
Kitekintés

MATEMATIKA: CIPŐFŰZŐ ÉS NYAKKENDŐ

A *Nature* 2002 decemberében *Matematika* felcímmel közölte Burkard Polster *A cipőfűzés legjobb módjáról* című rövid értekezését. A dolgozat a *The New York Times* érdeklődését is felkeltette. Dr. Rosalind Cotter, a *Nature* illetékes rovatvezetője a napilapnak elmondta, hogy az ausztrál matematikus cikke tudományosan pontos, és ugyanazon a lektorálási folyamaton esett át, mint a *Nature*-ben közölt többi tanulmány.

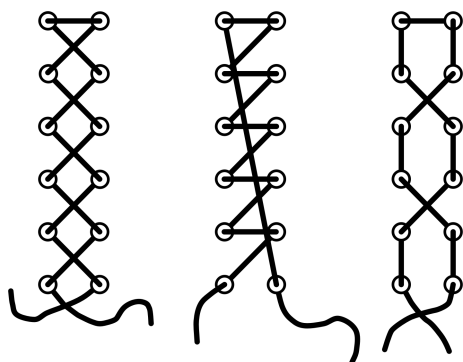
A téma kétségtelenül szórakoztató. A szerző elavás előtt, birkák számolása helyett a cipőfűzők számolgatásával pihentette agyát.

A cipőfűzésben két megoldás uralkodik. Az egyszerű *cikkcakk* a legnépszerűbb (*1. ábrán* baloldalt). Kedveltségben nem sokkal marad le mögötte az a mód, amikor csak a cipőfűző egyik szára halad cikkcakkos úton, a másik az egyik oldal tetejéről egyenesen a másik oldal aljára vezet (*1. ábrán* középen). A továbbiakban egyszerűen X, illetve N mintázatnak nevezzük ezeket a megoldásokat. Burkard Polster a mindkét oldalon hat lyukkal bíró cipők fűzési lehetőségeit vizsgálva arra az eredményre jutott, hogy a feladat 43 200 különböző módon oldható meg. Valójában a lehetséges megoldások száma ennél is nagyobb, ő már praktikus, szigorító szempontot is bevezetett. Megkövetelte, hogy minden lyuk játsszon szerepet a cipő két felének összehúzásában. Ez azt jelenti, hogy a cipőfűző nem haladhat át egyenes vonalban három egymást követő lyukon, mert ez esetben a középső lyuk nem segíti tevőlegesen az összehúzást.

A lehetséges 43 200 befűzési mód többsége nem szép. A szépség mellett természetesen más szempont szerint is folytatódhat az elemzés. Polster megkereste azokat a megoldásokat, amelyek a legerősebb összehúzást biztosítják, illetve a legrövidebb cipőfűzőt igénylik. Kiderült, hogy a két hétköznapi megoldás, az X és az N fűzés adja a legerősebb kötést, de köztük is van különbség. Ha a lyukak viszonylag közel és az összehúzendó oldalak viszonylag távol vannak egymástól, akkor az X cikkcakk az ideális megoldás. Egymástól távolabb eső lyukaknál viszont az N megoldás a legjobb. A legrövidebb befűzési módot Polster csokornyakkendő megoldásnak nevezte, ez látható az *1. ábrán* jobboldalt. Mivel a kirakatrendezők a megszokottól eltérő fűzéseket is használnak, a matematikus szorgosan látogatta a cipőboltokat, és két esetben fel is fedezte a csokornyakkendő megoldást.

Polster témaválasztására két Cambridge-i fizikus korábbi munkája hatott, akik a nyakkendőkötés lehetséges módozatait tárták fel, és a szigorú matematikai alapokon nyugvó nyakkendőkötés elmélete alapján új, esztétikus csomózási módokat fedeztek fel. (Munkásságukat egy korábbi írásom felhasználásával mutatom be.)

Thomas M. Fink és Yong Mao, a brit Cavendish Laboratory fizikus kutatói a *Nature*-ben közölték *Nyakkendőcsomók tervezése bolyongással* című tanulmányukat. A bolyongás, a véletlen mozgás leírása ismert matematikai probléma, a kutatók a statisztikus fizika módszereivel oldották meg a feladatot. Először a képletek nyelvére fordították le a csomókötés fázisait. Elemi alapvevésekből indultak ki: a nyakkendőnek két



1. ábra

vége van, egy szélesebb (aktív) és egy keskenyebb (passzív). A nyakkendő keresztezett szárai négy részre osztják a teret, ebből a számításokhoz három térrész a fontos: a jobb, a bal és a középső. A szárok félfordulattal kerülnek át egyik térrészből a másikba. Ezt háromszögekből felépülő ráccsal modellezték, a J, B és K tengelyek jelölik ki a három térrészt a mozgatható számáért, valamely háromszög egy oldala felel meg a nyakkendőcsomózás egyetlen lépésének. Ezek után már nincs is más teendő, mint megnézni, vajon hogyan, hányféleképpen lehet bolyongani, vándorolni a háromszög oldalai mentén.

A matematikai probléma szépségét az adja, hogy a bolyongás mégsem lehet teljesen tetszőleges, ha a végén stabil nyakkendőcsomóhoz szeretnénk jutni. Már a kiindulás sem tetszőleges, ugyanígy kötöttek a befejező lépések. Ha csomóhoz akarunk jutni, akkor két egymás utáni lépés nem vezethet ugyanabba az irányba, ugyanabba a térrészbe. A nyakkendő hossza véges, ezért a végrehajtható lépések száma sem lehet túl nagy. Három lépésnél kevesebből nem köthető csomó, a felső határt a kutatók kilencnél húzták meg, e fölött már aránytalanul nagy csomó adódott volna. Ezek után már tényleg a matematikáé volt a szó. A megszorításokat figyelembe véve nyolcvanötféle bolyongás alakulhatott ki, nyolcvanötféle nyakkendőcsomózási lépéssorozat hajtható végre.

A kutatók – még mindig szigorúan matematikai alapon és nem a gyakorlatban, a tükör előtt – tovább válogattak a lehetőségek között. Az emberek szeretik a szimmetriát, ezért előírták, hogy a csomók legyenek szimmetrikusak, ez úgy érhető el, ha a balra, illetve jobbra vezető lépések száma egyenlő. Megfogalmazható az egyensúly követelménye is: vagyis a magára hagyott csomó ne essen szét. Tanulmányukban a tíz legesztétikusabb csomó képletét, kötési módszertanát tették közzé. Természetesen a tíz között van az eddig a gyakorlatban alkalmazott négyféle kötésmód is.

Divattörténészek szerint a hagyományos, négylépéses csomózási mód a múlt század végén Angliában alakult ki. A következő formát 1936-ban a windsori herceg, a későbbi VIII. Edward vezette be, ez a nyolc lépésben készíthető ún. Windsor-csomó, ebből származott később a hatlépéses fél-Windsor. 1989-ben született meg a Pratt-csomó, ez akkora esemény volt, hogy a *The New York Times* címlapon adott róla hírt. Az újabb nyolcvanegy lehetőség felfedezői is megérdemlik tehát, hogy hírt adjunk róluk.

CIPŐFŰZŐ:

Burkard Polster: Mathematics: What is the Best Way to Lace Your Shoes? *Nature*. Vol. 420, 5 December 2002. p. 476.

Chang, Kenneth: Seeking Perfection in Shoe Lacing, With 43,200 Choices, *The New York Times*, 10 Dec., 2002 vagy <http://www.nytimes.com/2002/12/10/science/10LACE.html>

NYAKKENDŐ:

Thomas M. Fink – Yong Mao: Designing Tie Knots by Random Walks. *Nature*. Vol. 398, 4 March 1999, p. 31.

Henry Fountain: It Takes a Scientist to Tie a Necktie, 85 Different Ways. *Science Desk*. *The New York Times*. March 9, 1999,

Jéki László: A fizikusok a divatba is betörek *Magyar Hírlap*. 2000. március 3.

Thomas Fink *nyakkendőcsomó* honlapja: <http://www.tcm.phy.cam.ac.uk/~tmf20/>

J. L.

MEGMÉRTÉK A GRAVITÁCIÓ TERJEDÉSI SEBESSÉGÉT?

2003. január 7-én Seattle-ben, az American Astronomical Society éves közgyűlésén két kutató bejelentette, hogy a világon elsőként sikerült megmérniük a gravitáció terjedési sebességét. Az eredmény Einstein relativitáselméletével összhangban megegyezett a fény sebességével. Nincs tehát szenzáció, továbbra is jó a relativitáselmélet, ennek ellenére a bejelentés gyorsan az írott és elektronikus napilapok vezető tudományos híre lett. A gyors és nagy sajtóvisszhang miatt a kritikai észrevételek sem késtek sokáig, ezeket azonban már hiába keresnék a napisajtóban, itt a *Nature*-ben és a *Science*-ben közzreadott észrevételeket idézzük.

A gravitáció sebességének megmérése lehetőséget adna a gravitációs hullámok észlelése. Egyre érzékenyebb kísérleti berendezések épülnek, de eddig még a legnagyobb kozmikus kataklizmákat kísérő gravitációs hullámokat sem sikerült észlelni. Sergei Kopeikin elméleti fizikus (University of Missouri) más utat keresett. Nagyjából évtizedenként egyszer a Jupiter a Földről nézve elhalad egy kvazár, a rádióhullám tartományban intenzíven sugárzó égi objektum előtt. A Jupiter gravitációs tere kissé eltéríti a rádióhullámokat. Kopeikin számításai szerint az eltérítés mértéke függ a gravitáció sebességétől. Méréssel lehet tehát tisztázni, hogy Newtonnak volt-e igaza, amikor az azonnali távolhatást tételezte fel, vagy Einsteinnek, aki a gravitációs hatás fénysebességgel való terjedésével számolt. (Ha a Nap egy pillanat alatt eltűnne a Naprendszer középpontjából, és a gravitáció fénysebességgel terjed, akkor a Föld még tizenkilenc percig változatlanul keringene pályáján. Tizenkilenc perc után, a gravitációs erőhatás megszűntével egyenes vonalban kilőne a világűrbe. Ez a lehetőség szerencsére csak gondolatkísérlet formában létezik.)

A Jupiter 2002. szeptemberben haladt el egy rádióhullámokat sugárzó kvazár előtt. Kopeikin és Edward Fomention csillagász (National Radio Astronomy Observatory, Charlottesville, Virginia) összegyűjtötte a rádióteleszkópok mérési adatait, és Kopeikin formulája alapján ebből számították ki a terjedési sebességét. A gravitáció sebessége a fénysebesség 1,06-szorosának adódott, kb. 20 %-os hibával. A végtelen nagy sebességű terjedést tehát egyértelműen kizárhatták, a gravitáció és a fény sebessége a mérés hibahatárán belül megegyezik.

Asada Hideki (Hiroasaki Egyetem, Japán) már hetekkel az égi esemény előtt amellelt érvelt az *Astrophysical Journal Letters* hasábjain, hogy a tervezett módon nem a gravitáció, hanem a fény sebességét fogják megmérni. A gravitációelmélet egyik tekintélyes művelője, Clifford M. Will szerint a Kopeikin által mérni vélt jelenség csak olyan kis másodrendű hatást okoz, ami ma mérésekkel nem mutatható ki. Mások azt emelik ki, hogy az általános relativitáselméletben a fénysebesség és a gravitáció olyan szoros kapcsolatban állnak egymással, hogy még elvi különválasztásuk lehetősége és módja is vitatott. Ezért vitatják Kopeikin formuláját, amelyet az általános relativitáselméletből vezetett le. John Baez (University of California, Riverside) szerint jó esetben a mérés megerősíti azt az elméletet, amelyben eddig sem kételkedtünk, rossz esetben pedig egy új, rendkívül pontatlan módszert kaptunk a fénysebesség mérésére. Kopeikin és Fomention kitart eredeti állítása mellett.

KRITIKUS ÖSSZEFOGLALÓK:

Geoff Brumfiel: Gravity Experiment Sparks Spat Between Physicists. *Nature*. News. 421.16 January, 2003. 198. p.

Robert Irion: The Speed of Gravity? Not So Fast. *Science*. Vol. 299. 17 January, 2003. 323–324. pp.

J. L.

TROMBÓZISVESZÉLY A SZÁMÍTÓGÉP ELŐTT

Növeli a mélyvénás trombózis és a tüdőembólia kialakulásának esélyét, ha valaki vég nélkül, órákon át ül a számítógép előtt. Richard Beasley, az új-zélandi Orvostudományi Kutatóintézet igazgatója a *European Respiratory Journal* című folyóiratban közölte egy olyan 32 éves fiatalember esetét, aki lábában mélyvénás trombózist kapott, majd akinél egy leváló vérrög tüdőembóliát okozott. A férfi életveszélyes állapotba került.

Mivel túl fiatalnak találták az effajta katasztrófákhoz, vizsgálni kezdték, mi okozhatta a bajt, azonban semmiféle rizikótényezőt nem találtak. A férfi nem dohányzott, nyilvánvalóan nem szedett fogamzásgátló tablettát, ereiben nem találtak rendellenességeket, vérsír-értékei normálisak voltak. A kutatók szerint betegsége nagy valószínűséggel azzal magyarázható, hogy naponta legalább tizenkét órát ült a számítógép előtt, sokszor órákig fel sem állt.

Néhány éve ismert, hogy hosszú repülőutak után gyakrabban fordulnak elő trombózisok, tüdőembóliák – ez az úgynevezett „turistaosztály-szindróma”. A sok üléstől pang a vér a vénákban, a repülőgépeken igen száraz a levegő, ha valaki nem iszik eleget, a vér besűrűsödik. A visszerek is növelik a kockázatot.

Az új-zélandi kutatók szerint a 32 éves férfi esete bizonyítja, hogy a számítógép előtt is lehetséges a turistaosztály-szindróma, és valószínűleg sokakkal történt már hasonló, csak eddig nem hozták összefüggésbe a komputerrel.

A számítógép előtt sokat ülőknek tehát komolyan kell venniük a tanácsokat: óránként álljanak fel, sétáljanak, mozogjanak, tornázzanak pár percet, és fogyasszanak el naponta 2-3 liter alkoholmentes folyadékot.

European Respiratory Journal. February 2003 (Vol. 21. 374–376)

G. J.

ALLERGIA-ÁTVITEL SZERVÁTÜLTETÉSEL

Szervátültetéssel átvihető az allergia. Ezt a meglepő felfedezést tették ausztrál orvosok, akiknek májtranszplantáción átesett betege a műtét után huszonöt nappal majdnem belehalt egy kesudió okozta allergiás reakcióba, majd később egy ételben elfogyasztott földimogyoró is súlyos tüneteket váltott ki nála. A férfinél, aki korábban semmiféle olajos magra nem volt érzékeny, a bőrteszt igazolta az erős allergiát.

Kiderült, hogy az a 15 éves fiú, akinek máját megkapta, egy mogyoró okozta allergiás sokkba halt bele. A feltételezések szerint májában túl sok volt azokból az immunfehérjékből, ellenanyagokból, amelyeket szervezete az olajos magvak ellen termelt, és így a máj átadta az üzenetet a befogadó testnek: az olajos magvakat meg kell támadni.

Tri Giang Phan, a Sidney- Royal Prince Alfred Kórház immunológusa szerint az eset felhívja a figyelmet arra, hogy transzplantáció esetén mindig tájékozódni kell a donor allergiáiról.

Tri Giang Phan: Nut Allergy Transferred Through Liver Transplant. NewScientist online. 28 January 2003. <http://www.newscientist.com/news/news.jsp?id=ns99993316>

G. J.

ÉNEKLŐ BAKTÉRIUMOK

„Az értékes információkat még atomkatasztrófa esetén is meg kell védeni” – mondta a Washington állambeli PNL (Pacific Northwest National Laboratory) atomenergiái kutatóintézetben dolgozó Pak Chung Wong, aki nemrég az állította: új adattárolási módszereket keresve megtalálta a probléma megoldását. A fontos információkat baktériumok örökítőanyagában kódolva lehet raktározni.

Az ötlet megvalósíthatóságának első bizonyítékát máris bemutatták a világnak: az „It’s a Small World” című sláger szövegéhez alkottak egy, a DNS négyféle alkotóelemének megfelelően, négy betűből álló kódrendszert, majd olyan DNS-molekulákat építettek, amelyek e kód szerint a dal különböző részletei voltak. Ezeket aztán baktériumokba ültették be, mégpedig az egyik alkalmazott mikroorganizmus egy rendkívül ellenálló, az emberi szervezet számára halálos sugárdózis ezerszeresét is túlélő baktériumfaj volt. Az első kísérletek azt mutatták, hogy a baktériumok örökítőanyaga befogadta az egyes dalrészleteket, és száz generáción keresztül továbbadta az utódoknak.

Hogy mindez jó-e információk tömeges tárolására – azt ma még nem tudni. Például a nóta szövegét részletekben adagolva építették be különböző baktériumokba, mert túlságosan hosszú, „sem mire nem használható” információszakaszt valószínűleg nem bír el a baktérium-genom. Felmerül még az is, hogy a mesterséges DNS-láncok építésekor egyelőre túl gyakoriak a hibák ahhoz, hogy

ezt a kódrendszert megbízhatónak tekinthessék. Bonyolult a visszaolvasás is: aki el akarja olvasni a baktériumba rejtett szöveget, annak alkalmaznia kell azt az összetett biokémiai rendszert, ami képes az örökítőanyag alkotóelem-sorrendjének leolvasására, az úgynevezett szekvenálásra.

Egy azonban biztos: a baktériumok – a beléjük épített információkkal együtt – fagyasztva-szárítva az idők végezetéig eltartathatók, és minden bizonnyal ellenállnak egy olyan atomvihamnak, ami a mágneses adattárolókat tönkreteszi.

Az eredeti közlemény: Pak Chung Wong – Kwong-kwok Wong – Harlan Foote: Organic Data Memory Using the DNA Approach. Communications of the ACM. Vol. 46. (1) (January 2003)

Ismertetés és háttér: Kimberly Patch, Technology Research News: Data Stored in Live Cells. <http://www.europedaytraders.com/bionanoartikel.htm>

G. J.

Jéki László – Gimes Júlia