartva tehát valóban létező objektumoknak.

A virtuális részecskék valójában létező objektumok, csak szuperfolyékony állapotban „vegetálnak” a vákuumban, „belesimulva” abba, és nem lépnek kölcsönhatásba a hagyományos értelemben vett anyaggal. A virtuális részecskék tehát szuperfolyékony állapotban levő, kölcsönhatásra képtelen részecskék. Amennyiben fermionok, ugyanolyan Cooper-párokat alkotnak, akár a szupravezetőben az elektronok. Az ilyen Cooper-párok kifelé már bozonokként viselkednek, hiszen a fermionpár spinjei összeadódnak egész számmá. A bozonok pedig szuperfolyékony állapotba hozhatók nagyon alacsony energiaszinten. Energiabefektetés hatására viszont e Cooper-párok szétszakadnak, és a keletkező fermionok már kölcsönható állapotba kerülhetnek és megnyilvánulhatnak.

A valós fotonok a mágneses kölcsönhatást közvetítik, transzverzális hullámként terjednek. Róluk tudjuk, hogy valóban léteznek. A Feynman-gráfokban szereplő, és a töltések közötti elektromos kölcsönhatást közvetítő virtuális fotonok viszont longitudinális hullámokként írhatók le, és sok fizikus nem tartja őket valószínűségi létező objektumnak. De azért mi fogadjuk el őket a részecskevilág teljes jogú polgárainak!

A vákuumkontinuum egyrészt szuperfolyékony, tehát benne longitudinális hullámok terjednek, mint bármely folyadékban, vagy gázban, másrészt viszont ugyanez a vákuum egy szupersűrű egykristály, amelyben transzverzális hullámok terjednek. A szuperfolyékonyság lehetővé teszi e két fizikai állapot egyesítését!

A különböző vákuumhullámok, például az elektromágneses hullámok, a transzverzális és longitudinális hullámcsomagok szabályos váltakozásai és tovaterjedései a térben. Másként fogalmazva a fény a szuperfolyékony és nem szuperfolyékony állapotok, vagyis a kölcsönható és nem kölcsönható állapotok szabályos váltakozása és tovaterjedése a térben.

Végezetül írjuk föl az összes fundamentális részecskék „állatkertjét”, a kölcsönhatásokkal együtt!

<b>Kvarkok</b>	<b>leptonok</b>	<b>közvetítő részecskék</b>	<b>kölcsönhatások</b>
U	elektron	virtuális foton	elektromos
D	elektronneutrínó	valós foton	mágneses
C	müön	virtuális graviton	gravitációs
S	müönneutrínó	valós graviton	gravitomágneses
T	taurészecske (tauon)	virtuális gluon	erős
B	tauneutrínó	valós gluon	erős-mágneses (gyenge)

Látható a szép „kvark – lepton – közvetítő részecske – kölcsönhatás” szimmetria!

Van hat kvarkunk (és hat antikvarkunk), hat leptonunk (és ezek antipárjai), valamint hat közvetítő részecskénk, és ezek antipárjai. Ugyanakkor mind a kvarkok, mind a leptonok, mind a közvetítő részecskék párokba szerveződnek. Kvarkoknál például: u-d, c-s és t-b párok.

A leptonok és a közvetítő részecskék is párokat alkotnak, mint ahogy az alapvető kölcsönhatások is.

Ez így esztétikus, szimmetrikus! Természetesen nem csupán esztétikai megfontolások szólnak amellet, hogy a gyenge kölcsönhatást kezeljük az erős kölcsönhatás mágneses kísérelőjeként, hanem mindaz a megfontolás, amit már föl-soroltam.

## Kvantumszín dinamika: QCD (Quantum Chromo Dynamics)

### Kvarkok és gluonok

Most pedig merüljünk el a kvarkok közötti gluonos kölcsönhatásokat leíró kvantum-szín-dinamikában (quantum-kromo-dynamics, vagyis QCD). A hat kvark rendelkezik elektromos töltéssel, mégpedig nem egész töltéssel, hanem tört résznyi töltéssel.

Ezenkívül a kvarkoknak tömegük is van. Ez azonban csupán hipotetikus („számolási”) tömeg, a kvarkok tömegének összege adja ki a hadron (háromkvarkos barion és kétkvarkos mezon) tömegét. Már említettem, hogy ha létezik szabad kvark, annak a tömege sokszorosa (tizenötszöröse) a protonénak. A három kvark együttes tömege a magfizikában jól ismert tömegdefektus miatt kisebb, mint a proton tömege. A kvarkok tömegének nagyobbik része ugyanis kötési energiává alakul át az  $E = m \times c^2$  képletnek megfelelően.

Láthattuk, hogy az atommag tömege is kevesebb, mint az őt alkotó nukleonok tömegének összege. Az  $E = m \times c^2$  összefüggésnek megfelelően a protonok és neutronok tömegének egy része a köztük levő kötési energiává alakul át. Ugyanígy, a kvarkok közti kötési energia „viszi el” a kvarkok tömegének nagy részét.

### A kvarkok „íze”, „zamata”

A barionok a háromkvarkos hadronok, vagyis „nehéz részecskék”. Ide tartoznak az atommag alkotók, tehát a nukleonok: a proton és a neutron. A proton kvark konfigurációja: **udd**. Vagyis egy *up* kvarkból és két *down* kvarkból áll.

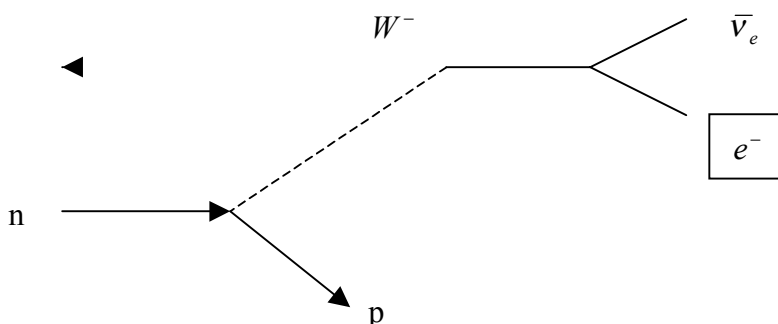
A neutron kvark konfigurációja: **uud**. Vagyis két *up* kvarkból és egy *down* kvarkból épül föl.

A kvarkok egyik lényegi tulajdonsága, attribútuma az ún. *íz*, vagy *zamat*, angolul *flavour*. E tulajdonságuk változásával a kvarkok egymásba alakulhatnak át. Például **u** kvark átalakul **d** kvarkká, és ezt nevezzük úgy, hogy megváltozik a *zamata*. Minden ilyen zamatváltozást egy gluonos kölcsönhatás idéz elő. Tulajdonképpen ez a gyenge kölcsönhatás megnyilvánulása.

A gyenge kölcsönhatás a kvark „zamatára”, „ízére” hat, azt változtatja meg. Például a radioaktív bétabomlás során az **uud** kvarkkombinációjú neutron egyik **u** kvarkja **d**-vé alakul át, egy gluonos kölcsönhatás következtében.

Egy valós (transzverzális) gluon eltalál egy **u** kvarkot, és azt **d** kvarkká alakítja át. Az **uud** neutronból így **udd** képletű proton lesz, közben a neutron kibocsát egy virtuális  $W^-$  bozont, amely azután rögtön egy elektronra és egy elektron antineutrínóra bomlik tovább.

### Neutron radioaktív bétabomlása



A semleges neutron protonra és  $W^-$  bozonra bomlik. Ez utóbbi tovább bomlik elektronra és elektron antineutrínóra.

(Láthatjuk, hogy nem sérül a töltésmegmaradás törvénye, ugyanis a semleges neutronból egy pozitív töltésű proton és egy negatív töltésű elektron képződött, kettőjük összegzett elektromos töltése zérus.)

A hadron minősége megváltozik tehát, sőt, elektromos töltése is ez esetben: semleges neutronból pozitív töltésű proton lesz. Ez a kvarkíz átalakulás a gyenge kölcsönhatással, vagyis az erős-mágnesességgel kapcsolatos és nem az erős kölcsönhatással.

### A kvarkok színe

A kvarkok feles spinűek, tehát fermionok. Ugyanakkor a kvarkok rendelkeznek egy másik különös tulajdonsággal, ami hasonlít az elektromos töltéshez és a fizikusok „színtöltésnek” nevezik.

Egy kvarknak háromféle színtöltése lehetséges: piros, zöld, kék. (Természetesen ezeket a színeket nem kell „komolyan” venni, nincs köztük az általunk ismert színekhez, egyfajta konvenció eredményeként nevezzük így őket.) E „színtöltéseknek” mindegyiknek létezik anti megfelelője: antizöld, antikék, anti piros. A három „színtöltés” azért furcsa, mert elektromos töltésből kettőt ismerünk és ezek egyúttal egymás anti megfelelői (negatív és pozitív töltést), míg színtöltésből viszont hármat, és mindháromnak van anti párja is. Ez olyan, mintha háromféle töltést ismernénk az elektromos térrel kapcsolatban, azok anti párjaival együtt, és nem csupán a negatív és pozitív töltést. Az elektromosságnál kétféle töltés van tehát, pozitív és negatív, míg a kvarkok színtöltése az anti párokkal együtt összesen hat lehet.

Tehát a kvarkok színesek is: van „piros” **u, d, c, s, t, b** kvark, van „zöld” **u, d, c, s, t, b** kvark és létezik „kék” kvark, és persze ezek anti megfelelője.

Hogy még bonyolultabb legyen a helyzet, a kvarkok közötti kölcsönhatást nyolcféle gluon közvetíti. Ugyanakkor a tömeggel, elektromos töltéssel nem rendelkező, 1 spinű gluonok rendelkeznek színtöltéssel is. Ez olyan – mint említettem – mintha a foton rendelkezne elektromos töltéssel is.

Mit jelent a gluon színtöltése? Azt, hogy egy kvarkhoz kapcsolódva képes megváltoztatni a kvark színtöltését, vagyis a kvark színét. Nagyon fontos azt megjegyeznünk, hogy a kvarkok színe változása az *erős kölcsönhatás* lényege!

A kvarkok színeváltozása a gluonok által nyolcféle módon mehet végbe. (A matematikai leírás az ún. nem-ábeli mértékelmélet szerint kissé bonyolult, ezért ettől eltekintünk.)

Ne felejtsük: a *kvarkíz* változás, tehát hogy például az **u** kvark **d** kvarkká alakul át, a *gyenge kölcsönhatással* kapcsolatos. A kvarkok színe változása viszont az erős kölcsönhatással azonosítható, tehát ez a felelős például a klasszikus magerőkért. Ha egy zöld **u** kvarkot pirossá alakít át egy gluon, akkor ott a magerők nyilvánulnak meg. Ha egy **u** kvarkból **d** kvark lesz, akkor a gyenge kölcsönhatást érzékeljük.

Minden gluon egy színtöltéssel és egy (nem ugyanolyan) antiszín töltéssel rendelkezik. Például: *vörös – antizöld* töltéssel. Ha egy vörös színű **u** kvark *vörös – antizöld* gluont bocsát ki, a saját színtöltése zölddé változik. Tehát vörös **u** kvarkból zöld **u** kvark lesz.

A kibocsátott *vörös-antizöld* gluon egy zöld kvarkhoz kapcsolódik, annak színét pirosra változtatja.

Íme a lehetséges kombinációk a gluon kvarkszíntöltést változtató képességei alapján:

Piros kvark → zöld kvark    zöld kvark → piros kvark    kék kvark → – piros kvark  
 Piros kvark → kék kvark    zöld kvark → kék kvark    kék kvark → zöld kvark

A gluonok tulajdonképpen sajátos színcserét eszközölnek a kvarkok között. Nézzük ezt részletesebben!

1. piros **u** kvark → (*piros – antizöld*) gluon → zöld **d** kvark

↓	↓
zöld <b>u</b> kvark	piros <b>u</b> kvark

2. piros kvark → (*piros – antikék*) gluon → kék kvark

↓	↓
kék kvark	piros kvark

Ugyanez a variáció áll a többi színre is. Az 1. esetben tehát egy piros **u** kvark, kibocsát egy (*piros – antizöld*) gluont, amely kölcsönhat egy zöld **d** kvarkkal. A piros **u** közben zöld **u**-vá változik, a zöld **d** pedig piros **d**-vé, vagyis színcsere

történik a két kvark között. Ez tehát az erős kölcsönhatás lényege. Ennek a kölcsönhatásnak a nukleonon (protonon, neutronon) kívüli, legyengült maradványa a nukleáris kölcsönhatás, amely összetartja az atommagban a neutronokat és a protonokat.

A virtuális (longitudinális) gluon képes megváltoztatni a kvark színét, mégpedig az erős (gluonelektromos) kölcsönhatás keretében, míg a kvark zamatát a valós (transzverzális) gluon változtatja meg a gyenge (gluonmágneses) kölcsönhatás révén.

Hozzá kell ehhez tenni még azt is, hogy a valós gluon nem csak a kvarkok „ízét”, „zamatát” képes megváltoztatni, hanem a leptonokét is, mert azoknak is van zamata. Ez ugyancsak gluonmágneses (azaz gyenge) kölcsönhatás révén valósul meg.

Például elektronneutrínóból elektron keletkezik valós gluonnal történő gyenge kölcsönhatás révén. Ilyenkor a neutrínó  $W^+$  bozon kibocsátásával alakul át negatív töltésű elektronná. Az olvasó persze arra gondol, hogy a parányi, tömeg nélküli, vagy csak minimális tömeggel rendelkező neutrínó miként bocsáthat ki egy nála jóval hatalmasabb tömegű bozont. Nos, ez a mikrovilágban „mindennapos” jelenség az  $E = m \times c^2$  összefüggés értelmében: energiából tömeget nyerünk. Ha egy nagyenergiájú gluon impulzust ad át a neutrínónak, akkor a neutrínónál jóval nagyobb tömegű részecske is keletkezhet.

A reakció fordítva is végbe mehet: elektron alakul át elektron neutrínóvá, egy  $W^-$  bozon kibocsátásával. Vegyük észre a töltésmegmaradás törvényének, vagyis egy fontos *megmaradási törvénynek* az érvényesülését! Az első reakcióban a semleges elektron-neutrínó pozitív töltésű  $W^+$  bozon kibocsátásával alakul át negatív töltéssel rendelkező elektronná. A pozitív és negatív töltés a végső elszámolásban kiegyenlíti egymást.

Végezetül az elnevezések egyszerűsítése és a fogalmak tisztázása végett vezessük be a gluonelektromos (vagyis erős) kölcsönhatás és a gluonmágneses (vagyis gyenge) kölcsönhatás fogalmát.

A gluonelektromosság a kvarkok színére (színtöltésére) hat, azt változtatja meg, virtuális gluonok révén. Ez az erős kölcsönhatás.

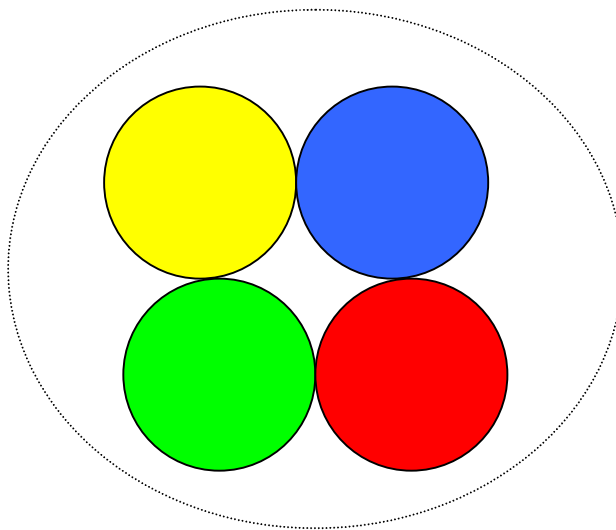
A gluonmágneses kölcsönhatás a kvarkok és leptonok zamatát változtatja meg. Például **u** kvarkból **d** kvark lesz, vagy elektronnól elektron antineutrínó. Ez egyben elektromos töltésváltozást is jelent: az **uud** kvarkkonfigurációjú, semleges neutronból pozitív töltésű, **udd** konfigurációjú proton lesz, illetve a negatív elektromos töltést hordozó elektronnól elektron neutrínó. Ez a gyenge kölcsönhatás.

## A három vákuumbozon

A kvantumvákuum kontinuum három részecskéből, három bozonból áll, amelyek külön-külön felelősek a három alapvető kölcsönhatásért: fotonokból, gravitonokból és gluonokból.

A gluon, a foton és a graviton négy kvark, pontosabban két kvark-antikvark páros összetett rendszere. Ez annyit jelent, hogy két mezon kapcsolódik össze. Ugyanis a mezon áll mindig egy kvark - anti kvark párból. A fizikusok még nem találták meg a négykvarkos részecskét, eddig csak háromkvarkos konfigurációt (barionokat) sikerült észlelni, vagy kétkvarkos (pontosabban kvark – antikvark pár) konfigurációt: a mezonokat.

Ennek az, az oka, hogy a négykvarkos konfiguráció rendkívül stabil, nehezen gerjeszthető, nagyon hasonló a négybarionos (két proton + két neutron) hélium atommaghoz. Tudjuk, hogy ez a négykomponensű konfiguráció az oka annak, hogy a héliumatommag ennyire stabil, nehezen gerjeszthető, nem vegyül más elemekkel, és szuperfolyékony állapotba hozható, az összes elem közül egyedül.



A háromféle vákuumbozon tehát közvetíti a három alapvető kölcsönhatást, de mindegyik csak egy félét:

- a graviton a gravitációs (pontosabban a gravitomágneses) kölcsönhatást,
- a foton az elektromágneses kölcsönhatást,
- a gluon az erős-gyenge (erős-mágneses) kölcsönhatást.

A három vákuumrészecske egyfajta elegyként, öslevesként kitölti az Univerzumot. A graviton nem hat kölcsön a fotonnal, és a gluonnal, a foton sem hat kölcsön a gluonnal.

A tömeggel bíró objektumok, például a háromkvarkos barionok (közéjük tartoznak a nukleonok, tehát a proton és a neutron) kölcsönhatásba lépnek a négykvarkos gravitonokkal, elnyelik és átalakítják azokat.

Hogyan lehetséges, hogy a „kisebb” háromkvarkos részecske elnyeli a „nagyobb”, négykvarkos részecskét? Nos, láthattuk, hogy a mikrovilágban ilyesmi is lehetséges. (A szabad kvark, ha létezne, 15-ször nagyobb tömegű volna, mint a proton. De egy protonon belül mégis elfér három kvark, mert tömegük jelentős része kötési energiává alakul át.) A négykvarkos vákuumbozon sokkal kisebb méretű, mint a háromkvarkos proton, vagy neutron, de még a tömege is kisebb azokénál, ugyanis a négy kvark tömegének nagy része kötési energiává alakult át. (Tömegdeffektus.)

Ne feledjük el, már volt róla szó, hogy az atommag tömege is jóval kisebb, mint a benne található protonok és neutronok együttes nyugalmi tömege, ugyanis kötési energiaként, mageróként, tehát energia formájában van jelen a részecskék tömegének egy része.

A háromkvarkos proton tehát elnyeli a négykvarkos vákuumbozont, átalakítja azt antibozonná (antigravitonná, vagy antifotonná) és emittálja azt. Ennek következtében a gravitonok gyorsulva áramlanak a tömeggel bíró objektumok felé. A gyorsuló mező elveszti szuperfolyékonyságát, mivel ekkor a (graviton)tér elveszti térbeli izotrópiáját, és így föllépnek a makrohatások. Ez a gravitáció.

A töltéssel rendelkező objektumok, mint a proton, az elektron a fotonokkal hatnak kölcsön, a gravitonmezővel nem. Így jön létre az elektromágneses kölcsönhatás. A kvantumelektrodinamika írja le ezt a kölcsönhatást kvantumos szinten (a Dirac-egyenlet), illetve a Maxwell-egyenletek nem kvantumos szinten.

A bariontöltéssel rendelkező részecskék (ezek mindig háromkvarkosak) a gluonmezővel hatnak kölcsön, a fotonmezővel és a gravitonmezővel nem. Az itt vázlatosan leírt, úgynevezett kvantumszíndinamika (QCD) írja le ezt a kölcsönhatást.

## **A mikro-és makrovilág törvényeinek összekapcsolása (A Bodonyi-Sarkadi-féle kísérletek)**

### **Miért kering az elektron az atommag körül?**

Sarkadi Dezső fizikus (Paks) hagyományos lengőinga kísérletei azt bizonyítják, hogy a makro-és a mikrovilág törvényei nem térnek el egymástól. Makroméreteken (bolygóméreteken) is létezik szuperfolyékonyság, vagyis a kölcsönhatás hiánya, hatalmas méretű objektumok viselkedhetnek úgy, mint a héliumatomok a szuperfolyékony héliumban.

A fizika egyik nagy szfinx-talánya ma is, hogy miért keringenek az elektronok perpetuum mobileként (örökmozgóként) az atommag körül. Ugyanis az atommag körül keringő elektron látszólag megsérti a klasszikus fizika törvényeit, hiszen miután erőhatás alatt mozog (a pozitív töltésű proton odavonzza), kering a mag körül, folyamatosan energiát kellene veszítenie, és az atommagba kellene zuhannia. Bohr ezt úgy oldotta meg, hogy bizonyos kiválasztott stacionárius (kvantált) pályákon ez a klasszikus szabály a mikrovilágban nem igaz. Bohr ezt posztulátumként, nem bizonyítható, de tapasztalati úton belátható alapigazsággként vezette be. A fizikusok aztán elfogadták ezt az axiómát, és többet nem törődtek vele, belenyugodva abba az általuk gyakran hangoztatott banális közhelybe, hogy „a mikrovilág törvényei eltérnek a makrovilágétól”.

Valójában Sarkadi és e könyv írója is azt mondja, hogy a két „világban” azonos törvények működnek, az atommag körül keringő elektron is folyamatosan energiát veszít, viszont ugyanezt az energiát folyamatosan pótolja a kvantumvákuumból. A kör-vagy ellipszis pályán mozgó, tehát folytonosan gyorsuló elektron kapcsolatba lép a vákuumkontinuummal, és folyamatosan energiát csatol ki abból. Vagyis a szuperfolyékony éter tulajdonságaiból megint megmagyarázunk egy fontos összefüggést, amelyet eddig nem értett a fizika, és nem bizonyítható igazsággként, axiómaként kezelte.

A kvantált, szigorúan diszkrét, „megengedett” pályák létének oka pedig az elektron hullámsomagként való viselkedése.

A de Broglie féle összefüggés a részecske impulzusa és hullámhossza között ( $\lambda = \frac{h}{m \times v}$ ) megmagyarázza a Bohr-féle pályakiválasztási szabályt: a megengedett pályák az elektron tömegének megfelelő hullámhossz egész számú többszörösei.

De vajon, nem igaz-e ez makroméreteken is, például a Nap körül keringő bolygók esetében? Elvileg a bolygóknak is folyamatosan energiát kellene veszíteniük, még akkor is, ha teljesen tiszta, anyagmentes vákuumban mozognak. Lehet, hogy a bolygók is vákuumenergiát csatolnak ki, és ez biztosítja keringési (mozgási) energiájukat évmilliárdokon keresztül?

Itt megnyilvánul a természet egy szabályos önszabályozó rendszere, amely úgy tűnik, hogy univerzális, vagyis érvényes a makro-és a mikrovilágra egyaránt. Ha az elektron befog egy fotont, gerjesztődik, és külsőbb pályára ugrik, ha gerjesztett állapotából visszatér egy belsőbb, és ezért stabilabb pályára, akkor ellenkezőleg jár el, vagyis fotont bocsát ki. Minden elemre jellemző, hogy ilyenkor milyen fényt sugároz, ezért lehet színeképelemzéssel megállapítani a távoli csillagok összetételét. A hidrogénatom belső pályára ugró elektronja által kisugárzott fényfoton hullámhossza például 21 cm.

Bohr egyszerű atommodellje visszaadja a hidrogén mérhető színek spektrumát.

Bonyolultabb atomok esetén már a Bohr modell nem volt használható, de 1925-ben Bohr és de Broglie gondolatait továbbfejlesztve Heisenberg, Schrödinger, Born, Jordan és mások megalkotják az általánosabb érvényű kvantummechanikát, amelyről a következő évek során igazolódott, hogy az képes az atomok, molekulák teljes fizikai leírására és részben alkalmas az atommagok tulajdonságainak megértésére is.

Mindazonáltal a kvantummechanika fizikai értelmezése mind a mai napig sem tekinthető lezártnak. A kvantummechanika valószínűségi értelmezését Albert Einstein is erősen kritizálta. A stabil kvantumpályák kialakulásának fizikai hátterét ma is sokan vizsgálják, több fizikai hipotézis is született. A lehetséges értelmezések között talán az egyik legizgalmasabb az a feltevés, hogy a kvantummechanikában a természet egy önszabályozó törvénye jut érvényre, miszerint például egy elektron energiája egy adott pályán azért állandó átlagértékben, mivel folyamatosan kölcsönhatásban áll a tér, a „vákuum” energiájával. Ha az elektron energiája csökken, azt a vákuum energiája pótolja, ha az elektron energiája növekszik, a többlet energiát a vákuum nyeli el. Minden makroszkopikus szabályozó működésében szükségszerűen megjelenik egy zérustól különböző szabályozási hiba, amely lehetővé teszi a hibajel visszacsatolását, amely alapján egy szabályozó egyáltalán működni tud. A mikrovilágban a szabályozási hibának Heisenberg híres határozatlansági relációja felel meg.

Sarkadi Dezső fizikus feltételezi, hogy a természet önszabályozó mechanizmusa nem csak a mikrovilágban érvényesül, de a makrovilágban is, bár ott nem annyira élesen, szembetűnően, mint ami a mikrovilágban zajlik. Sarkadi a feltevését gravitációs kísérletekkel igazolta. A gravitációs kölcsönhatás jellemzően a makroszkopikus világban válik dominánssá, a mikrovilágban elhanyagolható a jelentősége. Talán ez az oka annak, hogy a kvantumgravitációnak máig sincs elfogadott elmélete. (Talán ez a könyv némi változást eredményezhet e téren...)

Sarkadi Dezső (korábban Bodonyi László) nagy lengésidejű és relatíve nagy méretű (több méteres, több tíz kilogrammos tömegű) fizikai ingával végzett kísérletei egyértelmű kvantumos jelenségeket mutatnak a gravitáció területén. Ugyancsak kvantumos viselkedés mutatható ki Nagy Csaba Sándor nagyváradi kutató torziós ingás kísérleteiben is. Nagy Csaba a kísérleteiben 15-20 méter

hosszúságú torziós szálát használ, melynek torziós nyomatéka már elhanyagolható az ingára ható külső gravitációs tér (kvantált örvénytér) relatíve erősebb hatása mellett.

Ugyanakkor a gravitációs tér kvantálására utaló felismerés a középkorra nyúlik vissza, a Naprendszer bolygótávolságaira érvényes közelítő szabály Johann Elert Bode (1747-1826) német csillagász és Johann Daniel Titius (1729-1796) porosz fizikus, csillagász, feltaláló nevéhez fűződik. A Bode-Titius<sup>12</sup> szabály azt a felismerést tartalmazza, hogy a Naprendszer bolygóinak Naptól való távolsága közelítőleg 2 egész-számú hatványai szerint rendezhetők sorba.

$\alpha = 0,4 + 0,3 \times 2^n$ , ahol  $\alpha$  = a bolygó Naptól mért távolsága CsE-ben, vagyis csillagászati egységben. Egy CsE = 150 millió km, vagyis a kerekített átlagos Nap – Föld távolság,  $n = -\infty, 0, 1, 2, 3, \dots$

A Bode-Titius szabályt a tapasztalat útján vezették le, de volt itt egy kakukktojás: az  $n = 3$  eset, ahol  $\alpha = 2,8$  CsE, és ez a Mars és a Jupiter pályája közt található, de ott nincs semmilyen bolygó. Éppen e probléma vizsgálata vezetett a kisbolygó öv felfedezésére. Az első felfedezett kisbolygó, a Ceres Naptól mért távolsága 2,77 CsE, ami nagyon jól közelít a 2,8 számított értékhez!

A Bode-Titius szabály tehát használhatónak bizonyult a csillagászatban is.

Ma a modern eszközökkel rendelkező csillagászat, illetve a távoli bolygókra küldött űrszondák mérései azt is igazolják, hogy a Bode-Titius szabály nemcsak a Naprendszer bolygóira, de ezen bolygók holdjainak többségére is teljesül. A mai ismert gravitációs elméletek (kiemelten a newtoni gravitációs elmélet és az Einstein általános relativitáselmélete) jelenleg nem képesek ezt a középkori eredetű tapasztalati törvényt elméletileg igazolni. Utóbbi időkben a szakirodalomban olyan próbálkozások is vannak, hogy a Bode-Titius törvényt megpróbálják visszavezetni ismert *véletlen eloszlási függvényekre* (mint pl. a Poisson eloszlásra), amivel lényegében cáfolni szeretnék a törvény valós fizikai hátterét. Magyarul bizonyítani szeretnék, hogy a Bode-Titius törvény pusztán csak a véletlenek összjátéka.

Sarkadi Dezső kísérletei közvetve igazolják a Bode-Titius törvény érvényességét a fizikai ingára is. A szakmabeliek, fizikusok, matematikusok jól tudják, hogy a gravitációs ingák (a fonál inga és a fizikai inga) a Naprendszer modelljeinek tekinthetők.

A kísérletek azt mutatják, hogy a nagy lengésidejű fizikai inga sebessége közel állandó, átlagértékben kb. 0.1 mm/sec nagyságú. A fizikai inga Sarkadi feltevése szerint ekkor közel alapállapotú (azaz zérusponyi energiájú) lengést végez.

---

<sup>12</sup> Az Új Magyar Nagylexikonban Titius-Bode szabály címszónál. A szabályt J.D. Titius ismerte föl 1766-ban, majd J.E. Bode közölte 1772-ben. Titius egyébként B. Franklin előtt feltalálta a villámhárítót. Bode javaslatára adták 1781-ben a W. Herschel által nem sokkal korábban felfedezett új bolygónak az Uranus nevet.

Kiderült, hogy a fizikai inga amplitúdója konstans ingasebesség esetén éppen a Bode-Titius törvény szerint alakul. (A fizikai inga amplitúdójának ugyanis a Naprendszerben éppen a bolygó keringési sugara felel meg!)

Sarkadi szerint tehát a kvantumviselkedés nem csupán a mikrovilágra érvényes. A bolygók hosszú idejű (milliárd éves nagyságrendű) pályastabilitása megnyugtatóan csak azzal a feltevéssel magyarázható, hogy pályáik gravitációsan kvantáltak, ezért (nem elhanyagolható mértékű) lassú energiavesztéseiket a vákuumenergia folyamatosan pótolja. Konkrét példaként gondoljunk a Föld-Hold rendszerre. A Hold keringési ideje és pályasugara valószínűleg évmilliók óta nem változott lényegesen, ugyanakkor a Hold mozgása hatalmas erőket gerjeszt, részben az ár-apály jelenséggel, részben a Föld magmájának állandó deformációjával. Ez viszont hatalmas energiavesztéssel kellene, hogy járjon, a Holdnak le kellene fékeződnie, és a Földbe kellene csapódnia a klasszikus fizika szabályai szerint. Nincs más magyarázat, mint hogy a Hold csökkenő kinetikus energiáját a térből, a „vákuum energiából” pótolja.

Látni kell azonban, hogy a makroszkopikus rendszerekben a kvantumtulajdonság nem érvényesülhet olyan pontosan és élesen, mint a mikro-rendszerekben. Egy makroszkopikus rendszer túlságosan „soktest-probléma”, az önszabályozási mechanizmusokat erősen megzavarhatják a többnyire külső eredetű véletlenek (gondoljunk például egy nagyméretű aszteroida becsapódására a Földre, vagy akár a Holdra). Éppen a ma divatos „káosz elméletek” próbálják a makroszkopikus rendszerekben jelentkező véletlenekben is a törvényszerűségeket megtalálni.

A Bode-Titius szabály makroméreteken megfelel a Bohr-féle atommodell kvantáltságának, mely utóbbi a mikroméreteken érvényes. Ez tapasztalati szabály, akárcsak Bohr pályakiválasztási szabálya. Lényeges különbség azonban, hogy Bohr atommodellje az elektromágneses kölcsönhatásra épül és így más kvantálási szabály érvényesül, mint a gravitáció esetén. Hangsúlyozni kell, hogy a kvantumgravitáció elméletének megalkotása még nyitott feladat, a Bode-Titius tapasztalati törvény talán ehhez lenne az egyik segítség. Mindenesetre óriási kísérleti eredmény, hogy Sarkadi ennek a törvénynek az érvényét a fizikai inga mozgásában is kimutatta.

Úgy tűnik, hogy a természet önszabályozó tulajdonsága univerzális, amely a kvantumpályák kialakulásában és stabilitásában nyilvánul meg. Tehát nem válik el annyira a klasszikus fizika által vizsgált makrovilág a kvantummechanika által vizsgált mikrovilágtól.

### **A Newton-egyenlet módosítása**

A Bodonyi-Sarkadi kísérletek eredményeként módosítanunk kell a gravitációra fölírt Newton-egyenletet.

$$\vec{F} = G \times \frac{m \times M}{r^2} \times \left(-\frac{\vec{r}}{r}\right), \text{ ahol } G = 6,673 \times 10^{-11} \frac{m^3 kg}{s^2}, \text{ a gravitációs állandó.}$$

Csak emlékeztetőül: a G gravitációs állandó azt mutatja meg, hogy az univerzum bármely pontján, bármely időpillanatban két darab egy kilogramm tömegű test egy méter távolságból mekkora erővel vonzza egymást.

Az egyenlet jobb oldalán az utolsó szorzótényező az erő irányába mutató egységvektor, ami tehát kijelöli az erő irányát.

A módosított egyenlet:

$$\vec{F} = G \times \frac{m \times (M - m)}{r^2} \times \left(-\frac{\vec{r}}{r}\right).$$

Vagyis a gravitációs erő nem csupán a két kölcsönható objektum tömegétől és a köztük levő távolságtól függ, hanem a két tömeg arányától, pontosabban különbségétől is! Mit jelent ez? Minél közelebb van egymáshoz a két kölcsönható objektum tömegének nagysága, annál kisebb a kölcsönhatás közöttük. Ha a két tömeg pontosan megegyezik, akkor eltűnik a kölcsönhatás.

Miért nem derült ez eddig ki egy olyan „banális” probléma kapcsán, mint a gravitáció? Sarkadi Dezső válasza erre az, hogy bármilyen ingakísérlet esetén (pl. a gravitáció vizsgálatára két évszázad óta szinte kizárólagosan alkalmazott Cavendish-inga esetében) a vizsgált kölcsönható tömegek nagysága jelentősen (nagyságrendekkel!) eltért egymástól.

Bodonyi és Sarkadi közel egyforma tömegekkel végeztek „szimpla” lengőinga kísérleteket. A főnti összefüggés tapasztalati úton így derült ki.

### **Szuperfolyékonyság makroméreteken!**

Vegyük észre, hogy ez azt jelenti: ha két bolygó tömege pontosan megegyezik, akkor a köztük levő távolságtól függetlenül megszűnik a köztük levő gravitációs kölcsönhatás! Természetesen az ilyen ideális állapotot szinte lehetetlen a makrotestek világában előállítani.

De a mikrovilágban már ismerünk valami hasonlót: a szupravezetőben keringő elektronok, és a szuperfolyékony héliumfolyadék atomjai azonos energetikai állapotban vannak és nem hatnak kölcsön egymással.

A Bodonyi-Sarkadi féle összefüggés valójában nem csupán a tömegek azonoságát feltételezi, hanem a kölcsönható makrotestek összes egyéb paramétereit is, különös tekintettel azok energetikai állapotára. Nyilvánvaló, hogyha két teljesen megegyező tömegű test hőmérséklete, sűrűsége, mozgásállapota is azonos, akkor tapasztaljuk a kölcsönhatás mentességét közöttük.

A szuperfolyékonyságnál és a szupravezetésnél tapasztalt kölcsönhatásmentes állapot tehát nem csupán a mikrovilágban igaz, hanem elvileg a makrovilágban is. Az persze más kérdés, hogy előállítható-e két azonos tömegű kődarab, netán bolygó, amelynek minden egyéb paramétere is azonos! Nyilván e makrotesteket is az abszolút zérusfok közelébe kellene hűtenünk, hogy előállítsuk a teljes kölcsönhatás mentességet.

A lényeg tehát: a makro- és a mikrovilág törvényei teljességgel azonosak, nincs okunk, hogy szétválasszuk e „két” világot!

## Kvantált örvények hordozzák az információt

László Ervin (1932-) Olaszországban élő magyar filozófus fejti ki Kozmikus kapcsolatok (Magyar Könyvklub, 1996) c. művében azt a gondolatmenetet, hogy a tudat, a psziché talán az emberi agy és a vákuum kölcsönhatásának az eredménye. (László Ervin a Schrödinger-féle pszí-függvény alapján pszí-mezőnek nevezi a vákuumot.)

Úgy gondolja, hogy a lélek talán agyunk háromdimenziós hologramlennyomata ebben a vákuumkontinuumban.

Neumann János kiszámította, hogy életünk során kb.  $10^{20}$  bitnyi információ halmozódik föl agyunk terében. Ma már azt is tudjuk, hogy semmilyen oda bekerült információ nem törlődik, csupán egyre nehezebb előhívni a kevésbé használt információkat. A legújabb kutatások szerint nem is passzív felejtésről van szó, hanem az agy nagyon is tudatos szelekciós mechanizmusairól. Például a kellemetlen emlékeket az agy igyekszik kevésbé hozzáférhető „rekeszekben” elhelyezni.

Érdekes pszichológiai tény, hogy a nők a szülés fájdalmas, kellemetlen részleteire nem igen emlékeznek, csak „a szépre”. Ha ez nem így lenne, a nők sokkal kevesebb gyermeket szültek volna, kipusztult volna az emberiség.

Az  $1300 \text{ cm}^3$ -nyi agyvelő terében  $10^{20}$  bitnyi információt semmilyen kémiai, biokémiai, biofizikai folyamattal sem tudjuk modellezni, még csak megközelítően sem. A László Ervintől származó gondolat viszont magyarázatot adhat erre az elképesztő információsűrűsége: ha a kvantumvákuum szubatomi, elemi részecskéihez kötjük az információ egységét (egy bit), akkor már magyarázható ez a bitsűrűség!

Nézzük ennek egy dinamizáltabb, konkrétabb változatát!

A szuperfolyékony hélium kísérleti vizsgálatáról megjelent Russel J. Donelly cikke a Scientific American magyar változatának, a Tudománynak az 1989/1. számában. Donelly a 2,17 Kelvin fok alá hűtött héliumfolyadékban szubatomi méretű, 0,9 nanométer átmérőjű kvantált örvényeket mutatott ki. Ez azt jelenti, hogy a parányi örvénymag körül keringő héliumatomok pályasugara kvantált:

$$v = n \times \frac{h}{m \times 2 \times r \times \pi}$$
, ahol  $v$  a héliumatom keringési sebessége az örvénymag körül,  $r$  = pályasugár,  $h$  = Planck-állandó.

Ez ugyanaz a képlet, amit Bohr írt föl 1913-ban az elektron pályasebességére az atommag körül.

Ha a héliumatom impulzusmomentumát írjuk föl, megint a Bohr-szabályt kapjuk vissza:

$$m \times v \times r = n \times \frac{h}{2 \times \pi} = n \times \hbar .$$

Az örvények a héliumban végtelen ideig fönmaradnak, ha egyszer létrejöttek, és biztosítjuk a 2,17 K fok alatti hőmérsékletet, ugyanis a szuperfolyékony héliumban a héliumatomok között nincs kölcsönhatás, nincs impulzus átadás ütközés révén (nincs energiadisszipáció).

Azt is sikerült megfigyelni, hogy a parányi örvények a végüknél összekapcsolódhatnak, és bonyolult örvényalakzatokat hozhatnak létre.

A mikrovilágban van egy fontos tulajdonsága a részecskéknek: ha forognak, tehát spinjük (kvantált saját impulzusmomentumuk) van, akkor rendelkeznek mágneses momentummal, akkor is, ha elektromosan semlegesek.

Például a neutron elektromosan semleges, és mégis rendelkezik mágneses momentummal, vagyis parányi mágnesként viselkedik.

A számítógépek memóriáiban mi hordozza az információt? Parányi mágneses mezők! Ezek ugyan parányiak, de végtelenül hatalmasak a szubatomi, elemi részecskék mágneses mezőéhez képest.

Vajon a szuperfolyékony héliumban keletkező szubatomi méretű, kvantált örvények nem hordoznak mágneses momentumot? Jó lenne ezt kísérletileg kimutatni!

Egy ilyen kvantált örvény = egy bit információ! Ha a vákuumkontinuum szuperfolyékony, nem keletkezhettek benne ilyen típusú kvantált örvények? Ha igen, akkor gondoljuk meg, hogy ezek nagyságrendekkel parányibbak, mint az atomos szerveződési szinten a szuperfolyékony héliumban kialakult kvantált örvények.

Tegyük föl a kérdést: mi van, ha agyunk terében ilyen kvantált szubatomi örvénymágnesek hordozzák az információt? Vagyis nem agyunk statikus lenyomata a lélek a vákuumban, hanem egy dinamikus képződmény, parányi örvények milliárdjainak rendezett összessége!

Mivel a vákuum szuperfolyékony, a benne képződött örvények örökké (!) fennmaradnak! Halálunk után leválhat a lélek a testről, az agyról, és önálló létbe kezdhet?

## Filozófiai következmények

Természettudományos, sőt, *materialista* (!) magyarázatot adhatunk a túlvilági létre! Értelmes magyarázatot kapnak a transzcendentális világ jelenségei, az emberiség megsejtései e világról a nagy vallásokban, az idealista filozófiákban!

Létezhet reinkarnáció, lélekvándorlás, van „túlvilág”?

László Ervin a Kozmikus kapcsolatokban fölveti annak lehetőségét, hogy az értelmes lények halál után visszamaradó tudata, lelke összeállhat egy nagy kozmikus tudattá, vagyis a vákuumkontinuum világot átfogó megismerő (ön)tudatává.

László Ervin azzal a problémával is foglalkozik, hogy mi lesz, ha világegyetemünk oszcillál, tehát folytonosan kitágul és összehúzódik? Úgy gondolja, hogy a szuperfolyékony vákuumban (pszí-mezőben), akkor is ottmarad világunk kvantumvákuum lenyomata, és talán a következő ősrobbanáskor ez a visszamaradt tudat már tökéletesített teremtést hajt végre. És így megy ez a végtelen idők óta, és tart a végtelenségig.

De hát nem a világegyetem lelkéről szól Wilhelm Friedrich Hegel (1770-1831) Abszolút Szelleme?

Hegel azt mondja, hogy kezdetben csak az Abszolút Szellem létezett, mégpedig ő maga is öntudatlanul. Ez a tézis, az állítás fázisa.

Aztán az Abszolút Szellem létrehozza önmagából az anyagi világot, ezzel mintegy önmaga ellentétébe csap át, vagyis bekövetkezik a hegeli fejlődési spirálvonal tagadás (antitézis) fázisa.

Végül pedig az Abszolút Szellem az emberi agyban, az emberi megismerő tevékenység által megismeri önmagát, visszatér önmagához, de már egy magasabb fokon: öntudattal bíró Abszolút Szellemként létezik tovább.

Mint már említettem, Hegel volt annyira szerény, hogy úgy gondolta: az ő kopyájának terében, az ő elméjében jutott el az Abszolút Szellem a(z ön)megismerés legvégső fokára, csúcsára, és ezzel véget és ért a tudományos megismerés korszaka, a fejlődés lezárult.

Vajon Platón (Kr.e. 427-347) ideáinak világa nem feleltethető meg a szuperfolyékony vákuum világának? Az idealista filozófiák és a nagy vallási irányzatok nem archaikus megsejtései-e ennek a sajátos vákuummezőnek?

Nézzük az Újszövetséget, mit is válaszol Pál azoknak, akik azt kérdezik tőle: hol van most Jézus, hol az Isten?

„...jóllehet bizony, nincs messze tőlünk, egyiküktől sem, mert bizony benne élünk, mozgunk, és általa vagyunk.” (Ap. Csel. Pál, 17,27-28.)

Vagy gondoljunk Szentlélekre, amely (aki?) kiszállt pünkösdkor az apostolokra, és előidézte a csodás jelenségeket: az apostolok feje fölött parányi lángocskák (fényjelenség?) jelennek meg, szél támad a lezárt szobában, a jelenlevők elkezdnek „nyelveken beszélni”. E legutóbbi, a „nyelveken beszélés” gyakori jelenség az Újszövetségben, a Szentlélek Pál közvetítésével átadja az idegen nyelveken való beszéd képességét azoknak, akik a pogányok közé indulnak téríteni. Azt jelenti, hogy sohasem tanulták, sohasem hallották azt a nyelvet, de mikor megérkeznek, tudni fogják. A pünkösdi jelenség idején (mint tudjuk, ez a keresztény egyház születésének pillanata, a Jézus mennybemenetele utáni ötvenedik napon) a jelenlevők is olyan nyelveken kezdtek beszélni, amelyeket sohasem tanultak, vagy hallottak.

A hinduk világpránája, ahová visszatér a lélek a halálunk után, mielőtt újra elindulna a lélekvándorlás és reinkarnáció szakadatlan körforgásába, és ahonnan kiszakad parányi „darabkaként” a születő csecsemőbe költöző lélek, vajon nem csupán a szuperfolyékony vákuummező archetípusa, megsejtése?

A révületbe eső sámánok találkozása a túlvilági szellemekkel talán nem csupán a psziché furcsa játéka?

Alváskor valószínűleg ezzel a szuperfolyékony kvantumvákuummal lépünk közvetlen kölcsönhatásba, innen eredhetnek bizarr álmaink. Valószínűsíthető, hogy pszichikai energiáinkat a vákuumból csatoljuk ki alvás közben, az ún. alfa állapotban. Biológiai energiáinkat a táplálékból nyerjük, de pszichikai energiáinkat közvetlenül a vákuumból, amikor agyunk együtt rezeg kb. 7 frekvenciával, a vákuummal.

A paranormális képességekkel rendelkező emberek talán éber állapotban is kapcsolatot tudnak létesíteni a vákuummal, képesek benne információ-és energiatranszport folyamatokat indítani.

Az is elképzelhető még, hogy a csillagokban, a nukleáris fúzió hőmérsékletén (több tízmillió Celsius fok) más közvetlen vákuumenergia kicsatolás (nullponti energia kicsatolás) történik. Ha ez igaz, akkor a csillagok élettartama talán nem tíz-húszmilliárd év, hanem nagyságrendekkel több. Ezt valószínűsíti az a tény, hogy a Napunk energiafolyamatait leíró Bethe-ciklus<sup>13</sup> alapján várt neutrínó áradat elmaradt, nem sikerült detektálni. Jóval kevesebb neutrínó érkezik a Napból, mint amennyinek kellene. Ne feledjük el, hogy atomerőműveink megtermelt energiájának 5 %-át viszik el a távozó neutrínók.

A big bang, vagyis az ősrobbanás 13 milliárd évvel ezelőtt, amikor létrejött Univerzumunk, a vákuum egy szűk (kisebb, mint egy  $\text{cm}^3$ -nyi!) térrészben kialakult instabilitása, „felrobbanása” eredményeként, „beazonosítható” a vallások „világteremtés” aktusával?

---

<sup>13</sup> Hans Albrecht Bethe német csillagászról. (1906-2002, Nobel-díj: 1967.)

Ha 12-13 milliárd évvel ezelőtt történt az ősrobbanás, akkor a galaxisok ennyi idő óta távolodnak tőlünk. De mi van 13 milliárd fényéven túl? A „semmi”? Találhatunk-e gondolatban is olyan pontját a világnak, amin túl már nincs semmi? Az általános relativitáselmélet értelmezése szerint Univerzumunk véges, de határtalan. Vagyis véges kiterjedésű, véges atomból áll, de sehol sem találunk egy pontot, ahol azt mondhatnánk, itt végződik világunk.

Lehet hogy a végtelen térben végtelen hasonló, vagy különböző világegyetem fűvódik most éppen föl, ugyanúgy mint a miénk?

Innentől kezdve már leomlik a válaszfal feloldódik az (antagonisztikusnak hirdetett) ellentét hit és tudomány, materializmus és idealizmus között.

Elérkeztünk a Nagy Szintézis küszöbéhez...

„Kelyhéből a nagy Lélekvilágnak  
Forr felé a végtelen.”

Schiller

## Irodalomjegyzék

1. Biblia
2. Bhagavad Gíta
3. Dobó Andor: Relativisztikus átjárhatósági vizsgálatok. Kézirat. Budapest, 1998.
4. Dobó Andor: Az Einstein-féle transzformációk diszkutálása. Kézirat, Budapest, 1998.
5. Dobó Andor: Albert Einstein, a fizika nagy forradalmára. Szenci Molnár Kiadó, Budapest, 2005.
6. Dobó Andor: Vákuum és éter. Szenci Molnár Kiadó, Budapest, 2006.
7. Donelly, Russel, J.: Szuperfolyékony turbulencia. Scientific American (Tudomány), 1989/1., 42-49. o.
8. Einstein, Albert: Válogatott tanulmányok. Gondolat Kiadó, Budapest, 1971
9. Einstein, Albert – Leopold Infeld: Hogyan lett a fizika nagyhatalom? Lux Kiadó, Budapest
10. Feynman, R.P. – Leighton, R.B. – Sands, M. – Mai fizika, 1-9. Műszaki Kiadó, Budapest, 1985-86
11. Fritsch, Harald: Kvarkok, Gondolat Kiadó, Budapest, 1987.
12. Gazdag László: Homályos zóna. Kornétás Kiadó, Budapest, 2002.
13. Gazdag László: A relativitáselméleten túl. Szenci Molnár Kiadó, Budapest, 1995
14. Gazdag László: Superfluid mediums, vacuum spaces. Speculations in Science and Technology, Vo.12.,No. 1., 1989
15. Gazdag László: Einstein's second postulate. Speculations in Science and technology, Vo. 18., 1995
16. Gazdag László: Combining of the strong and weak interactions. Light Work, USA, Tucson, 1998 február, Vol. 4. No. 2a. p. 1-2.
17. Gazdag László: The Einstein-equations as real motion equations. Light Work, USA, Tucson, 1998. május.
18. Görög regék és mondák. Gondolat Kiadó, Budapest, 1976
19. Grandpierre Attila: The physics of collective consciousness. World Futures, 1997, Vol. 48.
20. Heisenberg, Werner: A rész és az egész. Gondolat Kiadó, Budapest, 1983.
21. Hemingway, Ernest: Búcsú a fegyverektől. Európa Kiadó, Budapest, 1963.

22. Landau, L. D. – Lifsic, E. M.: Elméleti fizika II-III. Tankönyvkiadó, Budapest, 1976, 1978
23. László Ervin: Kozmikus Kapcsolatok. Magyar Könyvklub, Budapest, 1996
24. László Ervin: Harmadik évezred. Új Paradigma Kiadó, Budapest, 1998.
25. László Ervin: A tudat forradalma. Új Paradigma Kiadó, Budapest, 1999.
26. László Ervin: Izgalmas idők. Magyar Könyvklub, Budapest, 1999
27. László Ervin: The connectivity hypothesis. State University of New York Press. USA, Albany, 2003.
28. Máthé Sándor: Theoretical determination of the gravitational constant G. Galilean Electrodynamics, USA, Arlington, 1999. Augusztus, Vo.10., No.4.
29. Pócsik György: Kvantumtérelmélet és diszperziós relációk, Akadémiai Kiadó, Budapest, 1977.
30. Pjotr Kapica: Kísérlet, elmélet, gyakorlat. Gondolat Kiadó, Budapest, 1982
31. Russel J. Donnelly: Szuperfolyékony turbulencia. Tudomány (Scientific American) 1989/1. 42-49. o.
32. Olli V. Lounasmaa, George Pickett: A szuperfolyékony hélium. Tudomány (Scientific American), 1990/augusztus, 52-58. o.
33. Sarkadi Dezső – Bodonyi László: Egy új kísérleti módszer a gravitáció tanulmányozására. Kézirat. Paks, 1997
34. Sarkadi Dezső: A saját impulzus elmélet. Kézirat. Paks, 1995.
35. Simonyi Károly: A fizika kultúrtörténete. 4. Kiadás, Gondolat Kiadó, Budapest, 1994.
36. Székely László: Az emberarcú kozmosz. Áron Kiadó, Budapest, 1998.
37. Székely László: Természettudomány és filozófia a modern kozmológiában. Kandidátusi disszertáció, Budapest, 1989.
38. Tao Te King. Weöres Sándor és Tőkei Ferenc fordítása. Tericum Kiadó, Budapest, 1994.
39. Tassi Tamás: Theory of localised ether instead of theory of relativity. Kézirat. Budapest, 1994
40. Thorwald, Dethlefsen: Élet az élet után. Magyar Könyvklub, Budapest, 1992.
41. Topa Zsolt: Az anyagfogalom szükségszerű általánosítása az einsteini téridő elmélet továbbgondolásával. Szenci Molnár Kiadó, Budapest, 1998.
42. Twain, Millenium: A metric relativity. Menlo Park, California, 1994
43. Vlagyimir P. Vizgin: A modern gravitációelmélet kialakulása. Gondolat Kiadó, Budapest, 1989.