

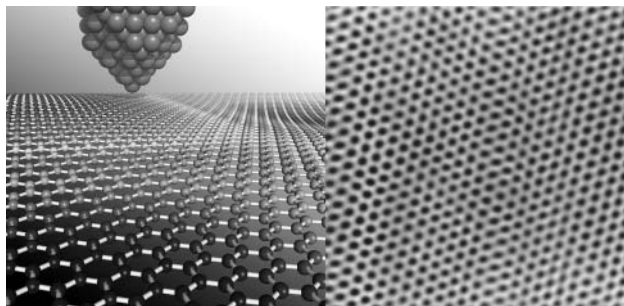
tő-képessége több mint tízszer jobb a réz hővezető képességénél. Továbbá a grafén kétdimenziós geometriája kompatibilis a napjainkban használt planáris félvezető technológiákkal. Ezek a tényezők együttesen indokolják, hogy a grafén már a kutatás igen korai szakaszában is igen komolyan felkeltette az elektronikai ipar érdeklődését: hosszabb távon azt várják, hogy a szilícium alternatívájává váljon.

Amikor sikerült elég nagyméretű grafénpikkelyeket előállítani, hogy megbízhatóan megmérhessék a grafén átlátszóságát, a most díjazott tudósok két érdekes jelenségre is felfigyeltek. Az első, hogy az intuíciónkkal ellentétben a pusztán egyetlen atomi réteg vastag grafénhártya a rá eső fénynek egy jelentős részét, pontosan 2,3%-át elnyeli. Ami viszont talán még meglepőbb, hogy az optikai abszorpció mértékét egy univerzális konstans határozza meg, mégpedig a kvantum-elektrodinamikából jól ismeri fónomszerkezeti állandó:

$$\alpha = \frac{e^2}{\hbar c} \approx \frac{1}{137} \text{ és } \frac{\pi}{137} = 2,3\%.$$

A grafén optikai tulajdonságai azért különösen érdekesek, mert kitűnően vezető, átlátszó elektródaként alkalmazható fotovoltaiikus eszközökben, ahol hosszabb távon a kifogyófélben lévő ITO (indium tin oxide) alternatívája lehet.

Mindent összevetve, a 2010-es fizikai Nobel-díj több szempontból is rendhagyó. Először is az egyik díjazott, Kostya Novoselov mindössze 36 éves. 1973-óta nem kapott ilyen fiatal tudós fizikai Nobel-díjat. A másik kissé szokatlan tény pedig az, hogy a grafénről közzölt első cikk megjelenése óta mindössze hat év telt el a díj odaítéléséig, ami kifejezetten rövid idő, bár



Grafén atomi szerkezete, ahogyan a pásztázó alagútmikroszkóppal látjuk (a felvétel az MTA MFA-ban készült).

nem egyedülálló (lásd: pásztázó alagút mikroszkóp 1981–1986, vagy magas hőmérsékletű szupravezetők 1986–1987). Maguk a díjazottak is úgy fogalmaztak, hogy nem számítottak ilyen hamar erre a magas tudományos elismerésre. Azonban a fentebb ismertetett eredmények tükrében, és figyelembe véve, hogy a grafén újszerű tulajdonságainak feltárásában és értelmezésében végig komoly szerepe volt a most díjazott két tudósnak, biztosan állítható, hogy a díj mögött kiemelkedő szellemi teljesítmény áll. A korai odaítélésből adódóan azt még nem lehet teljes biztonsággal eldönteni, hogy ezek az eredmények – a Nobel-díj szellemében – milyen mértékben tudnak majd hasznosulni az egész emberiség javára. Erre a nyitott kérdésre azonban úgy is tekinthetünk, mint egy lehetőségre számunkra, a grafénnel foglalkozó és a kutatásba a jövőben bekapcsolódó kutatók számára.

Irodalom

1. A. K. Geim, K. S. Novoselov: The rise of graphene. *Nature Materials* 6 (2007) 183–191.
2. A. Geim: Graphene: Status and Prospects. *Science* 324 (2009) 1530–1534.

SÓLYOM JENŐ KÖSZÖNTÉSE

A magyar fizikus társadalom nevében köszöntjük *Sólyom Jenőt*, a Magyar Tudományos Akadémia rendes tagját, az MTA Szilárdtestfizikai és Optikai Kutató Intézetének kutatóprofesszorát és az ELTE Komplex Rendszerek Fizikája Tanszék egyetemi tanárát hetvenedik születésnapján. Akik ismerik Sólyom professzor töretlen aktivitását, azok egy tartalmas és eredményekben gazdag életpálya szép állomásaként értékelhetik ezt a kerek évfordulót.

Sólyom Jenő az ELTE TTK fizikus szakán tanult, vele egyidőben olyan hallgatók voltak ott, mint *Kuti Gyula*, a San-Diego-i Kalifornia Egyetem professzora és *Szatmáry Zoltán*, a KFKI főigazgatója. 1964-ben kitüntetéses oklevéllel végzett, majd *Pál Lénárd* hívására a KFKI Szilárdtestfizikai Laboratóriumában kezdett el dolgozni. Ehhez a munkahelyhez, illetőleg jogutódjaihoz azóta is hűséges maradt.

Munkássága első időszakában a KFKI-ban folyó neutroindiffrakciós vizsgálatokhoz kapcsolódva különböző mágneses szerkezetek szimmetriáival és a szimmetriasértő fázisátalakulások jellemzőivel foglalkozott. Ezen vizsgálatok eredményeiből írta kandidátusi disszertációját, amelyet 1970-ben védett meg, és amely munka alapján az ELTE-n sub auspiciis doktorrá avatták.

A Kondo-probléma megjelenése után *Zawadowski Alfréddal* együttműködve bekapcsolódott a mágneses szennyezések viselkedésének tanulmányozásába. A fenti témakörben kifejlesztett renormálási csoport eljárást más aktuális szilárdtestfizikai problémák vizsgálatára is sikerrel alkalmazta. Így megemlíthetjük az időközben felfedezett szerves vezetők és szupravezetők tulajdonságainak értelmezését, a röntgenabszorpciós él alakjának vizsgálatát, valamint az egydimenziós elekt-

ronrendszerekben fellépő szingularitások magyarázatát. Ezen eredményekből írta akadémiai doktori értekezését 1978-ban, illetőleg egy angol nyelvű összefoglaló munkát is, amelyre eddig több mint 1400 hivatkozás található. A fenti eredményeket 1980-ban Állami Díjjal is elismerték, amelyet *Menyhárd Nórával* és Zawadowski Alfrédal megosztva kapott.

Az utóbbi évtizedekben munkássága elsősorban az alacsony dimenziós mágneses rendszerek viselkedésének megértésére irányult. Különböző spinláncok és létraszerűen csatolt mágneses atomokat tartalmazó anyagok lehetséges fázisainak és kvantumos fázisátalakulásainak vizsgálatánál ért el fontos eredményeket, valamint tevékenyen hozzájárult az utóbbi évek egyik legígéretesebb numerikus módszerének, a sűrűségmátrixon alapuló renormálási csoport módszer továbbfejlesztéséhez is.

Külföldön neve széles körben ismert és elismert. Éveket töltött olyan vezető intézetekben, mint a moszk-

vai Landau Intézet, a grenoble-i Laue-Langevin Intézet, az Illinois-i és a Lausanne-i Egyetem. Hazai oktatási tevékenységét évtizedek óta az ELTE TTK Fizikai Intézetében fejti ki, amelynek összefoglalása az a három kötetes, több mint kétezer oldalas szilárdtestfizika könyv, amelynek angol nyelvű változata a Springer kiadónál jelent meg.

Sólyom Jenő mindig nagy gondot fordított a fiatalokkal való foglalkozásra, egykori tanítványai közül ma többen az MTA tagjai és doktorai. Ugyancsak aktívan részt vett és vesz a fizikus közéletben. Elnöke volt az Eötvös Loránd Fizikai Társulatnak, elnöke az OTKA Fizika Zsűrinek és évekig tagja az MTA Doktori Tanácsának.

Sólyom Jenő köszöntésére 2010. november 19-én az MTA Fizikai Tudományok Osztálya előadóülést szervezett, amelyen egykori munkatársai és tanítványai beszéltek legújabb tudományos eredményeikről.

Iglói Ferenc

Ez évi szeptemberi számunk három írásában szereplő képletek a „nyomda ördöge” csúf játékából hiányosan, érthetetlenül jelentek meg. A szerzőktől és az olvasóktól is elnézést kérve, az eredeti oldalszámozást és tördelést is megtartva újraközöljük ezeket a cikkeket.

A szerkesztők és a nyomda

GRAVITÁCIÓ ÉS GRAVITOMÁGNESÉG

Vető Balázs

ELTE TTK Anyagfizikai Tanszék

A testek közötti gravitációs, illetve az elektromos töltések között fellépő Coulomb-kölcsönhatás erős formai hasonlóságot mutat. Mozgó töltések kölcsönhatása során a Coulomb-erő mellett mágneses, úgynevezett Lorentz-erő is fellép. Kevésbé közismert, hogy mi történik két mozgó tömeg kölcsönhatása esetén. A cikkben áttekintjük, mit mond a mozgó tömegek kölcsönhatásáról a klasszikus fizika, a speciális és az általános relativitáselmélet.

A klasszikus fizika kísérleti tapasztalat alapján ismerte meg az elektromos töltések között fellépő elektromos, vagy Coulomb-kölcsönhatást (1785) és a mágneses testek között fellépő mágneses kölcsönhatást. Oersted kísérlete (1820) óta tudjuk, hogy a mágneses kölcsönhatást is elektromos töltések idézik elő. A kizárólag mozgó töltések között fellépő mágneses kölcsönhatást úgy értelmezzük, hogy a mozgó töltések (áramok) maguk körül mágneses teret hoznak létre, és ebben a térben mozgó elektromos töltésekre mágneses, vagy más néven Lorentz-erő hat.

A testek közötti tömegvonzás törvénye is kísérleti alapon született. Newton 1666-ban a hold mozgásából és a testek földfelszíni szabadesése alapján felállított törvényét Cavendish híres kísérlete csak 1798 körül igazolta. Kizárólag mozgó tömegek között fellépő kölcsönhatásra utaló kísérleti megfigyelést vagy el-

méleti előrejelzést a klasszikus fizika nem mutatott fel. Meg kell jegyezni, hogy 1870 környékén *Holzmueller* és *Tisserand* felvetették, hogy a Merkúr perihélium-elfordulásának a klasszikus égi mechanika által nem magyarázható részét mozgó tömegek között fellépő erő okozza. Egy ilyen erő a mozgó töltések között fellépő Lorentz-erő gravitációs hasonmása lenne. Ez az elképzelés, elméleti és kísérleti alátámasztás híján, kidolgozatlan hipotézis maradt.

Az alábbiakban áttekintjük azt, hogyan kezeli mozgó tömegek kölcsönhatását a klasszikus fizika, a speciális, illetve az általános relativitáselmélet.

A gravitáció klasszikus leírása

A klasszikus fizika a tömegvonzás törvényét két tömegpont gravitációs kölcsönhatásának mennyiségi leírásával adja meg:

$$\mathbf{F}_G = -\frac{G m_1 m_2}{r^3} \mathbf{r}. \quad (1)$$

Az \mathbf{F}_G jelenti az m_1 által az m_2 tömegpontra kifejtett gravitációs vonzóerő vektorát, \mathbf{r} pedig az m_1 tömegpontból az m_2 -be mutató vektort. Az m_1 tömegpont gravitációs térerősségét a