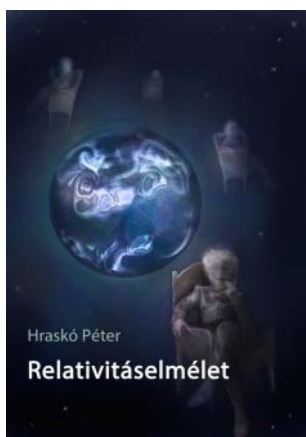


NYÁRVÉGI AJÁNLO

Olvadni nyáron kell! Pontosabban akkor van rá idő. Már amennyiben az idő valamire van. Mindenesetre nyugodtabb szívvel ajánlok könyveket nyáron. Azoknak is, akik előbb akarják új alapokra helyezni a relativitáselméletet, mint megérteni.

Hraskó Péter: RELATIVITÁSELMÉLET
Typotex, 2015

Hraskó Péter munkája kellőképpen átfogó, jól érthető, ugyanakkor igényessége a tudomány kalandorai számára meglehetősen riasztó. Több mint tíz éve jelent meg először és akinek csak szóba hoztam, mind elégedett volt vele. Nemrégiben mégis bajba kerültem az ajánlással, ugyanis a könyv elfogyott. Mostanra helyreállt a rend, megjelent a második, bővített változat e-könyvként, a kézbe vehető kötet árának hozzávetőleg negyedéért. (A borító a szerző unokájának ízlését dicséri.)



Tudjuk jól, hogy a relativitáselmélet nem könnyed nyári olvasmány, szélsőségesen leegyszerűsítő változataiban sem. Hraskó Péter könyve megkívánja a teljes odafigyelést, a bemutatott feladatok kidolgozásánál igényt tart találmányosságunkra. A könyv első két fejezete a speciális relativitáselméletet fejti ki. „A speciális relativitáselmélet a fizikának azokon a területein megkerülhetetlen, amelyek nagy sebességű mozgásokkal és a részecskék átalakulásaival foglalkoznak. Elsősorban az atomfizika és az elemi részecskék fizikája tartozik ide, amelyeknek az elmélete két tartópilléren nyugszik: a kvantumelméleten és a speciális relativitáselméleten. ... A könyv első két része ezért kizárólag a speciális relativitáselmélettel foglalkozik és annak, akit az elméletnek csak ez a vonatkozása érdekel, elég ezt a két részt áttanulmányoznia. Ha még az általános relativitáselmélet alapjairól is szeretne legalább tájékozódni, elolvashatja a harmadik részt, amely megkísérli a matematikai apparátus felhasználása nélkül bemutatni az elmélet alapgondolatát, a gravitáció geometrizálását” – olvashatjuk a könyv előszavában.

A következő öt fejezet szolgál az általános relativitáselmélet kifejtésére. Ehhez először is a megfelelő matematikai eszközökre van szükség és a bennük

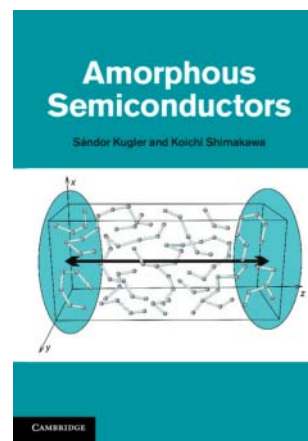
való olyan fokú jártasságra, hogy átérezhessük a Nobel-díjas *I. M. Frank* mottóul választott kijelentésének igazát: „...a fizikában nem a matematika nehéz, hanem a fizika”.

Az Univerzum törvényszerűségeiről kevés értékes állítást tehetünk az általános relativitáselmélet nélkül. Ezért szól a zárófejezet a kozmológia alapjairól.

Hraskó Péter könyve korszerű alpmunkának tekinthető, amely egyúttal tankönyv is, hiszen „...a könyv azoknak a kurzusoknak az anyagára épül, amelyeket néhány év óta tartok az általános relativitáselméletről a Budapesti Műszaki Egyetemen mérnök-fizikus hallgatók számára” – olvashatjuk az előszóban. A fiatalok számára különösen fontos, hogy egy tankönyvet e-könyvként vehetnek kézbe, hiszen a digitalizált szöveget szabadabban használhatják, mint nyomtatott változatát.

Sándor Kugler, Koichi Shimakawa:
AMORPHOUS SEMICONDUCTORS
Cambridge University Press, 2015

Egy másik idén megjelent könyv is a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemen tartott előadások alapján született. *Kugler Sándor* és *Shimakawa Koichi* kötetét a Cambridge University Press adta ki. Tekintettel a kötet tárgyára a szerzők könyvüket elsősorban fizikusoknak és villamosmérnököknek ajánlják. Azonban ez a karcsú monográfia mondanivalója áttekinthető felépítéséért, jól követhető érveléséért az érdeklődők jóval szélesebb körére számíthat.



Öt fejezete közül az első a történeti áttekintésé a tudomány és az alkalmazások oldaláról. Itt kell megkísérlni az alapfogalmak definiálását, hogy mi a nem-kristályos, az amorf, az üvegszerű, mi a véletlenszerűség (randomness), mi a rendezetlenség (disorder). A második fejezet az amorf félvezetők előállításai technikáit foglalja össze, a fizikai (termikus párologtatás, porlasztás útján történő), valamint a kémiai gőzfázisú leválasztást. A negyedik fejezet az elektronszerkezettel, az optikai és mágneses tulajdonságokkal, míg az ötödik a fény okozta hatásokkal foglalkozik.

A harmadik fejezet terjedelme akkora, mint a többi együttvéve. A fejezet tárgya az amorf félvezetők szerkezete. Elsősorban neutrondiffrakciós mérések és modellszámítások eredményeire támaszkodva az atomok elhelyezkedését Monte Carlo-szimulációval állapítják meg.

A Monte Carlo-módszer hasadó anyagok kritikus tömegének meghatározását célzó számítások során született, neutronok pályájának számítógépen történő követésére. A módszer előbb a véletlen folyamatok valószínűségi elméletének közvetítésével a numerikus analízis eszközévé vált, és már mint sokoldalúan kidolgozott matematikai eljárást vetették be a fizika különböző területein. Az amorf félvezetők szerkezetének megállapítására is a számítógépes kísérletek számos válfaját alkalmazzák, de ebben a fejezetben csak a hagyományos és a fordított (reverse) Monte Carlo-módszerről esik szó. A direkt MC-eljárásnál a kiindulási atomi elrendezés (valamilyen torzított kristályos rend) egy véletlenszerűen kiválasztott atomja véletlenszám-generátor által megállapított új helyzetbe kerül. Az összenergia csökkenése esetén ez lesz az új kiindulási elrendezés. A fordított Monte Carlo-szimulációnál a kísérleti neutron-diffrakciós felvételekkel való összehasonlítás a szerkezet felderítésének alapja.

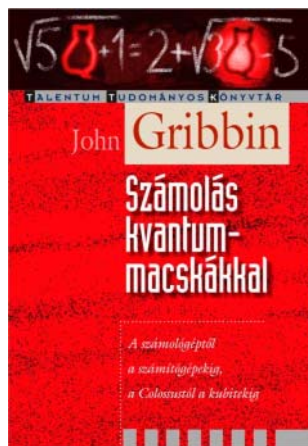
A könyv 150 oldalnál is kisebb terjedelme megtevésztő, mert igen nagy területet fog át. Az amorf félvezetők szinte minden lényeges tulajdonsága szóba kerül – igaz, röviden, de a szokásosnál jóval terjedelmesebb, fejezetenként megadott hivatkozási lista lehetővé teszi, hogy minden részinformációnak utána nézzünk.

John Gribbin:

SZÁMOLÁS KVANTUMMACSKÁKKAL

Fordította: Both Előd, Akkord Kiadó, 2015

John Gribbin termékeny szerző. Ezt magyarul megjelent 12 vastag kötet is igazolja, amelyek főként kvantummechanikával, kozmológiával, a természettudományok történetével foglalkoznak. A kvantummechanikáról nehéz hitelesen, egyúttal érdeklődést keltően írni. Ha sikerül, még mindig hiányozhat egy blikkfangos cím. A *Schrödinger macskája*



cím annyira jónak bizonyult, hogy 12 évvel később *Schrödinger kiscicái* kerültek a bestseller listára, újabb 16 évvel később pedig a kvantumszámítógépekről szóló könyv *Számolás kvantummacskákkal* címen jelent meg. (Magyarul a gyorsuló idő jegyében az első könyv fordítására 16, a másodikéra már csak 8, a legújabbra mindössze 2 évet kellett várni.)

A kvantummacskás könyv felépítése logikus: a számítógépekről szóló fejezetet a kvantumok bemutatása követi, majd ezek egyesítéseként szól a harmadik fejezet a kvantumszámítógépekről.

A számítógépes rész *Turingról* és *Neumannról* számol be, a következő *Feynmanról* és *Bellről*, ám itt felteleezi, hogy *Schrödinger*ről és az egyenletéről, valamint a koppenhágai iskoláról, ha nem is mindent, de sok mindent tudunk, azaz becsülettel elvégeztünk egy kvantummechanika kurzust vagy gondosan elolvastuk a *Schrödinger macskáját*, majd *Schrödinger kiscicáit*.

A *Schrödinger macskája* 90%-ban a kvantummechanikát hagyományos módon népszerűsítő könyv. A kivételt épp a félig eleven, félig holt cica jelenti, mert itt szokatlan módon felveti Gribbin, hogy a macskát megfigyelő is csak annyiban létező, amennyiben őt éppen megfigyelik. Ezzel együtt az EPR (*Einstein, Podolsky, Rosen*) jelenségek, a Bell-egyenlőtlenségek kísérleti vizsgálata is hangsúlyt kapnak.

Schrödinger kiscicáiban erőteljesebb a tudománytörténeti megközelítés, a kvantummechanika koppenhágai értelmezése pedig a józan észnek ellentmondó diszciplínaként jelenik meg. Gribbin a hétköznapi tapasztalathoz ragaszkodó szemléletével inkább el tudja képzelni számtalan Univerzum egyidejű létezését, mintsem a megfigyelő kulcsszerepét a mérésekben. Schrödinger macskájának értelmezéséhez két Univerzum egyidejű létezése is elegendő: az egyikben a cica tökéletesen eleven, a másokban pedig visszavonhatatlanul halott.

A *Számolás kvantummacskákkal* kötetben az eddigi tendenciák érvényesülnek. Sok az életrajzi adat és anekdota – ezek általában nemcsak az odafigyelést könnyítik meg, de sokszor a kutatók eredményeinek alakulását is értelmezik. Alkalmat adnak arra, hogy a szerző kifejezhesse leküzdhetetlen ellenszenvét a koppenhágai értelmezéssel szemben. Így jár pórul az első fejezetben nagyra értékelt Neumann János, amikor előkerül a rejtett paraméterek nemlétére vonatkozó bizonyítása. A szerző egy 1988-as Bell-interjú idézi: „Neumann bizonyítása nem csupán hamis, hanem neveltséges!” Majd öt évvel későbből egy másik szerzőre hivatkozik, aki szerint az érvelés olyan ostoba, hogy „kíváncsi lennék, vajon a bizonyítást valaha is átnézték-e legalább egyetemi hallgatók”. Feltehetően a koppenhágai értelmezéssel szembeni ellenérzés miatt nem esik szó a kvantummechanika eredményeiről, csak a Bell-egyenlőtlenségek utáni kísérletekről és azok lehetséges értelmezéséről. Amit nem érdemes számon kérni a szerzőn, hiszen a könyv tárgya a kvantumszámítógépek működésének bemutatása. Ez korrekt módon meg is történik, és ezért a korrektségért az olvasónak igen sokat kell visszalapozni és utána olvasni. El kell jutnia odáig, hogy belássa, milyen ígéretes dolog, hogy a modern kísérleti technika és hatékony algoritmusok segítségével a 15-öt sikerült törzstényezőire bontani.



Három könyv a nyár végére, amikor a könnyed szórakozásból már elégünk van és elegendő elszántság gyűlt össze bennünk átfogó ismeretek szerzésére, felújítására. A műfajok nem azonosak, a szükséges

elszánás is különböző, de nem annyira, ahogy a közvélekedés tartja. Berendezkedni a téridőben, követni egy sztochasztikus szimuláció felépítését időigényes feladatok, és célszerű is előre megbecsülni lesz-e elegendő időnk hozzá. Ám a kvantummacskáktól se hagy-

juk megteveszteni magunkat, mert az anekdoták és pletykák csak a figyelem elterelésére szolgálnak. Ha a kvantummacskákkal jó barátságban is vagyunk, a velük való számolás nem tűnik egyszerűnek.

Füstöss László

Oláh Anna: »MINT KEMENCEMESTER IS ORSZÁGSZERTE HÍRES« Bolyai Farkas hőtani elméletei, kemencerakó, -öntő tapasztalatai L'Harmattan Kiadó, Budapest, 2015

Az idén 240 éves *Bolyai Farkas* életrajzírói szinte kivétel nélkül kitérnek azokra az erőfeszítésekre, amelyeket az egyre nagyobb hatékonyságú és egyre több célt szolgáló kemencék tervezésére, építésére szánt. Legtöbbjük forrása *Bedőházi János: A két Bolyai. Élet- és jellemrajz* című, Marosvásárhelyen 1879-ben megjelent terjedelmes monográfiája. Bedőházi ezt írja: „Különösen a kemenczerakásban volt nagy mester. [...] Örök kár, hogy erről írott műve elveszett. Bolyai János írja: »atyám pedig száz meg száz variatioju, minden nemű kemenczéket gondolt, s rakatott önfelügyelete s igazgatása alatt, s részint rakott maga is saját kezével, nagy szenvedélyvel, néha egy éjjel tán kettőt is, s azóta jöttek az országban, s úgy látszik másutt is, dívatba a Bolyai-kemenczék. Messzi vidékről folyamodtak hozzá tanácsért, s a hová csak lehetett, ő maga is elfáradt. Rendesen ősszel indult el egyesek meghívására 'kemenczézni', amint mondogatta. Voltak betanított fazekasai is, de ezekre sokat panaszkodott lassú munkájukért. Kemenczéi közül egy oszlop alakú maradt még a legújabb időkig is használatban, s talán még most is őrzi nevét egy-egy imitt amott látható Bolyai-féle zöld cserép kemencze.«¹

Nos, az 1980-as évek elején jelen írás szerzője ténylegesen talált egy zöld oszlopkemencét Marosvásárhelyen a hajdani Kövecses (ma Avram Iancu) utcában. Akkor kezdett foglalkozni Bolyai elveszettnek hitt hőtani kézírtaival és kemencéivel. A kemencék hatékonyságának kérdése már göttingeni diákkorában foglalkoztatta. Kéziratában azt írja: „Legelső gondolatja volt a sróf-út 1797-ben, Göttingában.” A kutatóegyetem professzorai a kor megoldásra szoruló



kérdéseinek vizsgálatába, mint a hatékony kemencék tervezése, építése, kötelező módon bevonták diákjait is. Bolyai ezt a „sróf” utat tökéletesítette egy fél évszázadon át, míg eljutott az általa Dániel-kemencének nevezett melegítő, sütő főző, forraló, aszaló, szelőlőztető komplex fűtőszerkezetig. Erről szóló száz oldalnál is nagyobb terjedelmű kéziratát egy ládányi egyéb János-irattal együtt a kollégium a MTA-ra küldte átvizsgálás és esetleges kiadás céljából. A lelakatolt ládában lévő iratok közel 30 évet töltöttek a MTA Könyvtárban, anélkül, hogy egyetlen sornyi kéziratot kiadásra méltónak talált volna a tisztelt akadémia. Hazaküldésük után 60 évvel, amikor *Benkő Samu* kutató Marosvásárhelyen átveszi a teljes Bolyai kéziratanyagot, elkezdődik annak több évtizedig tartó szakszerű feldolgozása. Attól kezdve a kemence iratokra gyakran történik utalás. Az iratokat² rendeztük, kibetűztük, értékeltük és nemrég kötetben a L'Harmattan Kiadónál megjelentettük.

Bolyai az irat elején tisztázza az ő korában még egészen képlékeny állapotban lévő hőtani alapfogalmakat. A hő természetére vonatkozó következtetései bizonyítékul állnak előttünk arra, hogy a hiányos ismeretmozaikjai közti űrt fejlett elemzőképességgel, aprólékos logikai következtetésekre támaszkodva kitöltötte, és rátapintott a későbbi korok nagy felfedezéseire. Ezt követően összefoglalja a fűtéssel kapcsolatos legfontosabb követelményeket: „A tűznek mindenik használatában megkívántatik: hogy füstölés és gőz nélkül minél célszerűtlen legyen, az égőnek s kemence költségnek lehető megkímélése, a tűz könnyű tétele, a kigyúlásnak megelőzése, s ha megesik, könnyű megoltása, hogy amennyire lehet, egy tűzzel több cél érődjék el.” Arról győződhetünk meg, hogy a kemenczerakás, sütés, főzés, aszalás, a tüzelőanyag gazdaságos felhasználása, végül a tűzoltás komplex kérdéskörét csak szerteágazó matematikai, természettudományos ismeretekkel bíró szakember elemezheti ilyen részletességgel. Az általa alkalmazott, mindenre kiterjedő függvény szemlélet volt sikerének titka. A fűtés hatékonyságában szerepet játszik:

¹ Bedőházi János, 320–322. old.

² Lelőhelye: Marosvásárhely, Teleki-Bolyai Könyvtár, Bolyai Farkas iratok, 119, 120 sz. irat.

1. a fűtőanyag minősége és annak nedvességtartalma;
2. a kemencébe jutó levegő oxigéntartalma;
3. a kemence anyaga;
4. a sugárzó felületek mérete;
5. a füstjárat hossza, átmérője, amely a füst sebességét és az elégetlen szén (korom) mennyiségét befolyásolja;
6. a lakóhelyiség, padlás magassága, amely a kémény méreteit, ezáltal a huzat sebességét befolyásolja;
7. a lakóhelyiség földrajzi elhelyezkedése;

8. a lakóhelyiség, kémény kívüli időjárási viszonyok: hőmérséklet, páratartalom, széljárás, a légkör elektromos töltöttsége, a Hold állása, a szomszédos épületek távolsága.

A Dániel-kemencék – a bibliai hasonlatot maga Bolyai honosította meg – megalkotásában Bolyai korának leghaladóbb elméleti ismereteit alkalmazta a fizika, matematika, geometria, vegyészet, erdészet, biológia, meteorológia, esztétika terén. Ennél komplexebb vizsgálatot ma sem nagyon végeznek tudósaink.

Oláh Anna

A FIZIKA TANÍTÁSA

A NAP- ÉS A SZÉLENERGIA LAKOSSÁGI FELHASZNÁLÁSI LEHETŐSÉGEINEK MODELLEZÉSE ISKOLAI PROJEKTFELADATBAN

Beke Tamás

Nagyasszonyunk Katolikus
Általános Iskola és Gimnázium, Kalocsa

Iskolánk gimnazista tanulóival megvalósítottunk egy hosszabb projektfeladatot, amelyben az energiaforrások szerepét vizsgáltuk. Ebben a cikkben elsősorban a nap- és a széleenergia lakossági felhasználásának számítógépes modellezéséről és a hozzá kapcsolódó fizikai problémákról szeretnék beszámolni.

Megújuló energiaforrások

Megújuló energiaforrásoknak nevezzük az olyan energiaforrásokat, amelyek természeti folyamatok során folyamatosan rendelkezésre állnak vagy újratermelődnek [1]. Ide tartozik a nap-, a szél-, a vízenergia, a biomassza.¹ A megújuló energiaforrásokon belül a nap- és a széleenergia bolygónk felszínének nagy részén rendelkezésre állnak és általában gazdaságosan kinyerhetők. Ez jelenthet nagyüzemi vagy kisfelhasználói kitermelést.

Az iskolai projektben azon a véleményen voltunk, hogy a nap- és a széleenergia felhasználása lakossági szinten sok helyen megvalósítható lehetne. Akik családi házban (saját ingatlanban) laknak, azok a ház tetejét napelemekkel fedhetnék be, a kertben pedig lehetőség nyílna néhány kisebb szélgenerátor felállítására is. Az így termelt villamos energiát pedig részben közvetlenül felhasználhatnák az ott lakók, részben akkumulátorokban tárolhatnák.

Az írás az ELTE Fizika tanítása PhD program keretében készült. Köszönetem fejezem ki *Tél Tamás* professzor úrnak, a kutatási program vezetőjének és a témavezetőnek, *Bene Gyula* egyetemi docensnek, akik hasznos észrevételekkel segítettek a cikk megírásában. Köszönöm a projektben résztvevő tanulók munkáját.

¹ Az árapály- és a geotermikus energiát is ide soroljuk.

A nap- és széleenergia hátrányaként szokták emlegetni, hogy az időszakos működés miatt talán éppen akkor termelnek villamos energiát, amikor nincs rá szükség; ezért a fölöslegesen megtermelt energiát tárolni kell, hogy akkor használhassuk fel, amikor nincs vagy nem elég az energiatermelés. Elméletileg több módszer is szóba jöhet: például akkumulátorok, vízvivattyús-tárolós energiátárolás, vízbontás és a hidrogén eltárolása stb. A hatékony energiátárolás azonban nem egyszerű feladat.

A házikó projekt

Ebben a részprojektben azt vizsgáltuk, hogy egy átlagos magyar háztartás energiaszükségletét fedezni tudnánk-e a nap- és a széleenergia segítségével. Valódi ökoház építésére nem volt pénzünk, helyette virtuáli-

1. ábra. A modellszákház: napelemek a tetőn, szélgenerátor az udvarban, az elektromos energiát akkumulátorokban tároljuk, a ház természetesen villamos fogyasztókat is tartalmaz.

