

Photon assisted implantation (PAI)

L.P. Biró ^a, J. Gyulai ^{a,b}, H. Ryssel ^b, L. Frey ^b, T. Kormány ^a, N.M. Tuun ^c
and Z.E. Horváth ^a

^a Joint Chair for Exp. Phys. of TU Budapest and of KFKI Res. Inst. for Mat. Sci., P.O. Box 49, H-1521 Budapest, Hungary
^b Fraunhofer-Arbeitsgruppe für Ionierete Schaltungen und Lehrstuhl für Elektronische Bauelemente, Universität Erlangen–Nürnberg, Artilleriestraße 13, D-91052 Erlangen, Germany
^c Chair for Electronic Devices, Technical University Budapest, P.O. Box 91, H-1521 Budapest, Hungary

6. ábra. BME–KFKI közös tanszék egyik cikkének fejléce

ben. Az egyetem profiljából adódott, hogy bitumenek belső sűrűlődsével, portlandcementek kötési mechanizmusával, építőanyagok hővezető képességével, nyílászáró szerkezetek hőtani problémájával többen foglalkoztak. Ebből a témakörből is születtek disszertációk. Igen sikeres volt a kristályok alkalmazása a lézerfizikában. Ezt a területet *Bakos József* félállású egyetemi tanár vezette. Olyan neves emberek kerültek ki ebből a csoportból mint *Krausz Ferenc*, az MTA külső tagja, a Max-Planck-Institut für Quantenoptik vezetője (3. ábra). Jánossy András laboratóriumaiban nagy mágneses terekig működő, széles hőmérséklet-tartományt átfogó transzport és spektroszkópiai berendezéseket működtetnek a szilárdtestfizikai vizsgálatok számára [5]. A témák megfelelnek az EU 7. keretprogram prioritásainak. A tanszéknek mindig jó nemzetközi kapcsolatai voltak (4–7. ábrák).

A tanszéken elméleti kutatások is folytak a Madelung-konstans kiszámításától kezdve az alkálihalogénid kristályok rugalmassági állandóin át a lézerindukált magátmenetekig.

A tanszék vezetői közül többen mind egyetemi, mind országos, sőt nemzetközi szinten is vállaltak szakmai közéleti feladatot. Kiss József dékánhelyettesi, Biró Gábor rektorhelyettesi, Keszthelyi Tamás dékáni tiszteletet töltött be. Gyulai Zoltán és Gyulai József az ELFT

Magnetic-Field-Induced Low-Energy Spin Excitations in YBa₂Cu₃O₇ Measured by High Field Gd³⁺ Electron Spin Resonance

Tamas Felzer,¹ András Jánossy,^{1,2} Gábor Oszlányi,^{1,2} Ferenc Simon,¹ Bogdan Dobrowolski,³ Piotr W. Klamut,³ Minda Hovash,⁴ and Grant V.M. Williams⁵

¹Institute of Physics, Budapest University of Technology and Economics, P.O. Box 91, H-1521 Budapest, Hungary

²Research Institute for Solid State Physics, P.O. Box 49, H-1525 Budapest, Hungary

³Department of Physics, Northern Illinois University, De Kalb, Illinois 60115

⁴Grenoble High Magnetic Field Laboratory, CNRS and MPE-FFE, BP 166, F-38042 Grenoble Cedex 9, France

⁵New Zealand Institute for Industrial Research, P.O. Box 13130, Lower Hut, New Zealand

(Received 13 February 2000)

7. ábra. Jánossy András szakmai iskolájának egyik publikációja

elnöki posztját töltötte be. Bodó Zalán a KöMaL fizikai rovatát szerkesztette. Gyulai Zoltánt a göttingeni Német Tudományos Akadémia levelező tagjává, Gyulai Józsefet az IUPAP alelnökévé választották. Munkájukat különböző díjakkal ismerték el. Gyulai Zoltánt Kossuth- és Állami-díjjal, Bodó Zalánt Kossuth-díjjal, Gyulai Józsefet Széchenyi- és Prima-díjjal, míg Jánossy Andrást Széchenyi-díjjal tüntették ki.

„Bízva bízzál!”

A műegyetemi Kísérleti Fizikai Tanszék töretlenül vészelte át az elmúlt 65 esztendő külső változásait. Reméljük, hogy a jövőben majd újra éled, hiszen a Műegyetem alapítása (1857) óta kísérleti fizikai tanszék (kisebb megszakítással) mindig működött [6, 7].

Irodalom

1. http://www.otka.hu/index.php?akt_menu=3746#top
2. Hartmann E., *Fizikai Szemle* 41 (1991) 93.
3. Hartmann E., *Fizikai Szemle* 26 (1976) 275.
4. Hartmann E., *Fizikai Szemle* 57 (2007) 162.
5. http://newton.phy.bme.hu/MTA-BME_Szilardtestek/
http://newton.phy.bme.hu/MTA-BME_Kondenzalt_anyagok/
http://dept.phy.bme.hu/MTA-BME_Elektrontranszport_kutatorcsoport/
6. Vargha M., *Fizikai Szemle* 45 (1995) 341.
7. Füstöss L., *Fizikai Szemle* 54 (2004) 415.

VÉLEMÉNYEK

GONDOLATOK AZ ISKOLAI ENERGIAFOGALOMHOZ

Hraskó Péter: Biztos-e, hogy az energia megmarad? című cikke (*Fizikai Szemle* 2009/4) indított írásra. Ebben az energia fogalmának több kapcsolata is felmerül, és mivel ez a közoktatást is érinti, érdekesnek tartom iskolai oldalról is megnézni. Véleménnyel és javaslataimmal a köztudatban élő fogalom átépítéséhez szeretnék hozzájárulni.

James Prescott Joule 1840-es években végzett kísérlete elérhető közelségbe hozta az energia fogalmának megértését. A század második felében elméleti szempontból is sikerült tisztázni a mechanikai és a hőtani

folyamatok energiával összefüggő kapcsolatát. Ennek alapjainál alig valamivel több kerül elő a közoktatásban: a relativitáselmélet említésekor a tömeggel hozzuk kapcsolatba az energiát, majd az atomi folyamatok ismertetésekor az elektronok állapota, állapotátmenete, később a nukleáris kölcsönhatás kapcsán merül fel.

Az, hogy az energia fogalma igen kusza működik a közgondolkodásban, ezek után nem meglepő. (Az energia fogalma, mint köznyelvi képződmény abban az értelemben működik, amennyiben változni képes, hat az emberek gondolkodására.) Úgy tűnik, hogy

javításra, fejlesztésre alig van esély. Két olyan momentumot látok, amelyen változtatni kellene ahhoz, hogy az energiafogalom használata korrektebbé váljék. Lazítani kellene az energia fogalmának a munkához való kapcsolásán, másrészt a hőenergia szavunkat le kellene cserélni a – már bevett – belső energia fogalmat takaró, jól használható elnevezésre. Sokéves tapasztalat mutatja, hogy a hőenergia fogalma bármennyire zavaró, sikeres túlélőnek tekinthető, amitől nem könnyű megszabadulni.

Történeti áttekintés

Az alábbiakban néhány gimnáziumi tankönyv szemlészésével próbálom meg érzékeltetni azt a problémát, amelyet az energiafogalom iskolai építése körül érzek.

A *Makai Lajos* nevével fémjelzett, hosszú időn át használt *Fizika a gimnáziumok II. osztálya számára* című könyvből idézem (a negyedik kiadás, 1976): „A testek munkavégző képességének jellemzésére alkalmas fizikai mennyiséget energiának nevezünk.” (210. oldal)

A *Dede Miklós és Isza Sándor* által írt *Fizika II.* (1982) című tankönyv az 1982/83-as tanévtől (a gimnáziumokban) engedélyezett, amely próbálkozik új felfogást bevezetni. Az apró betűs bevezető részből idézem: „A munka az energiaközlés egyik mértéke.” (157. oldal) Előtte a munkavégzés eredményeként értelmezi az állapot megváltozását, és az energiát az állapothoz köti. Később az energiát valamilyen megmaradási képzethez (rugalmas és rugalmatlan ütközés) és – természetesen – állapothoz köti. Mindez igen tiszteletre méltó próbálkozás!

Vermes Miklós Fizika II. (1986) című tankönyve az 1986/87-es tanévtől (a gimnáziumokban) engedélyezett, amely visszatér a régi fogalomhoz: „Energiának nevezük valamely test vagy szerkezet munkavégzésre való képességét.” (61. oldal)

Az eddigiek az 1978. évi tantervi reform történetét jellemzik a szemléletváltási kísérlet szempontjából. Ez figyelmeztet arra, hogy a szemléletet megváltoztatni igen nehéz! Megjegyzendő, hogy a szakközépiskolákban kisebb változások történtek ugyanebben az időszakban. A helyzet igazán színessé a 90-es években vált az iskolaszervezet megváltozásával.

A hat-, illetve nyolcosztályos gimnáziumok egységesebb szemléletének (egyik) jele volt a tankönyvek korosztályhoz (iskolai évfolyamhoz) kötése. Ebben a szellemben született *Zátonyi Sándor és ifj. Zátonyi Sándor* hatkötetes tankönyvsorozata. Az 1. kötet (a 7. osztály számára) írja: „A testek állapotváltoztató képességét energiának nevezük.” (Idézet a 4. kiadás, 1996, 86. oldaláról.) A 3. kötet (9. osztály) szerint: „Egy test vagy mező állapotváltoztató képességének mértékét energiának nevezük. ... Megjegyzés szerint egy testnek vagy mezőnek annyi energiája van, amennyi munkát végezni kellett ahhoz, hogy a test alapállapotból a megadott állapotba kerüljön.” (1. kiadás, 1995, 97. oldal.) Ez már igen komoly próbálkozás, amely az energiát mégis az állapothoz igyekszik kötni.

Ez utóbbi tankönyv „örökösének” tekinthető ifj. Zátonyi Sándor *Fizika 9.* című (1. kiadás, 2002) könyve, majd ennek azonos című átdolgozása (1. kiadás, 2009). Előbbiben a 127., utóbbiban a 143. oldalon találjuk ugyanezeket a mondatokat. Az eddig említett könyvek a Tankönyvkiadó, később a Nemzeti Tankönyvkiadó kiadványai.

Ugyancsak a Nemzeti Tankönyvkiadó kiadványa a Prizma-könyvek *Fizika 9.* című könyve (szerző: *Medgyes Sándorné*) szerint: „Két test kölcsönhatásakor mindkét test állapota megváltozik. A testek állapotváltoztató képességét energiának nevezük.” Itt a bevezető mondat átértelmezi a meghatározást, és később is a kölcsönhatásra, annak állapotváltozásban megnyilvánuló eredményére utal. A különböző energiafajtákat is állapotokhoz köti. (Meg kell jegyezni, hogy ez a könyv igen szűkszavú, kicsiny szöveges terjedelmű.)

A 90-es években több szereplő is megjelent a tankönyvpiacra, így a Mozaik Kiadó (többszerzős) *Fizika 7* című könyve a második, javított kiadásban (2004) így ír: „Azt a mennyiséget, amellyel megadjuk, hogy mekkora egy test változtatóképesége, energiának nevezük.” (88. oldal, a könyv már 1997-ben több díjat nyert.) A sorozat *Fizika 9* című kötete *Halász Tibor* munkája, amely korábbi tanulmányokra utalva (*Emlékeztető* címmel) ezt írja: „Az energia az anyagi rendszerek állapotára jellemző skalármennyiség, amely zárt rendszer esetén minden eddigi tapasztalat szerint bármely állapotváltozásnál állandó marad.” (6. kiadás, 2005, 124. oldal) Ez már komoly eredmény! Kár, hogy itt még a skalár fogalmával kevesen vannak tisztában, az viszont jó, hogy állapotváltozással is kapcsolatba kerül.

A Maxim Könyvkiadó *Út a tudáshoz* című sorozatában *Fizika 9* (szerzők: *Nagy Anett és Mező Tamás*) című könyvében ezt találjuk (161. oldal): „Mindenképpen a testek állapotának jellemzője az energia.” Ez a „családi beszélgetés” jelzésű szövegrészben jelenik meg. Később a „tanulhatóbbnak, számon kérhetőbbnek” tartott megfogalmazás már – leckeszerűen – így fogalmaz: „Az energia a testek, illetve a közöttük levő kölcsönhatások, fizikai mezők (erőterek) munkavégző, melegítő képességének mértéke. Előjeles skalár mennyiség.” Ebből azt emelném ki, hogy megpróbálja a régi fogalmat átértelmezni.

Végül meg kell jegyezni, hogy a belső energia fogalmának használata már több mint 30 éve korrekt. A termikus folyamatok során sem beszélnek a fizika tankönyvek hőenergiáról. Más tantárgyak esetén sajnos előfordul ilyen eset!

Javaslat

Szerintem megérett a helyzet arra, hogy az energiát egyértelműen állapotjellemzőként értelmezzük. Ez azért lehetséges, mert az anyagok, anyagi rendszerek, mezők állapotaihoz különféle energiafajták rendelkeznek; állapotváltozáskor legalább az történik, hogy az anyag, rendszer, mező egyik fajta energiája másik fajtává alakul.

A belső energia kifejezést fel kellene cserélnünk az egybeírt változattal, mert a jelzős szerkezetet nem érzi a közgondolkodás eléggé egy fogalomnak. Ez lehet az oka az egy szóba írt hőenergia szó ilyen sikeres túlélésének. A különírt változatot olyan esetekre kellene fenntartanunk, mint az ember, szervezet belső energiataraléka.

A változás szükségességét azzal lehetne indokolni, hogy a hő(mennyiség) az átadott energia mennyiségét megadó folyamatjellemző, hasonlóan a munkához. Ahogyan a „munkaenergia” szót nem érezzük értelmesebbnek az állapot és a folyamat összekeveredése miatt, ugyanúgy a hőenergia szó is nehezen értelmezhető.

Természetesen foglalkozni kell azzal, hogy mit szolgáltat a hőerőmű! Ha azt mondjuk, hogy hőt, akkor folyamatközpontúan gondolkodunk: a lakásunkba hő-

(mennyiség) kerül, amely a lakás belső energiáját növeli. Ha azt mondjuk, hogy a hőerőmű belső energiát szolgáltat, akkor állapotközpontúan gondolkodunk: az erőmű belső energiát termel (valamilyen anyag által tárolt energiát egy közvetítő anyag, közeg belső energiájává alakítja át), és ezt juttatja el a lakásunkba. Mindkét szemléletmód és a hozzá tartozó beszédmód korrekt.

Tudom, hogy a változás, a szemléletváltás lassú folyamat. Ennek ellenére most látok esélyt arra, hogy a fogalmakat a következő egy-két évtizedben sikerül átalakítani, mert az energiával kapcsolatos dolgokról a „hétköznapi” embernek egyre többet kell gondolkodnia. Ez már „zsebre megy”, a környezetünket érinti – napi kérdéssé vált.

Theisz György

KÖNYVESPOLC

Walter Isaacson: EINSTEIN

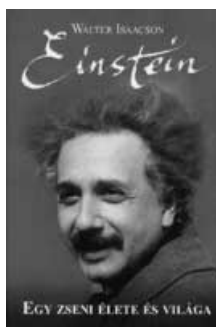
Alexandra 2009, 683 oldal, fordította Bujdosó István

Egy zseni élete és világa alcímet viselő majd 700 oldalas könyv, amiből 75 oldal jegyzet.

Szerzője *Walter Isaacson* irodalmat, filozófiát, történelmet tanult, szerkesztője volt a CNN-nek és a *Time* magazinnak, de az *Einstein* könyv előkészületeként áttanulmányozta egyebek közt a tenzorszámítást, és az előtanulmányi listának is számító 11 oldalnyi hivatkozásban számos kiváló, fizikáról szóló könyv található. Így azután a könyvet fizikusok is sóhajok és fintorok nélkül olvashatják, noha összesen egyetlen formula szerepel a hatszáz oldalon, egy tenzoregyenlet, ami a *Hilbert*tel való rivalizálás bemutatásához volt elengedhetetlen.

A nagy ismeretanyag, amire a szerző épít, és az elfogulatlanság, amivel a tényeket kezeli, lehetővé teszi, hogy a könyvet enciklopédiaként használhatjuk. Kevés utánagondolással megtaláljuk a megfelelő oldalakat és hamar választ kapunk kérdéseinkre.

Megtudhatjuk a könyvből, hogy Einsteinnek az iskolában nem volt a matematikával semmi gondja, meg a többi tantárggyal sem, sőt, kiemelkedően teljesített. Konfliktusokhoz szemtelenségként számon tartott önfejűsége vezetett, amit már fiatalon elvékonyított fogalmazott meg: „A tekintélybe vetett őrült hit az igazság legnagyobb ellensége.” Ez főleg egyetemi éveit okozott gondot, amikor állást keresett, és



volt tanárai mint renitens diákot nem ajánlották. Ebből vezeti le a szerző azt az állítását, hogy a végül (a budapesti születésű *Grossmann Marcell* segítségével) megszerzett szabadalmi ügyvivői állás inkább hasznára volt Einstein tudományos karrierjének mintsem kárára. „Ha felvették volna egy tanársegédi állásba... talán arra kényszeríthették volna, hogy a kitaposott ösvényen haladva meneteljen előre a megfelelő publikációkkal, és közben nagyon óvatosan bánjon az általánosan elfogadott elvek megkérdőjelezésével” – írja Isaacson.

Szerelmei, feleségei, gyermekei története levelek, naplók, visszaemlékezések alapján képezik az életrajz gerincét. Példaadó szeretőnek, férjnek, apának lenni nem egyszerű feladat, és különösen nem az a tudomány elkötelezettje számára. Ehhez adódott hozzá, illetve ennek egyik megjelenési formája volt Einstein spontán távolságtartása. „A szociális igazságosság és szociális kötelezettségek iránti szenvedélyes érzésem mindig szemben állott a tulajdon-sággal, hogy sohasem éreztem szükségét az emberekhez vagy emberi közösségekhez való közvetlen csatlakozásnak...”

Természetesen ezt mások is látták, érzékelték. *Max Born* szerint „Bármennyire kedves is volt, szociálisan érzékeny, és bármennyire is szerette az emberiséget, mindig totális közönnyel viseltetett a környezete és a környezetében élő emberek iránt.”

Isaacson körültekintően írja le Einstein kapcsolatát Mileva Marič-csal, közös tanulóéveiket, hét évvel