



Mértékkal él az ember

A HUN-REN Wigner Fizikai Kutatóközpont 2024-ben saját könyvsorozatot indított *All Colors of Physics – Sokszínű fizika* címmel, amely munkatársainak angol és magyar nyelvű műveit kínálja nemcsak a szakmai, hanem a tágabb olvasóközönségnek is.



A sorozat harmadik darabja – Horváth Dezső könyve, a *Mit, miért, mivel mérünk?* – idén nyáron jelent meg. Régen olvastam ilyen szórakoztató, gyakran mély és szép összefüggéseken alapuló kötetet.

A szerzőt olvasóink már ismerhetik, például a 2013. és 2015. évi Nobel-díj háttérét ő világította meg lapunkban. Horváth Dezső ugyanis Széchenyi-díjas részecskefizikus, fő munkahelye, a KFKI/Wigner mellett dolgozott, többek között,

Dubnában, Brookhavenben és a CERN-ben. Professor emeritus; Debrecenben és Kolozsváron tanít.

De honnan ered a könyv ötlete? A válasz e-mailben érkezett: „A 80-as években Amerikában és Kanadában dolgoztam részecskefizikai kísérleteken, és valamennyien szenvedtünk az amerikai egységektől, ezt emlegetem is a könyvben. Igazából az is elképesztett, hogy az angolszász egységek egymás között is különböznek némileg. Írtam egy cikket a *Fizikai Szemlé*ben »Kedvenc mértékegységeim« címmel, később több cikksorozatot is ír-

tam az *IPM*-be, az utolsó erről szólt, de valamiért csak az első két részt közölték, pedig egyszerre küldtem be az egészet. Így kapóra jött, amikor a Wigner FK meghirdette kiadói szándékát, bár eredetileg inkább tudományos témákra gondoltak, az első két könyv az is. Három évig dolgoztam rajta, az utolsó fél év az ábrák jogtisztává tételével telt, ezért van annyi saját fényképem benne, pedig a webről elérhetőek szebbek voltak. Rengeteg segítséget kaptam azoktól, akiket felsorolok a végén, főleg Trócsányi Zoltántól a tartalmat és Verle Ilonától az ábrákat illetően.”

A kötet a metrikus rendszer kialakulásának történetével kezdődik (és már az elején kiderül, hogyan lehet két kézen 144-ig, sőt 1023-ig elszámolni), sorra veszi a szokásos és a furcsánál furcsább mértékegységeket, természetesen az ókortól kezdve, országokon, kontinenseken átívelve, és még az iskolai osztályozási rendszerek különbségeire is kitér (az amerikaival többször gondban voltam eddig).

A fejezetek, alfejezetek elején szereplő mottók önmagukban is olvasásra sarkallnak, az egyik kedvencem egy limerck: Van egy ifjú hölgy, Katik, / Ki a fénynél gyorsabban utazik, / Ha elmegy ma délelőtt, / Visszaér már tegnapelőtt.

Az itt következő részletekből képet alkothatnak a könyvről, amelyben – remélem – sokan böngésznek majd a képernyőn vagy akár hagyományosan, lapozgatva.

sv

A pdf-változat szabadon letölthető innen:

<https://pubs.wigner.hun-ren.hu/wigner/catalog/view/mit-miert-mivel-merunk/7/26>

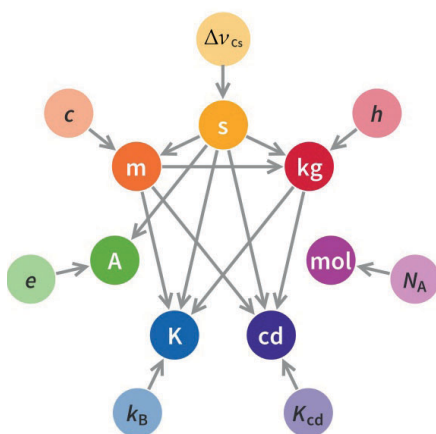
A papírváltozat megvásárolható például itt:

https://www.typtotex.hu/book/15512/mit_miért_mivel_merunk

Mit, miért, mivel mérünk? Zűrzavaros mértékeink a róftól a fényévig

Részletek Horváth Dezső könyvéből

A metrikus rendszer kialakulása, a Túlélő régi mértékegységek, az Egyéb közhasznú mértékegységek tárgyalása után a Tudományos mértékrendszerek fejezete következik, innen idézzük az Idő és a Tudománymetria című részt.



Idő

Amint az ábra szemlélteti, habár a hosszúságnak volt az első igazi tudományosan létrehozott egysége, a mértékrendszerünk is a méterről kapta a nevét, mégis az idő számít a fizikai mennyiségek között a legeredetibbnek.

Alapvető SI-mértékegységeink. Balra: az alapegységek összefüggése. A külső körön a rögzített állandók vannak, eggyel beljebb

az alapegységek. Az összefüggéseket nyilak jelzik, azok kívülről befelé és felülről lefelé haladva növekednek. A mol az Avogadro-számmal mindentől független. Jobbra: SI-logó az alapvető mennyiségeket meghatározó állandókkal (c : fénysebesség, h : Planck-állandó, Δv_{Cs} : a ^{133}Cs szinképvonalának alapállapotú felhasadása, e : elemi töltés, k_B : Boltzmann-állandó, N_A : Avogadro-állandó, K_{cd} : spektrális fényhasznosítás)



Szent Ágoston sokat foglalkozik az idővel a 4. században írt *Valomásaiban*. Arra jut, hogy az idő csak mozgással mérhető, de nem egyezik magával a mozgással, igazából nem is tudja, micsoda. A Világ teremtésekor Istennek az időt is meg kellett teremtenie, tehát annak a kérdésnek, hogy Isten mikor teremtette a világot, nincs értelme. A fizikai kozmológia álláspontja hasonló: James Peebles (Nobel díj, 2019) szerint az ősrobbanásnak nem lehetett időpillanata, mert az időnek is akkor kellett létrejönnie: *Nincs értelme kezdetről beszélni, amikor semmi jó elméletünk nincs a kezdetről.*

A fentiekből kiderül, hogy bár az idő az események egymásutánosságát írja le, de értelmezése komoly tudományos probléma,

mind fizikai, mind pedig filozófiai szempontból. A Nap járása, nappalok és éjszakák egyenletes váltakozása az idő ciklikusságát sugallja, ugyanakkor létezik abszolút időskála, amely az ősrobbanással kezdődik. Ahogy korábban írtuk, Einstein relativisztikus értelmezésében tér és idő összefügg, együtt négydimenziós tér-idő koordináta-rendszert alkotnak a világunk számára, de az idővel ellentétben a térnek nincs abszolút nulla pontja. Idő és energia szorosan kapcsolódnak egymáshoz abban is, hogy a fizika nem értelmez sem negatív időt, sem negatív energiát. Valahonnan visszaszámolva persze mind idő-, mind energiakülönbség lehet nálánál kisebb.

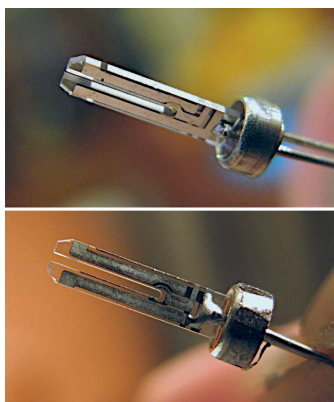
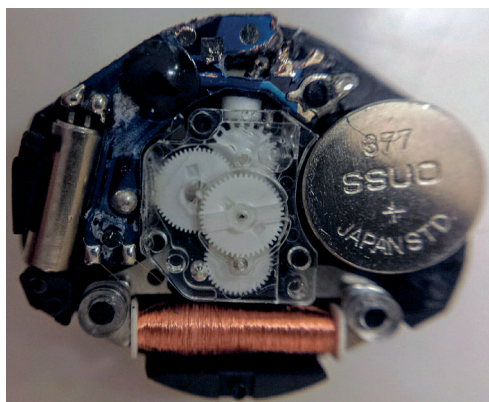


Balra: Horus típusú hordozható napóra, iránytűvel.

Jobbra: A Clark College (Vancouver, Washington, USA) szabadtéri napórája



Balról jobbra: 60 perces homokóra; súlytal hajtott inga-óra a 19. századból, Gustav Becker készítette; csillagászati óra Prágában harangjátékkal és a felső ablakokban megjelenő figurákkal



Balra: analóg kvarcóra belseje. A hosszúkás fémhenger tartalmazza a hangolókristályt, az alsó tekercs hajtja a mutatómotort. Középen: 32768 Hz-es kvarcoszcillátor hangolóvillája. Jobbra: három-tengelyes tourbillon-karóra



Tudománymetria: Erdős-szám

Valamilyen szempontból ide illik az *Erdős-szám* is, amely azt mutatja, milyen messze található tudományosan egy matematikus tevékenysége *Erdős Pál* világhírű matematikusétól. Ezt Erdős barátai találták ki, hogy tiszteljenek Erdős elképesztően széles körű együttműködési hálózata előtt. Tréfának indult, de tudományos körökben meglehetősen elterjedt, és komoly lökést adott a hálózatkutatásnak.

Azt mutatja, hány lépésre található Erdőstől egy másik matematikus publikációs tevékenysége. Magának Erdősnek az Erdős-száma természetesen nulla, közvetlen munkatársaié, akikkel közös publikációja született, 1. Ha valaki magával Erdőssel nem publikált közös cikket, de társszerző 1-es Erdős-számú kutatóval, akkor 2 az Erdős-száma, és a szám a távolsággal lépésenként növekszik. Maga Erdős mintegy 1500 publikációt írt életében, túlnyomórészt másokkal közösen, és 509 matematikus Erdős-száma 1. 2-es száma viszont 2020-ban már 12 000-nél több tudósak volt, többek között Nobel-díjas fizikusoknak, biológusoknak és közgazdászoknak, ez is Erdős elképesztő hatását mutatja a matematika fejlődésére. *Angela Merkel* néhai német kancellárnak, aki eredetileg szilárdtestfizikus volt, 5-ös volt az Erdős-száma. Erdős Pál egész életében a világot járta, de szoros hazai kapcsolataira jellemző, hogy a statisztika szerint a tíz legtermékenyebb szerzőtársa között hat magyar volt. A szerző Erdős-száma 4, mert az együttműködései sok ezer társszerzője között volt matematikus is.

Az Erdős-számot többször módosították és kiterjesztették más területekre is. Erre jó példa a *Bacon-szám*. Ez *Kevin Bacon* amerikai filmszínészhez kapcsolódik az Erdős-számhoz hasonló definícióval, csak közös publikáció helyett közös filmszerepléssel. A *Bacon-szabály* kimondja, hogy a világ bármelyik filmszínészétől legfeljebb hat lépéssel eljutunk Kevin Baconig. Másik példa a *Sabbath-szám*, amely azt mutatja, hány hasonló lépésre található egy zenész a *Black Sabbath* popzenekartól. Ide kívánczik *Richard Feynman* Nobel-díjas fizikus esete, aki arról is nevezetes, hogy mindhárom listán előkelő helyet foglal el, az Erdős- és Bacon-száma 3, a Sabbath-száma 4, mivel a fizikán kívül filmekben is szerepelt és zenekarban is játszott.

Külön érdekesség, hogy ez az ötlet az angol Wikipédia szerint is *Karinthy Frigyes*től ered, aki 1929-ben *Láncszemek* című novellájában megsejtette,¹ hogy az ismeretségek hálózata a lépésekkel exponenciálisan növekszik, és bárkitől bárkiig eljutunk hat megfelelően definiált lépéssel (például ismerettséggel) a Földön.

Horváth Dezső könyvét *furcsa és tréfás mennyiségek zárják*.

¹ „Annak bizonyításául, hogy a Földgolyó lakossága sokkal közelebb van egymáshoz, mindenféle tekintetben, mint ahogy valaha is volt, próbát ajánlott fel a társaság egyik tagja. Tessék egy akármilyen meghatározható egyént kijelölni a Föld másfélmilliárd lakója közül, bármelyik pontján a Földnek – ő fogadást ajánl, hogy legfeljebb öt más egyénen keresztül, kik közül az egyik neki személyes ismerőse, kapcsolatot tud létesíteni az illetővel, csupa közvetlen – ismeretség – alapon, mint ahogy mondani szokták: »Kérlek, te ismered X. Y-t, szólj neki, hogy szóljon Z. V-nek, aki neki ismerőse... stb.« ... A nehezebb feladatot: egy szövegcselő munkást a Ford-művek műhelyéből, ezek után magam vállaltam és négy láncszemmel szerencsésen meg is oldottam. A munkás ismeri a műhelyfőnököt, műhelyfőnöke magát Fordot, Ford jobban van a Hearst-lapok vezérigazgatójával, a Hearst-lapok vezérigazgatójával tavaly alaposan összeismerkedett Pásztor Árpád úr, aki nekem nemcsak ismerősöm, de tudtommal kitűnő barátom – csak egy szavamba kerül, hogy sürgönyözzön a vezérigazgatónak, hogy szóljon Fordnak, hogy Ford szóljon a műhelyfőnöknek, hogy az a szövegcselő munkás sürgősen szövegcseljen nekem össze egy autót, éppen szükségem lenne rá.

Így folyt a játék és barátunknak igaza lett – soha nem kellett ötnél több láncszem ahhoz, hogy a Földkerekség bármelyik lakosával, csupa személyes ismeretség révén, összeköttetésbe kerüljön a társaság bármelyik tagja.” (Karinthy Frigyes: Minden más-keppen van / Láncszemek. A neten: https://mek.oszk.hu/15500/15588/a/a_szerk.)

Egy furcsa hosszegység: a smoot

MOTTO:

*A Harvard híd hossza 364,4 smoot ± 1 fül,
az MIT belső rádióadója a 2 smoot hullámhosszon sugároz
Massachusetts Institute of Technology*

A *smoot* (≈ 170 cm) komoly hosszegység, mégpedig *Oliver R. Smoot* testhossza 1958-ban, egyetemista korában. Diáktársai őt (a Nemzetközi Szabványügyi Szervezet későbbi elnökét) használták fel az MIT (Massachusetts Institute of Technology) közelében levő bostoni Harvard híd hosszának mérésére: csaknem hetven éve 364-szer ráfektették és a jeleket a járdára festették. Az MIT diákjai évente kétszer újrafestik a jeleket, minden tizedik smootot számozva. A helyszínelő rendőrök smootban adják meg a baleset helyszínét, és amikor a hidat renoválták, a jeleket a híd-építőknek újra fel kellett festeniük. Az MIT belső rádióadója a 2 smoot hullámhosszon (88,1 MHz frekvencián) sugároz.



A smoot hosszegység 50. születésnapjára készített emléktábla és a bostoni Harvard híd közepe a smoot-skálával és a „Félúton a pokolhoz” felirattal

Egyéb hosszegységek

A lóhossz lóversenynél, testhossz vagy karcsapás úszóversenynél, hajóhossz kajak-kenunál használatos. Városi távolságokat szoktak jellemezni utcahosszal, blokkal, háztömbbel.

A csillagászat óriási távolságait *parszek*ben mérik, $1 \text{ pc} \approx 3,26$ fényév $\approx 3,09 \cdot 10^{16} \text{ m}$), ennek megfelelően az attoparszek kézzelfogható hosszegység: $1 \text{ apc} \approx 3,09 \text{ cm}$. Nagyon kis távolságok viszont jól leírhatók a férfiszakáll másodpercenkénti növekmé-



nyével, a Google Calculator szerint $1 \text{ beard-sec} = 5 \text{ nm}$ (nanométer). Számítástechnikában született Walt Disney mikiegeréről a *mickey*: az a legkisebb távolság (felbontás) pixelben, amelyet az egér mozgatása közben a számítógép még éppen érzékel. Tipikus értéke 16 mickey/mm, de ez manapság felmehet 600 mickey/mm-ig.

Idő

A *napóra* időtartamként a napkelte és napnyugta közötti időszak 12-ed része volt, tehát évszakonként erősen változott. A *momentum* a napóra 40-ed része, tehát szintén változó, de átlagosan 90 s körüli. Nem tévesztendő össze a *pillanattal*, amely viszont tényleg egy szempillantásnyi.

A *perc* az óra 60-ad része, és a neve nem századrész, *percent*, hanem általában a *kicsiből* ered, mint az ujj perce vagy a latin *minutus*. A *másodperc* a perc 60-ada, tehát újabb 60-as osztással lehetne harmad- és negyedperc is, de azokat szerencsére nem használjuk.

A *jiffy* nagyon rövid időtartam, többé-kevésbé komoly egység, sokan használják, de értéke területfüggő. Egyik régi definíciója szerint az az idő, amíg a fény vákuumban megtesz egy cm-t, tehát mintegy 33,3 ps. Elektromosságban a váltóáram periódusidejét jelenti, amely Európában 1/50, Amerikában 1/60 s. Számítástechnikában az interruptok ismétlődési idejét jelenti, ez például a Linux különböző fajtáiban 1 és 10 ms lehet. A Stratus virtuális operációs rendszer olyan naptárat használ, amely az 1980. január 1. 00:00 GMT (Greenwich Mean Time) óta eltelt időt jiffyben méri: $1 \text{ jiffy} = 1/65\,536 \text{ s}$ (1/hexadecimális 10 000).

A *New York sec* az az idő, amely eltelik New Yorkban a közlekedési lámpa zöldre váltása és a türelmetlen taxik *Induljunk már!* dudálása között. Az IBM vezette be a *nanocentury* (10^{-9} évszázad, 3,16 s) időt, amelynél többet egy felhasználó nem várhat válasza a szoftvertől. Az *ohnosecond* másodpercben méri azt az időt, amely egy végzetes hiba (például lényeges file törlése) elkövetése és felismerése között eltelik, és a programozó felkiált: „Oh, no!!!”

Magam is többször találkoztam a helyi életszínvonalra jellemző *Big Mac* időegységgel, amely azt mutatja, hol hány percet dolgozik az átlagos keresetű munkavállaló egy helyi McDonald's-ban

elfogyasztott Big Mac áráért. Ezt nyilván nem véletlenül választották ki: McDonald's éttermek a világon mindenütt vannak és némileg szabályozott a helyi franchise-ok árszabása. Egy 2018-as felmérés szerint ez a Big Mac-idő Kairóban 101 perc volt, Isztambulban 67, Budapesten 56, Pekingben 51, Pozsonyban 48, Varsóban 33, Moszkvában 30, Párizsban 23, Bécsben 18, New Yorkban 15 és Tokióban 12 perc.

Sugárterhelés: banánegység

Minden élelmiszer tartalmaz sugárzó izotópot, a banán például főként kálium-40-et (^{40}K). A *banán-ekvivalens dózis*, *BED* annak a dózisterhelésnek felel meg, amelyhez egy banán elfogyasztásával jutunk, $1 \text{ BED} \approx 10^{-7}$ sievert. A BED természetesen nem hivatalos SI-egység, de igen szemléletes, tehát komoly oktatási jelentősége van. Természetes radioaktív sugárzásnak kitett köznap ember napi 100 BED sugárterhelést kap. Az atomreaktorok évi 2500 BED-nyi sugárzást juttathatnak a légkörbe, viszont egyetlen mellkasi CT-felvétel mintegy 70 000 BED terhelést jelent.

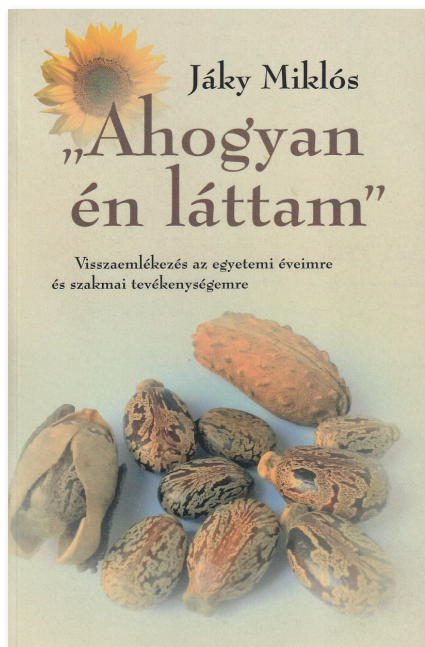
Tréfás mennyiségek

A *Hawking-index* azt mutatja, hányan olvasnak tényleg végig egy könyvet azok közül, akik elkezdtek. Az elnevezés *Stephen Hawking* angol fizikus leghíresebb könyvétől, *Az idő rövid történetétől* ered, amely ezen a skálán a 6,6% értéket kapta.

Szép Heléna miatt indult el a Trójai háború 1000 görög hajója, ennek megfelelően 1 milliheléna az a női szépség, amely egy hajó indulásához kell. Ha figyelembe vesszük, hogy miatta 10 évig ostromolták a görögök Tróját, akkor a háborúság 1 hajó-napra jutó szépségértéke mintegy 0,27 mikroheléna.

Állatok méretét jellemzi az *SGU standard zsiráf* egység, amelyet érdekes módon az ESA Európai Űrhajózási Hivatal vezetett be, azon például a kacsa és a pingvin értéke 0,2, az elefánté pedig 1,25.

Wil Wheaton amerikai színész és író, aki például az *Agymenők* (eredetiben *The Big Bang Theory*) filmsorozatban visszatérően saját magát játszotta, ihlette az internetes követés *wheaton* egységét, amely 500 000 X- (néhai Twitter-) követőt jelent. ●●●●●



Kémiai visszaemlékezés

Jákó Miklós (1903–1987) vegyészmérnök két kötetben megírt naplójából szakmai munkásságát és gazdag életének fontos eseményeit ismerhetjük meg. A növényi zsíros olajokkal foglalkozó vegyész önéletrajza nemcsak vegyészeknek, hanem a történelem iránt érdeklődőknek is hasznos olvasmány.

Naplóit családja és a várpalotai Magyar Vegyészeti Múzeum őrizte meg. A kéziratokat szó szerint tartalmazza a kiadott könyv, a Pytheas Könyvmanufaktúra gondozásában.

Jákó Miklós fia és leánya is a kémikusi pályát választotta. Lánya, *Szalayné Jákó Zsuzsanna* középiskolai tanár lett, fia pedig a KKKI munkatársa. Ők adták ki Jákó Miklós könyveit.

Jákó Miklós két jelentős témája a napraforgóolaj előállításának kidolgozása és a ricinusolaj méregtelenítése volt (a ricinus „*ricin*” nevű vízzoldható alkaloidja rendkívül erős mérég, amit politikai gyilkosságra használtak fel).

A könyv számos kémiai történelmi érdekességet tartalmaz, a növényi zsíros olajok kémiaijáról és ipari előállításáról is.

Érdeklődésre a könyvet térítésmentesen elküldöm.

Tömpe Péter

a Kémia- és Vegyipartörténeti Szakosztály elnöke
tompepet-online.hu