

Október elején Stockholmban megnevezték a természettudományok Nobel-díjasait

Orvosi-élettani Nobel-díj 2016

A sejt kutatás területén elért eredményeiért Oszumi Josinori japán tudós érdemelte ki az idei orvosi-élettani Nobel-díjat. A tokiói műszaki egyetem molekuláris sejtbiológusa az autofágia mechanizmusainak felfedezéséért, vagyis a sejtekben zajló folyamat kutatásával nyerte el a díjat.

Josinori Oszumi 1945. február 9-én született Fukuokában. 1974-ben a Tokiói Egyetemen szerzett PhD-fokozatot, majd három évet töltött a New York-i Rockefeller Egyetemen. Visszatért a Tokiói Egyetemre, ahol 1988-ban megalakította saját kutatócsoportját. 2009 óta a Tokiói Műszaki Egyetem professzora.

Oszumi Josinori eredményei vezettek el az autofágia kutatásának jelenleg is zajló forradalmához, ugyanis ő fedezte fel az élesztőben azokat a géneket, amelyeknek a termékei szükségesek az autofág lebontás legfontosabb útvonalához. Még az 1960-as években napvilágot látott az autofágia lényegére utaló elmélet, mely arról szól, hogy az autofágia a felépülés és a lebomlás dinamikus egyensúlya. A jelenséget azonban nehéz volt tanulmányozni, így egészen addig csak keveset tudtak róla, amíg az 1990-es évek elején Oszumi Josinori áttörést nem ért el úttörő kísérleteivel, amelyekkel azonosította az autofágiában alapvető fontosságú géneket. Először élesztőgombákat, majd a későbbiekben emberi sejteket tanulmányozva sikerült megvilágítania az autofágia kifinomult gépezetének alapjait, amely az eukarióta sejtek saját anyagainak és sejt szervecskéinek a lebontását és újrahasznosítását szolgáló, önmegújító folyamat. Világossá vált, hogy az autofágiának milyen alapvető jelentősége van a legkülönfélébb élettani folyamatokban, így az éhezéshöz történő alkalmazkodásban, de a fertőzésekkel szembeni védekezésben is. Az autofágiának csökkent működése egyebek között hozzájárul az öregedés, a rákos megbetegedések és az idegsejt pusztulással járó kórképek – Alzheimer-kór, Parkinson-kór – kialakulásához. Az autofágia folyamatának terápiás befolyásolásával ezért jelentősen javítani lehetne az emberek életminőségét. Ebben a témakörben is világszerte folynak a kutatások.



Fizikai Nobel-díj 2016

Az anyag kutatás terén elért elméleti eredményeiért három brit születésű tudós, *David J. Thouless*, *F. Duncan M. Haldane* és *J. Michael Kosterlitz* kapja az idei fizikai Nobel-díjat a Svéd Királyi Tudományos Akadémia stockholmi bejelentése szerint.

A Washingtoni, a Princeton és a Brown Egyetem munkatársai az anyag szokatlan állapotainak tanulmányozásával: a topológiai fázisátalakulással és az anyag topológiai fázisaival kapcsolatos felfedezéseikért érdemelték ki az elismerést. A kitüntetettek az indoklás szerint kaput nyitottak egy ismeretlen világra, amelyben az anyag szokatlan állapotokat tud öltetni. Fejlett matematikai módszereket alkalmazva tanulmányozták ezeket az állapotokat, például a szupravezető és a szuperfolyékony fázisokat vagy a mágneses vékonyréteget. Úttörő munkájuknak köszönhetően kereshetővé váltak az anyag új, egzotikus állapotai. A topológiai fogalmak fizikában való alkalmazása döntő jelentőségű volt felfedezéseikben az indoklás szerint.



A topológia a matematikában az a részterület, amely az alakzatok azon invariáns tulajdonságaival foglalkozik, melyek a folytonos deformációk közben is maradandóak maradnak. A topológiát eszközként használva Michael Kosterlitz és David Thouless az 1970-es évek elején megdöntötték az addig elfogadott elméletet, miszerint a vékonyrétegekben (az anyag kis vastagságú tartományaiban) nem fordulhat elő szupravezetés vagy szuperfolyékonyság. Bebizonyították, hogy a szupravezetés alacsony hőmérsékleten is megvalósulhat, és megmagyarázták a fázisátalakulás gépezetét, amely során magasabb hőmérsékleten megszűnik a szupravezetés. Az 1980-as években Thouless kimutatta, hogy egy korábbi, nagyon vékony elektromos vezetőrétegekkel végzett kísérletben mért változások topológiaiak voltak. Ezzel nagyjából egy időben Duncan Haldane felfedezte, hogy a topológiai fogalmak miként használhatók a bizonyos anyagokban lévő parányi mágnesláncok tulajdonságainak megértéséhez. Ma már ismert, hogy sok topológiai fázis létezik, nemcsak a vékonyrétegekben és a szálakban, hanem a hagyományos háromdimenziós anyagokban is. A három brit tudós az anyag viselkedésének eddig ismeretlen szabályszerűségeit fedezte fel, ami megteremtette a lehetőségét, új tulajdonságokkal rendelkező, elvárt célnak megfelelően viselkedő új anyagok előállításának. Ez sok jövőbeni technológia megvalósításához lehet fontos: az újgenerációs elektronikához és szupravezetőkhöz vagy a jövő kvantumszámítógépeinek megvalósításához.

David J. Thouless a skóciai Bearsdenben született 1934. szeptember 21-én. Cambridge-ben tanult, az Amerikai Egyesült Államokban doktorált (H. A. Bethe mellett). Kezdetben a Californiai Egyetemen és a Birminghami Egyetemen tanított (1965–78), ahol legnevesebb doktorandusza, kutatótársa M. Kosterlitz volt. 1978–80-ban a Yale Egyetemen alkalmazott tudományokat adott elő, 1980-tól a Washingtoni Egyetemen az elméleti fizika professzora. Részt vett több elméleti kutatásban az atomok, elektronok és nukleonok kiterjesztett rendszereinek megértésében. Kutatóként fejlett matematikai eszközök segítségével tanulmányozta az anyagok halmazállapotát.

Jelentősek elméleti hozzájárulásai a szupravezetés jelenségének, az atommag anyagának megismeréséhez. Ezek a kutatásai segítettek a „topológiai rendezettség” fogalmának tisztázásához.

Több neves tudományos társaság és akadémia tagja. Tudományos eredményei elismeréseként eddig számos díjat kapott, mint a Wolf-díj, P.Dirac érem, L.Onsager-díj.

F. Duncan Haldane 1951. szeptember 14-én született. A londoni St Paul's School-ban és a Christ's College-ban tanult, majd Cambridge-ban doktorált (1978). 1977 és 1981 között fizikusként dolgozott Franciaországban a Laue-Langevin Intézetben, ezután a Los Angelesi Dél – Kaliforniai Egyetemen kutatott. A szilárdtest fizikában jelentős eredményeket ért el. A szupravezetőket, a szuper-folyadékokat és a vékony, gyakorlatilag kétdimenziós síkként értelmezhető mágneses filmeket (ezek rendellenes viselkedést mutatnak a környező világunk szilárd, folyékony és gázállapotú anyagaihoz képest) kutatta. Jelentősek hozzájárulásai a Luttinger-folyadékok, az egydimenziós spin láncok elméletéhez. 2011-ben új, geometriai leírását adta a frakcionált kvantum-Hall effektusnak.

Több neves fizikai társulat tagjául választotta, munkásságának elismeréséül számos kitüntetésben részesült (pl. Dirac-díj, Lorentz-lánc)

Michael Kosterlitz 1942. június 22-én született a skóciai Aberdeen-ben. Főiskolai tanulmányait Cambridge-ben végezte, ahol doktori fokozatot szerzett (1969), majd a posztdoktori képzést Oxfordban kezdte, miközben a Birminghami Egyetemen D. Thouless mellett dolgozott, ugyanitt 1974-ben előadói kinevezést is kapott. 1982-től az amerikai Brown Egyetem fizikaprofesszora lett. Amerikai állampolgár, Finnországban az Aalto Egyetem vendégkutatója.

Munkássága elismeréséül a szülővárosa egyetemének kutatóközpontját róla nevezték el, Maxwell érmet, L. Onsage-díjat, a British Institute of Physics díját kapta.

Kémiai Nobel-díj 2016

A Nobel-díjbizottság indoklása szerint a kémiai díjat a molekuláris méretű gépek kifejlesztéséért, a nanorobotok tudományterületének megteremtéséért ítélték oda három európai kutatóknak: *Jean Pierre Sauvage* francia, *Fraser Stoddart* skót és *Bernard Feringa* holland kémikusoknak. Indoklásuk összegezéséként „a 2016-os



kémiai Nobel-díjasok kiragadták egyensúlyi helyzetükből és energiával töltött állapotba jutatták a molekuláris rendszereket, nanométeres mérettartományban létező molekulákat készítettek irányított mozgásra, sőt munkavégzésre. A molekuláris motor fejlődése jelenleg olyan fokon áll, mint a villanymotoré az 1830-as években, amikor az azon dolgozó tudósok még csak nem is sejtették, hogy eredményeik olyan fejlesztésekhez vezetnek el, mint a villanyvonat, a mosógép, a ventilátor vagy a konyhai robotgépek. A molekuláris gépeket nagy valószínűséggel használják majd új anyagok, szenzorok és energiatároló rendszerek kifejlesztéséhez a jövőben. Az első molekuláris gépek megalkotásával eszközök tervezését és előállítását tették lehetővé, amelyek olyan mikroszkopikus feladatok ellátására is képesek, amilyenekről korábban nem is álmodhattunk”.

Ismerjük meg milyen út vezetett a 2016-os kémiai Nobel-díj elnyeréséig!

Már az 1950-es években Feynman, a Nobel-díjas fizikus megjósolta a nanotechnológia korszakát, s 1984-ben egy előadásában már konkrétan beszélt a molekuláris méretű gépek lehetőségéről. Egy gépnek, ahhoz, hogy képes legyen feladatot végrehajtani, olyan részekből kell állnia, amelyek képesek egymáshoz viszonyított relatív mozgásra. Feynman elképzelése el-

indította a kutatásokat az irányítható mozgásra képes makromolekulák szintézisére. Habár a természetben (emberi hozzájárulás nélkül) léteznek ilyen miniatűr szerkezetek, mint például a baktériumok mozgását segítő orsók tengelyét az atomok kémiai kölcsönhatása folytán pörgető szerkezetek, de megismerésüknek határt szabott a vizsgálóeszközök érzékelési határa. Az élővilág molekuláris méretű „motorjai” működési mechanizmusának megismerése csak a közelmúltban vált lehetővé a kutatók számára, amikor a mérés technika fejlődése, az információ kiértékelésének lehetősége elérte a megfelelő fejlettségi fokot.

Az ember által előállított molekulák közül a katenánok felelhetnének meg az irányított mozgás kívánalmainak. A katenánok olyan szerves vegyületsorozat tagjai, amelyek két egymásba fűzött gyűrűs molekulából állnak.

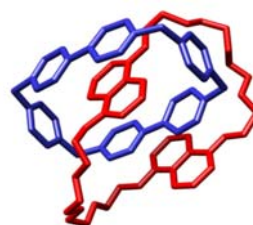
Az első katenán szerkezetet 1960-ban H.Wasserman és munkatársai állították elő két hosszú, nyíltláncú vegyületből nagyon kis hozammal, s nagy hígításban. Irányított mozgásra egy ilyen makromolekula nem volt alkalmas.

A molekuláris gépek megalkotásához vezető első lépést 1983-ban Jean-Pierre Sauvage, komplexkémikus tette meg az általa *katenámmak* nevezett anyag szintézisével. Munkatársaival arra törekedtek, hogy több gyűrűvé zárt komplexvegyület képzésre alkalmas molekulát fűzzenek láncszem szerűen egymásba úgy, hogy a gyűrűk mechanikailag összekapcsolódnak ugyan, de az egyik gyűrűt alkotó egyes atomok közvetlenül ne kötődjenek a másik gyűrű egyetlen atomjához sem. Komplexkémikusként ezt a célt az átmenetifémek segítségével valósították meg. Összekapcsoltak két nagy gyűrűs bifenil- illetve naftalén-egységet tartalmazó szénhidrogén molekulát. Ezzel először sikerült olyan molekularendszert alkotni, amelynek részei szabadon foroghatnak függetlenül a többi egységtől.

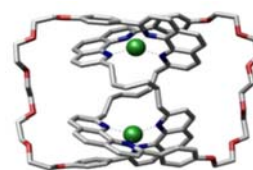
A katenán után szintetizálta a knotánt, amely a koronaéterekkel rokon kriptánok osztályába tartozó ligandumot tartalmaz K^+ -ionokat koordinálva. (1999-ben közölte a kriptánd ligandumok szintézisét) A kriptánok koronaéterekből származtathatók, a koronaéter oxigén atomjait részben, vagy teljesen nitrogén helyettesíti bennük. A mechanikusan összekapcsolt kriptán molekulák (ezek di-, vagy polidentált ligandumok) neve kriptánd. A kriptándok könnyen koordinálnak számos fémiont, van olyan, amely az NH_4^+ -iont is.

Eredményeiket a kémia és biokémia területén továbbfejlesztették, napjainkig jelennek meg közleményeik az újabb eredményeikről.

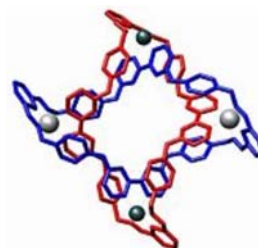
Sauvage kezdeti eredményeit F. Stoddart fejlesztette tovább tíz évvel később, a kilencvenes évek elején. Kutatócsoportjával sikerült létrehozni egy olyan molekulát, amely egy atomgyűrűből és a gyűrűn keresztülhatoló molekuláris tengelyből állt. A tengely végei súlyzó szerűen kiszélesedtek, míg a rúd a gyűrűben marad. A vegyületet a forgás és a tengely szavak latin megfelelőinek vegyítésével



A katenán kristályszerkezete



Knotán



Az első kriptánd típusú nanomotor szerkezete

rotaxánnak nevezték el. Kristályszerkezetét 1998-ban közölték.

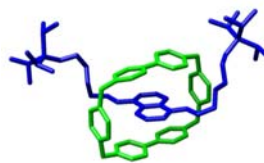
Az így kialakított molekularendszerben aromás, bifenil egységeket tartalmazó gyűrű az elektromos vonzás és taszítás miatt véletlenszerűen pattogott a szerkezet tengelyének két vége között. A tengely egy láncszerű molekula, aminek a közepén is van egy aromás egység. A kutatásban az hozta a következő áttörést, amikor ezt a véletlenszerű mozgást sikerült megszeliíteniük és irányított munkára bírniuk. A létrehozott rotaxán molekulát továbbfejlesztve olyan szerkezeteket alkottak az ezredforduló első évtizede során, amelyek képesek voltak magukat, sőt hozzájuk kapcsolt terheket is fölemelni.

Stoddart és munkatársai a borromeonoknak nevezett molekularendszerekkel valósították meg a nanogépek továbbfejlesztését.

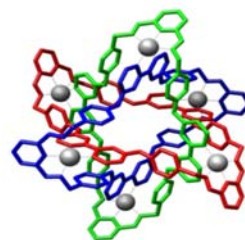
A borromeonok három egymásba kapcsolt molekula-gyűrűből állnak. Nevüket az olasz Borromeo család címerében található díszítő elemről kapták

F. Stoddart a borromeán szintetikus molekularendszert három olyan makrociklikus molekula mechanikus összekapcsolásával alakította ki, amelyeknek mindegyike tartalmaz két dipiridil és két diiminopiridil egységet, ezek két Zn^{2+} -iont kötnek meg, a három gyűrű 6 cink atomot, amelyek összesen 30 datív kötéssel kapcsolódnak a gyűrűkben. A dipiridil egységek átlósan befelé, a diimino-piridil egységek kifelé irányulnak a rendszerben, melynek belső térfogata 250Å^3 . Stoddart később már konkrét feladatok ellátására is tervezett mozgó molekuláris méretű rendszereket: a nanoemelőt, a molekuláris izmot, molekuláris kapcsolót, egy olyan molekuláris méretű komputerchipet, amelynek memóriája 20 kilobájt volt.

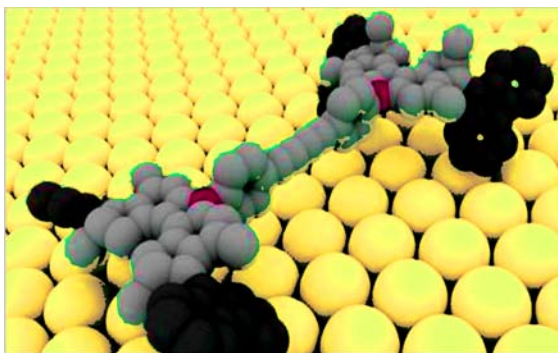
Az első, valóban gépnek tekinthető molekuláris szerkezet megalkotása Bernard L. Feringa szerveskémikus nevéhez fűződik (1990). Sztereokémiai, fotokémiai és termokémiai kutatásai során elérte, hogy enantiomerszelektív katalízissal a katenán jellegű molekularendszerben a molekula gyűrűje ultraibolya fény hatására csak egy irányba forogjon, megakadályozva az ellenirányú forgást, és így folyamatos munkavégzésre legyen készíthető. Az első nanogép, a molekuláris propeller (1999), amely saját méreténél tízszer nagyobb molekulákat is tudott forgatni, még nagyon lassú volt. A kutatócsoport két év alatt már olyan eredményt ért el a fejlesztésben, hogy az új molekuláris szerkezet már 12 millió fordulatra volt képes másodpercenként. Feringa még nanoméretű autót is



Rotaxán kristályszerkezete



Borromeán



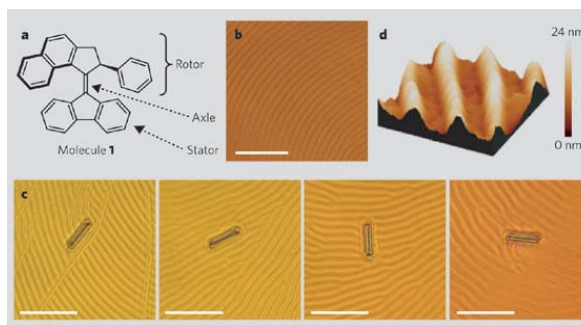
Arany atomokon „gördülő” autó

tervezett vegyi úton gerjesztett elektromos impulzusokkal mozgatva szilárd felületen (aranyfilmen).

Feringa és munkatársai molekuláris motorjai a fény vagy a kémiai energiát alakíthatják irányított forgómozgássá szilárd felületen, vagy oldatban is. A molekuláris motor, egy királis spirális alkén molekula, aminek a felső része a propeller. A szén-szén kettőskötés (forgástengely) alsó feléhez kötődő része a felsőt kiszolgáló állórész. Ez két tiol-funkciójú egységet tartalmaz, amelyek „lábaival” a motormolekula az arany felületének 2nm méretű egységeihez tapad.

2006-ban a Nature folyóiratban közölték további fejlesztéseiket. Folyékony kristály filmben csomagolt molekuláris motort szerkesztettek, amely fény hatására méreténél tízezerszer nagyobb részecskék mozgatására volt képes.

A három Nobel-díjas tudós kutatásaik során eljutott oda, hogy a nano-motor konstrukciójukat élettani funkciókat biztosító fehérjemolekulák segítségével alakítsák ki. Ily módon a gényógyászatot, a rákkutatásban a sejteket célzó gyógyszer szállítást valószínűsíthetik meg. A konjugált elektronrendszereket tartalmazó molekulaépítményeik átmenetifém komplexei alkotta nanogépek a modern finomtechnika alapelemei lesznek a jövőben.



Ismerjük meg a három új Nobel-díjas életpályáját!

Jean Pierre Sauvage Párizsban született 1944. október 21-én. Egyetemi tanulmányait a Strassburgi Egyetem vegyészeti karán végezte, ahol a L.Pasteur Egyetemen doktorált is. Ezt követően két évig Oxfordban kutatott Malcom Green neves szervetlenkémikus mellett, aki a fémorganikus vegyületek kutatásának egyik elindítója. Ezután visszatért Strassburgba és a Nemzeti Tudományos Kutató Központban (CNRS) dolgozott 1971-79 között komplexkémiai kutatásokat végezve, 1979–2009 között az intézmény kutatási igazgatója. Ez idő alatt az egyetemen professzorként szervetlen- és komplexkémiai tanított. Nagyszámú jelentős tudományos közlemény szerzője. 2009–2010-ben a Zürichi Egyetem, 2010–2012 között a kaliforniai Northwestern Egyetem vendégprofesszora. A Francia Tudományos Akadémia 1990-ben levelező, 1997-ben rendes tagjaul választotta. Számos tudományos elismerésben és kitüntetésben volt része.

Fraser Stoddart 1942. május 24-én Edinburgban (Skócia) született. Szülővárosa közelében egy farmon töltötte gyermekéveit. Elemiiskolai tanulmányait egy kis falusi iskolában végezte, majd Edinburgban tanult tovább. Az Edinburgi Egyetemen 1967-ben phs.vdoktori címet szerezve Kanadába ment posztdoktori képzésre a Northwestern Egyetemre, ahol makromolekuláris kémiával foglalkozott. 1980-ban a tudományok doktora címet megszerezve tovább kutatott a kaliforniai egyetemen (UCLA), 1993–97 között a Birminghami Egyetemen alapozott meg egy kémiai iskolát. 1997-től a Northwestern Egyetemen, ahol szupramolekuláris kémiával és nanotechnológiával foglalkozik, 2008-tól érdemes professzor, a mechanokémia csoport vezetője. 2002-től társigazgatója, majd igazgatója a Kaliforniai

Nanorendszerek Tudományos Intézetének (CNSI). Szakmai tevékenysége során közel 300 doktori és posztdoktori kutatót irányított. Önállóan és kutatótársaival több mint ezer tudományos közleményt jelentetett meg neves szakfolyóiratokban. A világon a tudományos szakirodalom három legidézettebb tudósa között található. Számos elismerést, kitüntetést kapott szakmai megvalósításainak elismeréséül.

Bernard Feringa 1951. május 18-án született Hollandiában a német határ szomszédságában levő Barger Campusculus családi farmjukon, egy tízgyermekes családban. Gyermekkorát a farmon töltötte. Kémiát a Groningeni Egyetemen tanult, kitüntetéssel végezve 1974-ben. Ugyanott doktorált (1978), majd Angliába ment tanulmányútra. Visszatérve 1984-től a Groningeni Egyetemen dolgozott, 1988-tól a szerveskémia professzoraként. Sztereokémiai-, fizikokémiai (fotokémia, homogénkatalízis, enantiomer-szelektív katalízis), nanotechnológiai fejlesztésekkel foglalkozik. 1990-ben előállította az első fényrel vezérelhető molekuláris motort, majd molekuláris autót. A molekuláris kapcsolók sokféleségét alakította ki (pl. fényrel kapcsolható DNS molekula, ami memóriatárolóként használható, nanoméretű hatóanyag adagoló, fényrel kapcsolható fehérjecsatornák stb.).

Több mint 30 találmánya van, 650 tudományos közleménye jelent meg. Nagy számú, nála doktoráló kutató munkáját irányította. Tudományos munkásságának elismeréséül számos tudományos társaság és akadémia tagjául választotta, jelentős tudományos díjakban részesült.

Forrásanyag:

- Wikipedia: A 2016-os élettani-orvostudományi, fizikai, kémiai Nobel-díjak
- [mno.hu/tudomány/kémiai Nobel-díjat érték az első nanogépek-1364937](http://mno.hu/tudomány/kémiai-Nobel-díjat-érték-az-első-nanogépek-1364937)
- steamconnect.org/fraser-stoddart-mingling-art-with-science/
- www.org.chem.org/yuuk/catenane_en.html
- [www.origo.hu/tudomány/20161004-kiosztották 2016-os-fizikai-nobel-díjat.html](http://www.origo.hu/tudomány/20161004-kiosztották-2016-os-fizikai-nobel-díjat.html)
- mno.hu/orvostudomány/orvosi-nobel-dij-az-autofagiaert-1364530
- www.ng.hu/Tudomany/2016/10/03/Orvosi-Nobel-dij-2016
- http://www.atomcsill.elte.hu/letoltes/foiak/5_evf/atomcsill_5_09_Derenyi_Imre.pdf

M. E.

A kvantumelmélet furcsaságai

Bevezető

Az új elmélet egy régiből indul ki. Ha a régi elmélet már nem tudja az új jelenséget magyarázni, szükséges a váltás.

A fizika konzervatív, ez is az oka hitelességének, és tette nagyhatalommá, mert csak nagyon jól ellenőrzött tényeket fogadott el, nem hagyta magát elvarázsolni az újdonságoktól.

A fizikában minden változtatás nehézkes, lassú, többszörösen ellenőrzött. Elsőként az új tényeket a fizikusok megpróbálják a régi elmélettel összhangba hozni. Sokszor sikerül, de amikor nem, az azt jelenti, hogy valami nagyon fontos, jelentős dologba tenyereltek bele.