

Miután felállt az olimpiai csapat, elkezdődik az intenzív felkészítés, amely igen megterhelő a diákoknak, hiszen többen ezzel egyidejűleg készülnek az érettségire is. A csillagászati olimpiai szakkörnek is helyet adó Újpesti Könyves Kálmán Gimnáziumban néhány szombaton tartanak felkészítő előadásokat, majd az észlelési részben a Planetáriumba, és a Polaris csillagvizsgálóba mennek a diákok. A nyári szünetben néhány napot a piszkéstetői csillagvizsgálóban, míg egy hetet a bajai csillagvizsgálóban töltenek közös felkészüléssel diákjaink. Biztató, hogy a volt olimpiások közül sokan segítik a felkészítést, bennük még friss az élmény, korban közel állnak az új versenyzőkhöz, igen hatékony a segítségük. Új ismeretek, barátságok alakulnak, a kis csapatnak is van ideje összekovácsolódni.

Bár az IOAA-nak még egy évtizedes múltja sincs, a magyar diákok pedig még csak néhány éve versenyeznek, kedvező, hogy a felkészítés módszertanát már nem kell kitalálnunk, csak át kell vennünk a jó ötleteket (ilyenek például a válogatóversenyek). Az intenzív felkészítő táborok, a bárki által látogatható évközi olimpiai szakkör is beindulhat ez évtől nemcsak Budapesten, az Újpesti Könyves Kálmán Gimnáziumban, de Baján és Debrecenben is. Bízunk abban, hogy más nagyobb városban is elindulnak hasonló kezdeményezések. 2015 nyarán egy szomszédos országok közötti csillagász versenyt is rendezünk az „éles” olimpiai tréning céljából – talán ebből is jó hagyomány válik. Most már elegendő feladatanyag is rendelkezésünkre áll angolul, fordításuk folyamatosan történik, és szeretnénk magyar nyelvű elméleti felkészítő anyagot is készíteni, ezzel is segítve az érdeklődő tanulók felkészülését.

Csillagász diákolimpiai helyszínek a jövőben

A következő diákolimpiát Indonéziában, 2015 nyarán rendezik¹. Olimpikonjaink egzotikus környezetben mérhetik össze tudásukat a világ minden részéről érkező diákokkal. Az olimpiai feladatmegoldások közötti kirándulásokon megismerhetik a rendező ország látványosságait, kultúráját. Bizonyára sokaknak közülük életre szóló élményt ad egy-egy olimpia az elért eredménnyen kívül is. Olyan ismeretek alakulhatnak ki, amelyek az egyetemi tanulmányokban vagy a későbbi munkavállalásban is segíthetnek. A következő évek olimpiái is különleges, távoli helyszíneken lesznek, Pakisztánban, Indiában vagy éppen Srí Lankán.

IOAA 2019: Magyarország

Az Európán kívüli sok újabb helyszín után európai országok közül először Magyarország vállalta az IOAA megrendezését 2019-ben. Lehetőségünk lesz két csapattal is versenyezni. Nagy kihívás, sok ember segítő munkáját igénylő feladat, de egyben a hazai csillagászati szakma és egész országunk, kultúránk is bemutatkozhat a nemzetközi porondon.

Fizikatanárként meg kell ismertetnünk diákjainkkal ezt a lehetőséget, és segítenünk kell a felkészülésben őket. Ez is ragyogó lehetőség a fizika megszeretetéséhez.

Forrás

<http://ioaa2015.org/syllabus>

¹ A kézirat beérkezése óta az IOAA 2015 lezajlott.

HÍREK – ESEMÉNYEK

AZ AKADÉMIAI ÉLET HÍREI

Rekordenergia az LHC-ben, magyar közreműködéssel

Befejeződtek a Nagy Hadronütköztető (LHC) júniusi indulásának előkészületei, amelyekben magyar kutatók is komoly szerepet vállaltak. Az LHC történetének újabb mérföldkövéhez érkezett: ezúttal minden eddiginél nagyobb, 13 TeV-es energiával ütköztettek protonokat egy tesztkísérletben.

Május 20-án 22.30 körül a CERN Nagy Hadronütköztetője fejlesztésének 2. fázisa újabb mérföldkövéhez érkezett: először ütköztek benne protonok 13 TeV-es rekordenergiával. Ez újabb fontos lépés abban a folyamatban, amelyben a berendezést felkészítik a részecskenyalábok ütköztetésére. Sok rend-

szert – főleg a nyalábkollimátorokat – kell még összehangolni ahhoz, hogy júniusban biztonságosan elindulhassanak a fizikai mérések. A nyalábkollimátorok távolítják el a nyalábból a széttartó részecskéket. Precíz beállításukkal biztosítják a gyorsítós szakemberek a megfelelő védelmet az LHC mágnesei és észlelőrendszerei számára az adatgyűjtés június elején várható kezdetére.

A mostani, rekordenergiájú ütközés a 2. fázishoz vezető út kulcsfontosságú pillanata, és rengeteg ember kemény munkájának eredménye, köztük számos magyar szakemberé. Jó néhány magyar mér-

nök, fizikus és informatikus dolgozik a gyorsító és észlelőrendszerei fejlesztésén, karbantartásán, üzemeltetésén.

Az LHC két detektora, az ALICE és a CMS magyar résztvevői az MTA Wigner Fizikai Kutatóközpontból, az MTA Atommagkutató Intézetből, a Debreceni Egyetemről és az Eötvös Loránd Tudományegyetem-

ről mind résztvettek a másfél éves előkészítő munkában. A detektorok készenlétben várják a protonok ütközését. Az LHC előkészületi munkája alatt a szét-szórt részecskék, illetve a részecskegyorsítás szünetében a kozmikus sugarak észlelésével folyamatosan ellenőrzik a detektorok működését a szakemberek.

(http://mta.hu/tudomany/_hirei/)

HÍREK A NAGYVILÁGBÓL

A lézer felfedi az őskori leletek korábban nem észlelt részleteit

Egy új, lézeres szkennelő technikát fejlesztettek ki amerikai tudósok, amely segíthet abban, hogy a kutatók régészeti leletek vizsgálatával új információhoz jussanak. A nem költséges és roncsolásmentes módszer kereskedelmi forgalomban kapható lézereket használ, hogy a leletben fluoreszcenciát váltson ki, amely olyan részleteket tár fel, amelyek a hagyományos módszerekkel, mint az UV-fénnyel való besugárzás, nem láthatók. A paleontológiában már régóta használnak olyan megvilágítási módszereket, amelyekkel a leleteket megvilágítva azok vizsgálhatók vagy fényképezhetők. Egy érdekes technika UV-fényt használ, amely látható fluoreszcenciát hoz létre bizonyos ásványokban, mint például a hidroxipatit (a csontok szeretlen összetevője) – és bizonyos esetekben még láthatóvá teszi a megkövesedett lágy szöveteket is. A legtöbb ásványt a kövületekben nem lehet fluoreszkálásra készíteni, ezek UV-fényben sötétek maradnak.

A fluoreszcencia intenzitása azonban megnövelhető, ha nagyintenzitású fényforrást használunk, mint a lézer, amely detektálható fluoreszcenciát hoz létre a minták szélesebb választékánál. Míg a lézeres gerjesztést hagyományosan részletes vizsgálatokra használják mikroszkopikus skálán – vagy konfokális lézer szkennelő mikroszkóppal, vagy Raman-spektroszkópiával – a legújabb fejlemények és a költségsökkenés a kereskedelmi lézertechnológiában lehetővé tette, hogy *Tom Kaye*, a Seattle városában lévő Burke Múzeum paleontológusa és kollégái makroszkopikus szinten is alkalmazzák a lézer kiváltotta fluoreszcenciát.

A módszer egyszerű – egy besötétített szobában a leleteket lézerefénnyel gerjesztik és megfelelő szélessávú szűrőn keresztül nézik. A szűrő blokkolja az intenzív lézerefényt, ugyanakkor átengedi a leletből származó

fluoreszcens jelet, ami egy digitális kamerával hosszú expozíciós idő beállításával lefényképezhető. A különböző hullámhosszak más-más módon gerjesztik a különböző kövületeket és fossziliákat. Még ha egy bizonyos kövület nem is fluoreszkál, akkor is besugározhatjuk a környező kőzetet, háttérvilágítást adva mintának.

A minták részleteinek láthatóvá tétele mellett a lézerefény elég intenzív ahhoz, hogy behatoljon bizonyos kőzetekbe korlátozott mélységig, és láthatóvá tegye azokat a részleteket, amelyek a minta felszíne alatt részlegesen vagy teljesen rejtve maradnak. A lézertechnika használatával a kutatóknak sikerült azonosítani egy 120 millió éves, beágyazott „titokzatos fossziliát” – egy halat – amikor a minta fogai és csontváza nagyobb intenzitással fluoreszkáltak, mint a környezetük.

A lézeres szkennelés segít a hamisítványok leleplezésében is – olyan maradványoknál, amikor a lelet különböző példányokból lett összeállítva. „Az emberek megpróbálják a leleteket »kicsinosítani«, hogy jobban el lehessen adni őket” – magyarázza a kutatócsoporttag *David Burnham* a Kansas Egyetemről. Néhány művész olyan ügyes, hogy nem lehet megállapítani, hol végződik a valóság és hol kezdődik a csalás. A lézerekkel most már tudni fogjuk.”

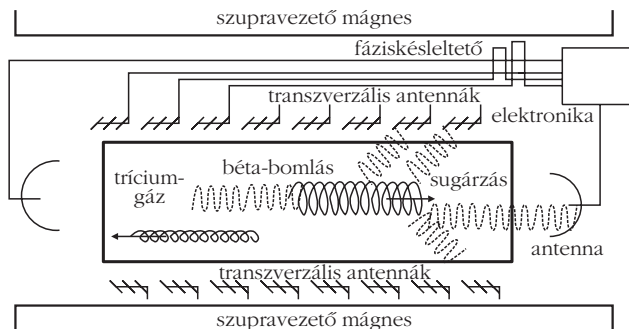
Miután demonstrálták a lézer kiváltotta fluoreszcencia lehetőségeit, Kaye és munkatársai az új eszközt a korábban vizsgált mintákra is alkalmazzák, hogy új részleteket tárjanak fel. Azt is vizsgálják, hogyan alkalmazható a módszer egy terület szkennelésére leletek felderítéséhez 100 méter körüli távolságból, összekapcsolva a lézert egy telefontól kamerával.

(<http://physicsworld.com/>)

Először mérték meg az egyetlen elektron által kibocsátott ciklotronsugárzást

Amerikai és német fizikusok egy kutatócsoportjának először sikerült megmérnie egyetlen elektron szinkrotronsugárzását. A kutatás lehetővé teszi egy új és várhatóan az eddiginél pontosabb eljárását a béta-sugárzás vizsgálatának, amelynél egy elektron és egy neut-

rínó kibocsátása történik. A részleteket illetően lehetővé teszi a fizikusoknak a neutrínó tömegének az eddiginél sokkal pontosabb meghatározását, ami kulcsfontosságú a standard modellen túli fizika megértéséhez.



A tervezett kísérlet sematikus rajza. A tríciumgázzal töltött kamra állandó mágneses térben van. A béta-bomlással keletkező elektronok ciklotronmozgást végeznek és ezzel ciklotronsugárzást bocsátanak ki, amelyet az antennarendszer detektál.

A részecskefizika standard modellje feltételezi, hogy a neutrínó tömege zérus, de 1998-ban Japánban a Super-Kamiokande detektor azt az eredményt adta, hogy a részecskék oszcillációt szenvednek, következésképpen kell, hogy tömegük legyen. A háromféle neutrínó tömegének ismerete kulcsfontosságú az új fizikában, de a tömegek tényleges megmérése rendkívül nehéz feladat. „Jelenleg sokkal többet tudunk a Higgs-bozon tömegéről, amit két éve, mint a neutrínó tömegéről, amelyet hatvan éve fedeztek fel” mondja *Patrick Huber*, az amerikai Virginia Tech kutatója.

A neutrínóoszcilláció vizsgálata csak annyit mond, hogy az átlagos neutrínótömeg legalább $0,01 \text{ eV}/c^2$, ezért a kutatók a tömeget a béta-bomlásnál az energiamegmaradásából próbálják meghatározni. Ez egy olyan magfizikai folyamat, amelynél egy elektron és egy neutrínó – szigorúan véve egy elektron antineutrínó – kerül kibocsátásra. A neutrínókat igen nehéz detektálni, ezért a fizikusok inkább az elektron energiáját mérik, és azt használják fel, hogy kiszámítsák a neutrínó tömegét.

Az eddigi legjobb mérések által az elektron antineutrínó tömegének felső határára a $2,05 \text{ eV}/c^2$ adódik. A tudósok egy új, KATRIN elnevezésű detektort szerelnék össze Németországban a Karlsruhe Institute of Technology-ban. Ez akár olyan kis tömeget is tud mérni, mint $0,2 \text{ eV}/c^2$ – amely még mindig egy húszszoros bizonytalanságot jelent a tömeg értékében. De

a KATRIN detektor épület nagyságú, és a mérés pontosságának növelése egy még nagyobb és drágább spektrométert igényelne.

A fizikusok Karlsruheban és több amerikai egyetemen megindították a Project 8 együttműködést, amely másfajta és elegánsabb módszert használ a neutrínó tömegének megmérése. Amikor egy elektron mágneses téren halad keresztül, pályája körpálya lesz, és emiatt a mikrohullámú frekvenciatartományban ciklotronsugárzást bocsát ki. E sugárzás tulajdonságai az elektron energiájától függenek, ezért ezen effektus mérése egyszerűbb és pontosabb technikát tesz lehetővé, mint a KATRIN által használt módszer. A nagy kihívás azonban az, hogyan lehet detektálni az egyetlen elektron által kibocsátott, rendkívül gyenge, fém-tovattos jelet.

A Project 8 csapat fontos lépést tett abban az irányban, hogy az első legyen, amelyik ciklotronsugárzást képes detektálni. A berendezés kis méretű, asztali prototípusa Seattle-ben, a University of Washington laboratóriumában van, és egy centiméter méretű, kripton-83-mal töltött gázcellát használ; a kripton-83 ugyanis béta-sugárzó. A tényleges neutrínótömeg-kísérletekben a kripton tríciummal helyettesítik, de ehhez további technikára és biztonsági intézkedésekre van szükség. A cellát egy szupravezető tekercs által keltett mágneses térbe helyezik. A béta-bomlásban kibocsátott elektronok a cellában hosszú, kör alakú pályán fognak keringeni mikrohullámú ciklotronsugárzást kibocsátva, amit lehűtött, rendkívül alacsony zaj hátterű detektorokkal fognak detektálni.

A kutatók 30 eV pontossággal mérték az egyes elektronok energiáját. Bár ez túl alacsony ahhoz, hogy megbízható számításokat végezzenek a neutrínótömegre, a csoport most azon dolgozik, hogy javítsa a berendezés felbontását. „Az általunk épített berendezés nagyon kicsi, és ez leegyszerűsíti az elektronikát. Most a kiolvasás, az antenna és az erősítő berendezés tervezésén dolgozunk, és a megfelelő szoftveren, hogy a méreteket meg tudjuk növelni” – mondta *Benjamin Moreal*, a University of California, Santa Barbara fizikusa, a csapat egyik tagja.

(<http://physicsworld.com/>)

EURÓPAI ÉRDEKESSÉGEK A *EUROPHYSICS NEWS* VÁLOGATÁSÁBAN (2015. március–április)

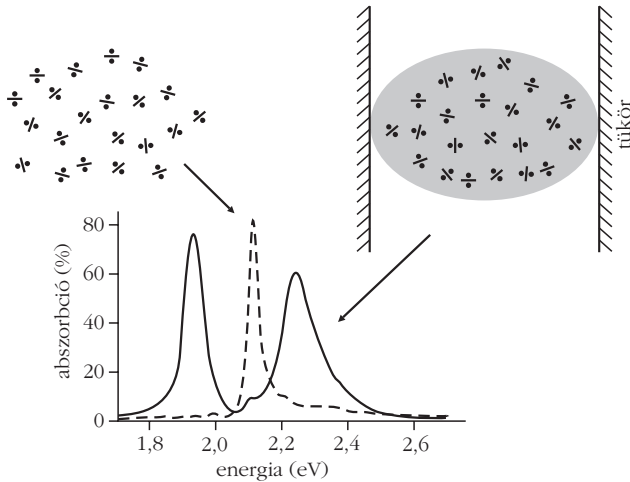
A fény-anyag csatolás hatalma

A. Canaguier-Durand, C. Genet, A. Lambrecht, T. W. Ebbesen, S. Reynaud: Non-Markovian polariton dynamics in organic strong coupling. *Eur. Phys. J. D* 69 (2015) 24.

Ez az elméleti tanulmány azt demonstrálja, hogy a fény és szerves anyag között nanoskálán kialakított

csatolás utat nyit ezen erősen csatolt rendszerek optikai, elektronikus és kémiai tulajdonságainak módosításához.

Az anyag és a fény közötti csatolás olyan erős is lehet, hogy tulajdonságaik elválaszthatatlanokká válnak. Ezt a fény-anyag csatolást hívják polaritonnak. Energiája folyamatosan oszcillál a két alrendszer között, amely érdekes új fizikai jelenségekre vezet. A



Az ábra a molekulák és egy 145 nm vastagságú Fabry–Perot-üreg optikai alapl módusának csatolását illusztrálja. A csatolatlan (szaggatott vonal) és a csatolt (folytonos vonal) molekulák abszorpciós spektrumának menete lényegesen eltér (ábra az eredeti cikk nyomán).

szerzők megindokolják, miért maradnak e polaritonok szokatlanul hosszú ideig alapállapotukban, ami egyben alkotórészeik mikroszkopikus és makroszkopikus tulajdonságait egyaránt alapvetően megváltoztatja. Új elméleti eredményei összhangban vannak a tapasztalati tényekkel, kikövezve az utat az optikai, elektronikus és kémiai alkalmazásokhoz.

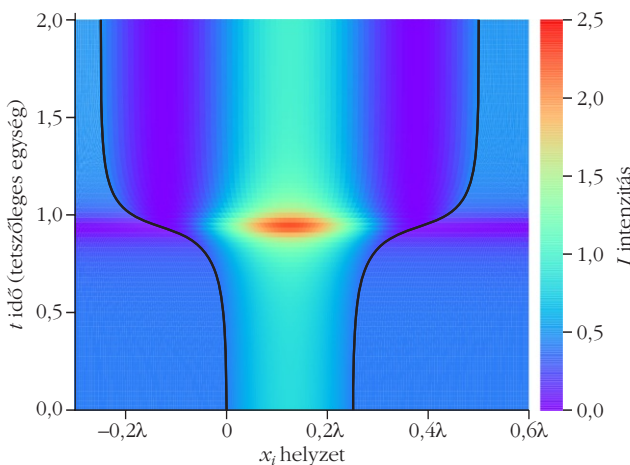
Precíziós mérések céljára fényel kristályosított atomok

D. Holzmann, M. Sonnleitner, H. Ritsch: Self-ordering and collective dynamics of transversely illuminated point-scatterers in a 1D trap. *Eur. Phys. J. D* 68 (2014) 352.

A közlemény nanoszálban haladó fotonokhoz csatolt megvilágított atomok kollektív dinamikáját tanulmányozza.

Elméleti fizikai vizsgálatok feltárták a hosszú hatótávolságú atom-atom erővel kölcsönható és megvilágítás hatására kristályt alkotó atomok önszerveződő

Két nyalábosztón áthaladó trajektóriák és intenzitásviszonyok (ábra az eredeti cikkből).



dinamikáját. A szerzők által a közelmúltban elért eredmények elősegítik az újfajta anyagok kristályosodásának megértését, a fotontárolás hatásfokjavításának és az atomokon végzett nagy pontosságú méréseknek jobb megvalósítását.

Vizsgálatuk egycsöves optikai nanoszálból „kiszivárgó” fényben kötött atomokra koncentrál. Ezek a szálok túlságosan vékonyak ahhoz, hogy a fényt teljesen magukba zárják. Az atomokat transzverzális lézertérrel világítják meg, amely fény részlegesen irányt változtat, beleszóródik a nanoszálak az egyes atomokhoz közeli szakaszaiba és csak ezt követően terjed az atomi lánc mentén. Ez a jelenség erős effektív atom-atom kölcsönhatást hoz létre. Eredményeként stabil, a fény által kötött atomlánc alakul ki, amely kristályt alkot.

Ultragyors lézerrel megmunkált rekord vékonyságú napelemek

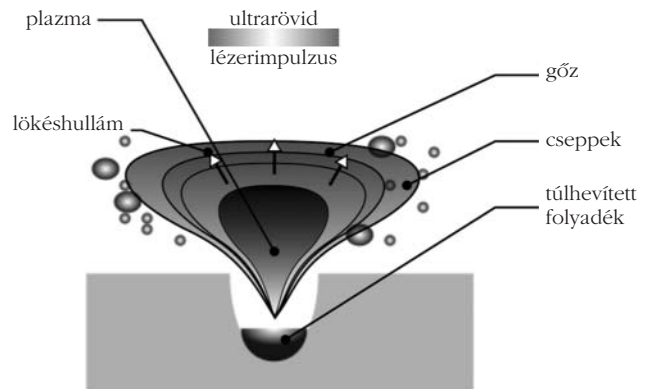
A. Gurizzan, P. Villorresi: Ablation model for semiconductors and dielectrics under ultrafast laser pulses for solar cells micromachining. *Eur. Phys. J. Plus* 130 (2015) 16.

A napelemek hatásfoka függ a megmunkálás során létrehozott rétegvastagságtól. Egy új, a femtoszekundumos lézereket használó eljárás nagyobb hatásfokot ígér alacsonyabb költséggel.

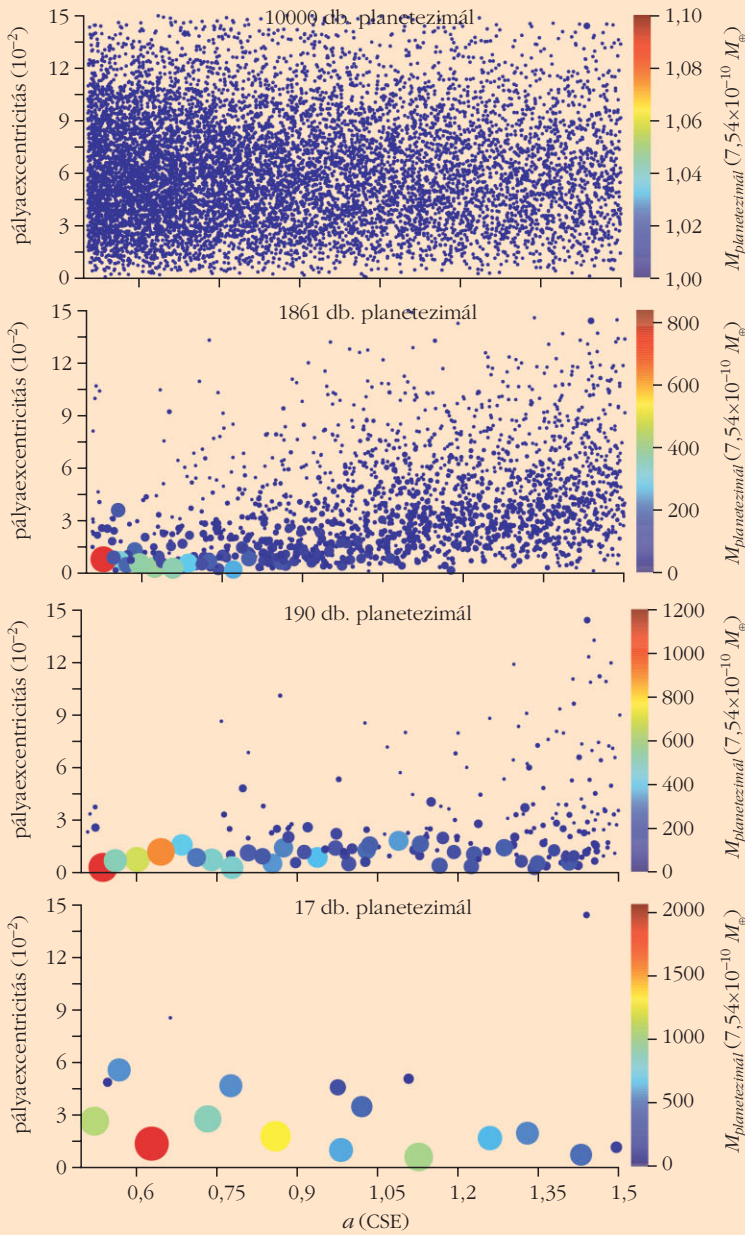
A jobb hatásfokú és olcsóbb napelemekért folyó verseny a megmunkálás lehetőségeit feszítő igényeket támaszt. Egyre vékonyabb fotovoltaikus napelemeket kell gyártani, miközben azok belső szerkezete egyre bonyolultabb. A szerzők e munkájukban modellt alkottak azokra a fizikai folyamatokra, amelyekben ultragyors lézereket használnak a megmunkálás során.

A szerzők az ultragyors lézereket abban az ablációs folyamatban használják, amely során a fémérintkezéseket alakítják ki. Ez a fotovoltaikus cella felső rétegének szelektív eltávolítását igényli, miközben az alatta elhelyezkedő félvezető réteget nem érheti károsodás. A korábbi módszerekhez képest az új eljárás sok előnyt ígér – csökkenti a hőkárosodást, hatékonyabb energiaszámítás eredményez, növekvő pontosságot tesz lehetővé, miközben gyorsítja az eljárást.

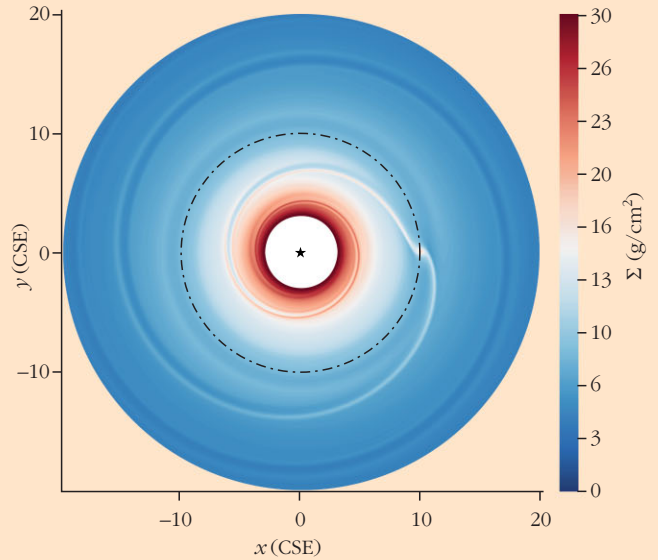
Az ultrarövid lézerimpulzus és a céltárgy kölcsönhatása (ábra az eredeti cikkből).



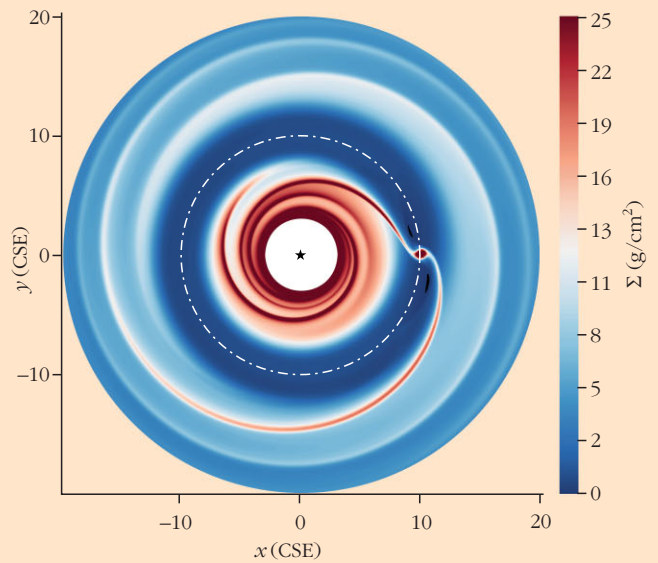
Regály Zsolt: Több, mint égen a csillag – bolygók keletkezése színes ábrái



6. ábra. Kőzetbolygók kialakulásának kezdeti fázisa. A bolygócsírák keletkezésének numerikus N-test szimulációja 10000 planetezimál kölcsönös ütközéseinek modellezésével. Az eltelt idő fentről lefelé: nulla, ezer, tízezer és százezer év.



7. ábra. Föld-tömegű bolygó által keltett spirális hullámok a protoplanetáris korongban. A színskála a gáz felületi sűrűségét jellemzi.



8. ábra. Óriásbolygó által nyitott rés a protoplanetáris korongban. A színskála a gáz felületi sűrűségét jellemzi.

VAN ÚJ A FÖLD FELETT

Az elmúlt másfél évtized legfontosabb csillagászati eredményeit összefoglaló, tanórai előadásra is alkalmas segédanyag on-line változata szabadon letölthető a www.fizikaiszemle.hu honlap mellékletek pontjából.

