

$$\langle \psi | H^2 | \psi \rangle = \langle \psi | H^\dagger H | \psi \rangle = (\langle \psi | \hat{H}^\dagger) (\hat{H} | \psi \rangle).$$

Utóbbinál viszont \hat{H}^2 meg sem jelenik a számítások során, és ez esetben könnyen meggondolható, hogy a helyes eredményhez jutunk! \hat{H} hathat $|\psi\rangle$ -re (és $\hat{H}^\dagger \langle \psi|$ -re), aminek következtében $\langle E^2 \rangle = \sum_i p_i E_i^2$ valóban előáll. A Dirac-formalizmus tehát nem ad egyértelmű kiszámítási módot különböző átlagok meghatározására. Sőt, amikor két számítási mód között egyenértékűséget tételez fel, az értelmezési tartományok tiszteletben tartásának hiányában könnyedén kiderülhet, hogy valamelyikük téves eredmény(ek)re vezethet.

Záró megjegyzések

A Dirac-féle absztrakt formalizmust a kvantummechanika jól bevált elvi és gyakorlati háttérének is szokás tekinteni. Segítségével összekapcsolódik a Heisenberg által kidolgozott mátrixmechanika és a schrödingeri hullámmechanika elmélete. Konkrét számítások során olyan analógia szerint gondolkozunk, hogy a $|\psi\rangle$ ket egy oszlopvektor, míg párja, a $\langle \psi|$ bra egy sorvektor, mint a duális tér egy eleme. Az operátorok végtelen mátrixok, és az asszociativitási tulajdonságot minden esetben érvényesnek tekintjük. Ennek megfelelően Dirac szerint például a $\langle \phi | \hat{A} | \psi \rangle$ mátrixelem kiszámítható $(\langle \phi | \hat{A} | \psi \rangle)$ vagy akár $\langle \phi | (\hat{A} | \psi \rangle)$ módon is, a két kifejezés egyenértékű. Mint arra feljebb

ráműtöttünk, ha az \hat{A} operátor nem korlátos, akkor az értelmezési tartományokhoz köthető problémák miatt a két kiszámítási mód eltérhet egymástól, egyik vagy másik akár teljesen értelmetlennek is bizonyulhat. Úgy véljük, hogy hasonló felismerések irányíthaták Neumann Jánost a kvantummechanika Hilbert-térrel történő megfogalmazása helyett az algebrai irányba [6, 7]. Ide vonatkozó munkáinak 100 éves évfordulója felé közeledve meggondolandó, hogy a magyarországi egyetemi szintű kvantummechanika-oktatás során – legalábbis érintőlegesen – elhangozzék a nemkorlátos operátorok általa felismert problémáinak tárgyalása.

Irodalom

1. Jánossy L., Tasnádi P.: *Vektorszámítás I.* Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 2002.
2. F. Kronz, T. Lupher: Quantum Theory and Mathematical Rigor. *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Fall 2019 Edition), Edward N. Zalta (ed.), <https://plato.stanford.edu/archives/fall2019/entries/qt-nvd/>.
3. R. de la Madrid: The role of the rigged Hilbert space in Quantum Mechanics. *Eur. J. Phys.* 26 (2005) 287.
4. Leon A. Takhtajan: Quantum Mechanics for Mathematicians. *Graduate studies in Mathematics Vol. 95*, American Mathematical Society, 2008.
5. F. Gieres, *Rep. Prog. Phys.* 63 (2000) 1893.
6. J. von Neumann: Mathematische Begründung der Quantenmechanik [Mathematical Foundation of Quantum Mechanics]. *Nachrichten von der Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen, Mathematisch-Physikalische Klasse* (1927) 1–57.
7. J. von Neumann: Allgemeine Eigenwerttheorie Hermiteischer Funktionaloperatoren [General Eigenvalue Theory of Hermitian Functional Operators]. *Mathematische Annalen* (1929) 49–131.

GERGELY GYÖRGY (1923–2020)

Egy évvel ezelőtt, néhány nappal 97. születésnapja előtt halt meg *Gergely György*, Gyurka bácsi, Gyurka, Gergely doktor. Már a sok megszólítás is mutatja, hogy hosszú élete alatt a fizikus nemzedékek egész sorával sikeresen működött együtt és jó példát mutatott arra, hogy alapkutatásból indulva kell a hasznosításig eljutni. Vele a felülettudomány nemzetközileg is kimagasló művelőjét, igaz barátot és tanácsaival mindig segítségünkre álló, nagy enciklopédikus tudással bíró munkatársat, intézetünk korelnökét veszítettük el.

Gergely György 1923-ban született Vácott és ott végezte a középiskolát a Piarista Gimnáziumban. A tudományos munkát, a kutatást élethivatásának választó nemzedék tagja és ez határozta meg továbbtanulását is. 1942-ben kezdte meg egyetemi tanulmányait a József Nádor Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemen. Azért jelentkezett ide, mert mindenképpen kutatással akart foglalkozni és abban az időben a Pázmány Péter Tudományegyetemen a fizika területén csak tanárképzés folyt. Utólag visszatekintve megdöbbenthetünk azon, hogy 1942–1947-ig háború, ostrom ellenére az egyetemi oktatás „gond” nélkül haladt

és jól képzett diákokat bocsátottak ki. Ez abból is látszik, hogy *Bay Zoltán*, aki csak jó tanulókkal foglalkozott, elfogadta doktori munkára és 1948 februárjában föl is vette a Tungstram Kutatóba, ami akkor a szilárdtest-fizikai kutatások központja volt. Miután Bay Zoltán emigrált, Gergely György doktori munkáját *Szigeti György* vezetésével fejezte be lumineszcencia témából. A dolgozatot *Simonyi Károly* bírálta és az olyan jó volt, hogy azt a *Journal of the Optical Society of America* folyóiratban lehetett közölni.¹ Végzése idején a Tungstram Kutatót átvette a Távközlési Kutatóintézet (TKI), és a fő feladat a Bay Zoltán által korábban indított radarkutatás lett. Itt a képernyőfejlesztésben dolgozott, ami a fényemisszió alapkérdéseitől a radar, majd a televíziós képcsövek gyártásáig húzódott. Az alapkutatásban nagytisztaságú cink-szulfid porok fényemissziójának kérdéseivel foglalkozott, és a cink-szulfidos fényforrások fejlesztésénél elérték a fizikai határt. A tudományos munka minőségét jelzi, hogy cink-szulfid kutatásaiból akkor közölt cikkeire még 2014-ben is voltak hivatkozások. Az alapkutatás

¹Elolvasható: <https://doi.org/10.1364/JOSA.40.000356>

eredményeire támaszkodva sikeres alkalmazásként itthon is megindulhatott a radar- és televízió-kepernyőgyártás.

1965-től munkáját Szigeti György meghívására a Műszaki Fizikai Kutatóintézetben folytatta, de még egy ideig a régi helyén is dolgozott. Ekkor kezdett ellipszometriás mérésekkel foglalkozni, ugyanis a Tungstam Kutató félvezetős csoportja igényelte ezt a technikát. Ezt az igényt kielégítendő, *Adám Jánossal* meg is építették a műszert. Az MFKI-ban folyó félvezető-kutatáshoz a megszerzett tapasztalatok alapján javasolta az optimális ellipszométer beszerzését. A műszer használhatóságát akkor, amikor személyi számítógép még praktikusán nem létezett, nagyon korlátozta a hosszadalmas kiértékelési folyamat. Ezt megkönnyítendő ellipszometriai táblázatot készített, ami széleskörű felhasználást nyert.

Az 1960-as években kezdett világossá válni, hogy a félvezető-kutatásokhoz felületfizikai kutatások szükségesek. Gergely György időben felismerte ennek jelentőségét, és élete további részében ezzel foglalkozott. Javaslatára került beszerzésre a keleti régió első LEED (kisenergiájúelektron-diffrakció) berendezése, amelyet az igényeknek megfelelően hazánkban első Auger-elektron-spektrométerre (AES) fejlesztett. A felületfizikai kutatásokban legmaradandóbb eredménye a visszaszórt elektronspektrumban megjelenő rugalmas csúcs jelentőségének felismerése, és az erre alapuló rugalmas elektronszórás-spektrometria (Elastic Peak Electron Spectroscopy, EPES) módszer kidolgozása volt 1981-ben.

A visszaszórt elektronspektrumban a kvázi veszteség nélkül (rugalmasan) visszaszórt elektronok adják a legnagyobb csúcst. Az AES elterjedésével a rugalmas csúcs is felhasználásra került, de csak mint a spektrométer beállításának optimalizációjához szük-



séges segédeszköz. Gergely György egyszerű modellt alkotott a rugalmas csúcs keletkezésére, amelynek segítségével a rugalmas csúcs nagyságát ki lehet számolni. A bemenő paraméterek az atomi sűrűség, ütközési hatáskeresztmetszet és az elektronok rugalmatlan közepes szabadút-hossza (IMFP). Tiszta anyagra a sűrűség ismert, az ütközési hatáskeresztmetszet számolható és így a rugalmas csúcs méréséből az IMFP kiszámítható. A felületérzékeny elektronspektroszkópok csak az IMFP ismeretében tudnak felületi analízist végezni. Az IMFP kísérleti meghatározása pedig az EPES-re épül. Ezért, mint alapvető fontosságú módszert az EPES-módszert 2007-ben ISO szabvánnyá minősítették.

Gergely György széleskörű lexikális tárgyismerete, amit munkatársaival, a hozzá fordulókkal mindig szívesen megosztott, biztos alapot jelentett arra, hogy a felmerült kérdést s a kísérleti eredményeket a lehető legszélesebb összefüggéseikben, alkotó módon tudtuk elemezni, továbbgondolni és ezzel új felismerésekhez jutni. Makacsul hirdette s munkájában, bírálataiban, tanácsaiban követte azt az alapelvet, hogy az anyagokon végzett kísérletek, vizsgálatok eredményei, a kísérleti paraméterek és a fizikai-kémiai tulajdonságok közötti összefüggések megbízhatóan és érdemben csak az anyag szerkezetének, mikrokémiájának ismeretében értelmezhetők. Sőt, ennek ismerete nélkül nem lenne szabad az értelmezésbe bocsátkozni, következtetést levonni, s még kevésbé elméletet kidolgozni.

Teljesítményét a többek között a következő díjakkal ismerték el: ELFT Bródy Imre díj 1953, GTE Műszaki irodalmi díj 1978, MFKI Intézeti díj 1993, Marcus Marci érem 2002, Simonyi Károly díj 2009.

*Barna Péter, Gyulai József,
Menyhárd Miklós, Pécz Béla*
EK MFA

KÁDÁR GYÖRGY HELYREIGAZÍTÓ MEGJEGYZÉSE

A *Fizikai Szemle* 2020 júniusi számában megjelent előzetes megjegyzésem *Bay Zoltán A világűr kísérletek jövője* című cikkének születési körülményeiről, amely jóindulatú, téves állítást tartalmaz: „Tudomásom szerint ez a gondolatokban gazdag írás eddig nyomtatásban nem jelent meg.”

Az idézett szöveg kiigazításra szorul. Valóban nem tudtam arról, hogy 1988-ban az emigráns magyarok irodalmi és politikai folyóiratában, az *Új Látóbatár* 39. évfolyamának 158. oldalán már nyomtatásban megjelent Bay Zoltán cikke. A megjelenés tényét Bay Zoltán publikációinak jegyzéke rögzíti, amely a Gondolat

kiadónál 1988-ban megjelent *Bay Zoltán: Válogatott tanulmányok* című könyvében található. Ezt a kötetet a napokban vettem kézbe, korábban nem olvastam. Magát az *Új Látóbatár* folyóiratot főként az emigráns magyarok ismerték, és néhány hazai irodalmár, a folyóirat 1989-ben végleg megszűnt.

A fizikusok, fizikatanárok és mérnökök szakmai közvéleményéhez ez a nyomtatott változat nem jutott el, a *Fizikai Szemlében* való nyomtatott publikálást tehát helyénvalónak hiszem.

Kádár György
kutató professzor emeritusz