Udvardy Antal

A molekulák játékos arca

Kémia a fantázia határán

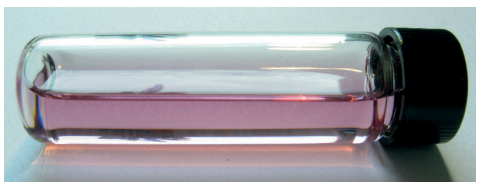
A kémia nem csupán a természet leírására, új vegyületek előállítására és az anyag tulajdonságainak megértésére szolgál, hanem a kreativitás és az esztétikum tudománya is. Hiszen egy molekula amellett, hogy hatásos, lehet egyben látványos, sőt játékos is. A szintetikus kémia és a modern nagyműszeres szerkezetvizsgáló módszerek (NMR, SCXRD stb.) fejlődése lehetővé tette olyan különleges szerkezetek létrehozását – akár tudatos tervezéssel –, amelyek formái már-már a képzőművészet határait súrolják vagy a mindennapi életünkben előforduló formákra hasonlítanak.

Írásomban bemutatom „a molekulák játékos arcát”. Azt, hogy a tudományos igény és a képzelet milyen izgalmas egységbe forrhat össze a kémia műhelyében, és miként válhat a kémia a tudomány és a művészet közös nyelvévé.

A szén mesterséges allotrópjai és a szénhidrogének játékos szerkezetei

Az egyik legérdekesebb szerkezetű vegyületcsalád a fullerének [1]. Első képviselőjüket, a C_{60}-at negyven évvel ezelőtt írták le. A vegyület egyik elnevezése a buckminsterfullerén, de emlegetik még futballénként is. A C_{60}-molekula zárt, ikozaéderes szerkezete 12 öt-, és 20 hatszög alakú gyűrűből áll. A C_{60} névadásának történetéről és a molekula előállításáról a *Magyar Kémikusok Lapja* 2025. szeptemberi számában olvashatnak [2–3].

Mivel a fullerének – szemben a szén többi allotróp módosulatával – oldódnak egyszerű szerves oldószerekben (pl. a C_{60} lila színnel oldódik CS_2-ben, **1. ábra**), lehetőségünk van röntgendiffrakciós szerkezetmeghatározásra alkalmas egykristályok növesztésére.



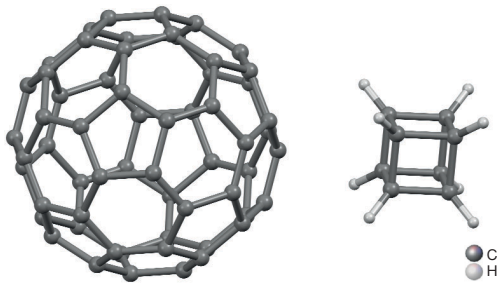
1. ábra. A C_{60} szén-diszulfidos oldata

A nagy szimmetriájú „labdák” folyamatos forgása miatt vagy alacsony hőmérsékleten kell mérni, vagy még célravezetőbb segédanyaggal összekristályosítani őket; a fullerének több szerves anyaggal képeznek kokristályokat.

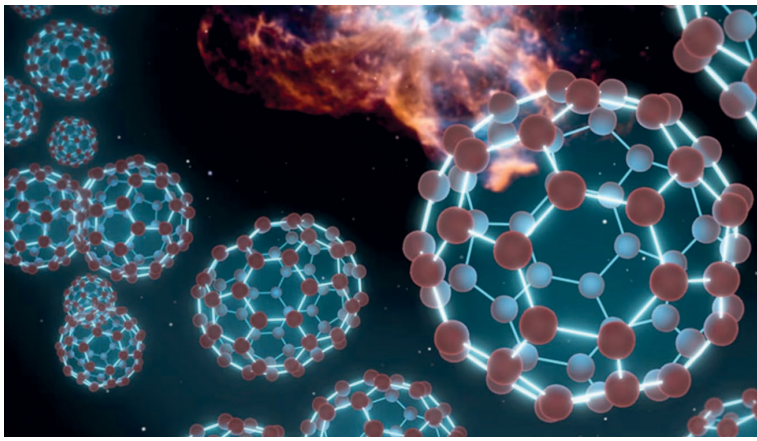
A HUN-REN Wigner Fizikai Kutatóközpontban kristályosították össze a C_{60}-at és a kockaszerkezetű kubánt (C_8H_8), így sikerült megszelídíteni a focilabdát [4] **(2. ábra)**.

Természetesen – az itt bemutatott példán kívül – több kutató meghatározta a C_{60} szerkezetét, sőt több fullerénszármazékról is beszámoltak.

A Földön mesterségesen állították elő a fulleréneket, de néhány képviselőjüket (C_{60} és C_{70}) a világűrben is kimutatták a Spitzer



2. ábra. A C_{60} és a kubán szerkezete

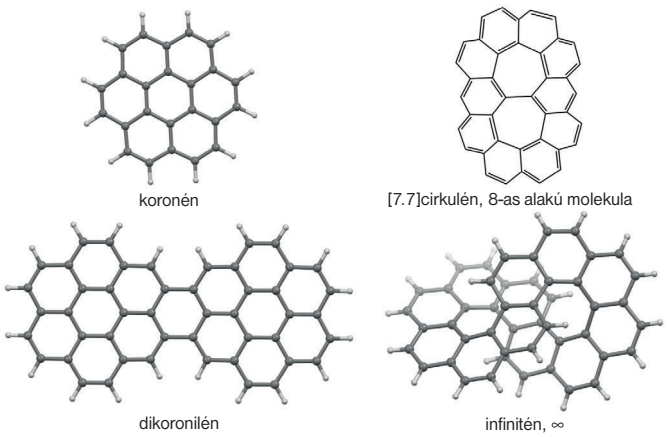


3. ábra. Fullerének a világűrben (NASA/JPL–Caltech)

űrteleszkóppal **(3. ábra)** [5]. Keletkezésükre még nincs teljes magyarázat, de az biztos, hogy hidrogénmentes közegre van szükségük.

Folytassuk a sort olyan vegyületekkel, amelyek szénből és hidrogénből állnak. A koronén, más néven szuperbenzol ($C_{24}H_{12}$, **4. ábra**), hét kondenzált benzolgyűrűből keletkező, síkalkatú molekula [6]. A sárga színű vegyület a természetben is megtalálható

4. ábra. A benzol néhány „származéka”



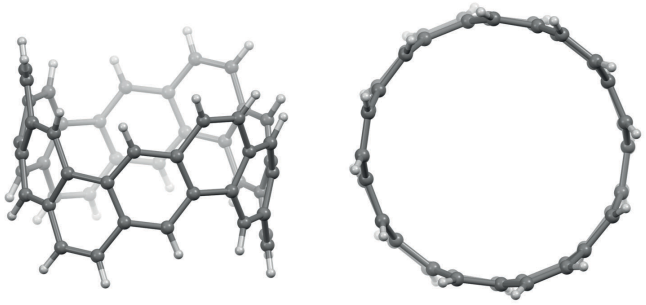
a karpatitásványban. A vegyületet a kőolaj hirokrakkolása során állítják elő, de a koronén ilyen körülmények között a 15 gyűrűs vörös színű dikoronilénné ($C_{48}H_{20}$, **4. ábra**) alakul át [7].

A nyolcas alakú [7.7]cirkulén-molekulát tíz benzolgyűrű „összeszekapcsolásával" hozták létre. A sárga porként elkülönített vegyület az elméleti megfontolások ellenére is meglehetősen stabilisnak bizonyult. Szerkezetét eddig még nem határozták meg [8].

Tizenkét benzolgyűrű a matematikában használatos ∞ jel alakú molekulává kondenzálódhat, így keletkezik az infinitén ($C_{48}H_{24}$; a Staab–Vogtle–Diederich-nevezéktan szerinti neve: ciklo[c.c.c.c.c.c e.e.e.e.e.e]-dodekakiszbenzol). A Nagojai Egyetem kutatói a vegyület szilárd fázisú szerkezetét is meghatározták **(4. ábra)** [9]. A ∞ vegyületről bővebben olvashatnak az *MKL* 2025. nyári számában [10].

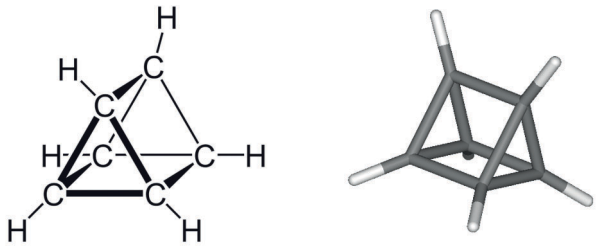
Az előző molekulával megegyező összegképletű [6,6]szénnanobeltet ($C_{48}H_{24}$, ciklo[c.d.e.d.c.d.e.d.c.d.e.d]-dodekakiszbenzol) ugyancsak az infinitént előállító Itami és munkatársai szintetizálták **(5. ábra)**. Ez a nanoöv 12 benzolegységből áll, és az infiniténhez hasonlóan a szerkezetét is meghatározták egykristály-röntgendiffrakciós vizsgálattal. A nanobelt átmérője 8,324 Å [11].

A hulahoppkarikához hasonlító nanoöv molekuláris gépek építőeleme lehet – főleg azért, mert ezek a vegyületek könnyen módosíthatók reaktív csoportokkal, így nagyobb vegyületeket is tervezhetünk.



5. ábra. A [6,6]karbon-nanobelt szerkezete
(a rendezetlen oldószermolekulákat nem tüntettem fel)

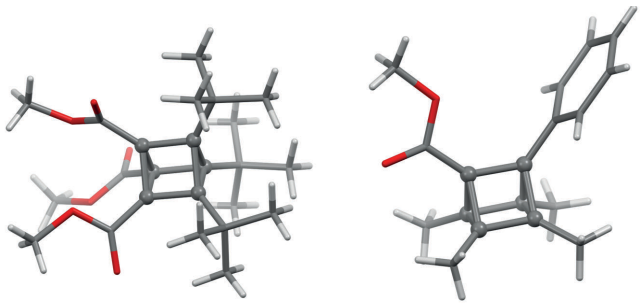
Régóta ismert a prizmán **(6. ábra)**, amely a benzollal megegyező összegképletű (C_6H_6), ám eltérő szerkezettel és fizikai kémia tulajdonságokkal rendelkező vegyület.



6. ábra. A prizmán szerkezete

Ez a többgyűrűs szénhidrogén a benzolhoz hasonlóan folyadék, de jelentős különbség, hogy robbanásveszélyes; instabil vegyület. A prizmánt többlépéses reakciósorral lehet előállítani igen kis hozammal. Az alapvegyület hidrogénatomjait metilcsoportra cserélhetjük, és az így nyert hexametil-prizmán már stabilis. A prizmán-egykristály röntgenszerkezete nem ismert, még úgy sem, hogy más vegyülettel kristályosították volna össze.

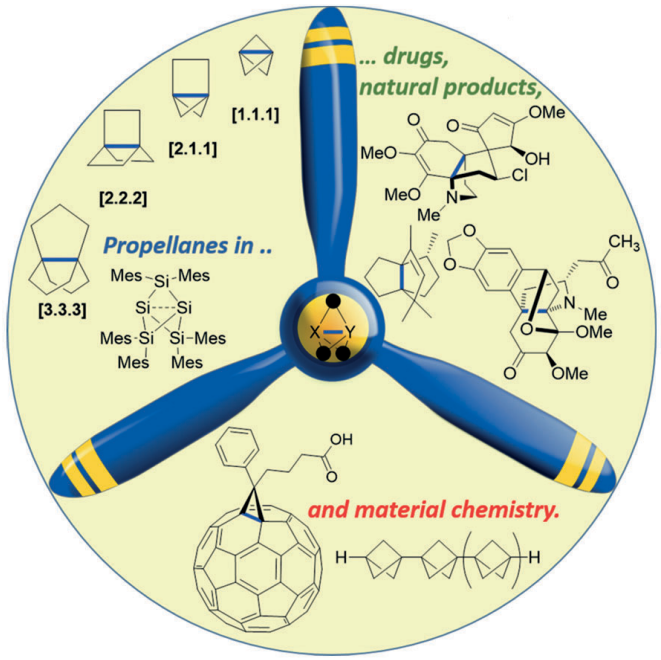
A **7. ábrán** olyan vegyületeket mutatok be, amelyek szerkezetében a prizmánrész felismerhető [14–15]. (A 3,4,5-trisz-terc-butil-prizmán-1,2,6-trisz-karbonsav-metilészter (bal oldali modell)



7. ábra. Két szubszituált prizmánszármazék szerkezete
(a hidrogéneket nem tüntettem fel, a prizmánrészeket golyókkal emeltem ki)

és az 1,4,5,6-tetrametil-2-fenil-3-(metoxikarbonil)-prizmán nevek nem a szabályos IPUAC-elnevezések.)

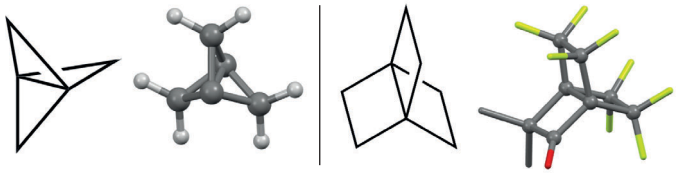
Ugyancsak figyelemre méltó szerkezetűek a propellerre hasonlító vegyületek. Meglepő, hogy ebbe a vegyületcsaládba közel 10 000 molekula tartozik, jelentőségükről az *Angewandte Chemie* is beszámol **(8. ábra)**. Az összefoglaló grafikus absztraktján láthatjuk, hogy fullerénhez is kapcsoltak „propellereket" [17].



8. ábra. A „Propellanes—From a Chemical Curiosity to 'Explosive' Materials and Natural Products" közlemény grafikus összefoglalója [17]

Az alapegyület, az [1.1.1]propellán- (triciklo[1.1.1.0^{1,3}]pentán, **9. ábra**) nagyon érdekes szénhidrogén; számos ipari jelentőségű szintézis alapanyaga. A molekula három szénatomos gyűrűből

9. ábra. Két egyszerű „propeller" típusú vegyület. Jobbra: az [1.1.1]propellán és molekulaszerkezete; balra: a [2.2.2]propellán és az 5,5,6,6,7,7,8,8-oktafluoro-3,3-dimetiltriciklo[2.2.2.01,4]oktán-2-on szerkezete



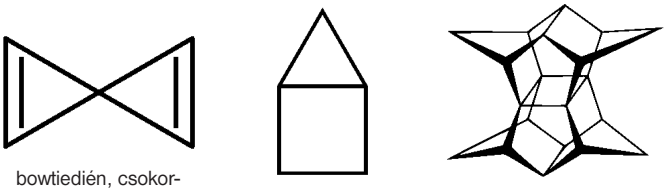
áll, amelyek egy C–C kötésen osztoznak, így erősen feszült szerkezetű, de még így is stabilisabb, mint a [2.2.2]propellán-(tricklo[2.2.2.0^{1,4}]oktán **(9. ábra)**.

Az [1.1.1]propellánnak egykristály-röntgendiffrakcióval határozták meg a szerkezét alacsony, 138 K hőmérsékleten. A vegyület ezen a hőmérsékleten stabilis, és a molekulák hőmozgásából származó „forgás" is lassítható: ez segíti elő szerkezete meghatározását [16].

A [2.2.2]propellánnak csak stabilizált származékai kristályosíthatók, a propellerszerkezet azonban így is felismerhető [18].

Számos hétköznapi dologra hasonlító szerkezetű szénhidrogént előállítottak már a kémikusok. Az itt bemutatott vegyületek kis tagszámú feszült gyűrűből épülnek fel **(10. ábra)**.

10. ábra. Érdekes szerkezetű szénhidrogének



bowtiedién, csokornyakkendő (spiro[2.2]penta-1,4-dién)

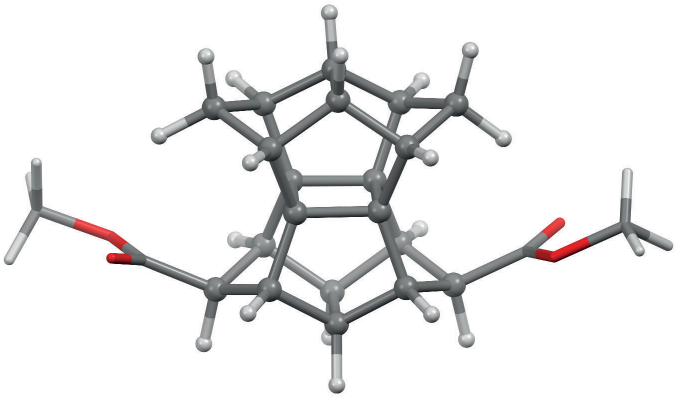
housane, házikán (biciklo[2.1.0]pentán)

pagodanén ([1.1.1.1]pagodanen)

A csokornyakkendőre hasonlító bowtiedién két kettős kötést tartalmazó spiro[2.2]penta-1,4-dién, még –100 °C alatt is rendkívül instabil [19].

A housane/házikán (biciklo[2.1.0]pentán) telített cikloalkán, amely formálisan egy háromtagú (ciklopropán) és egy négytagú (ciklobután) gyűrűből áll. Szobahőmérsékleten színtelen, rendkívül illékony folyadék, de a feszített gyűrűk ellenére is meglehetősen stabil anyag [20].

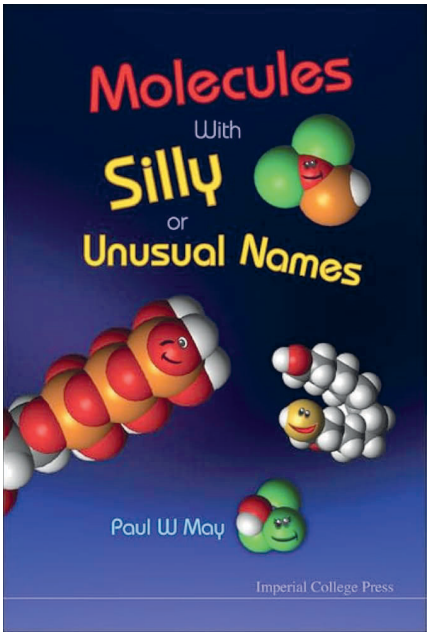
A pagodára hasonlító policiklusos szénhidrogént több lépésben állították elő, amelyek során több köztitermék szerkezetét is bizonyították egykristály-röntgendiffrakcióval. A **11. ábrán** látható vegyület csak pár lépésre van a végterméktől, a „pagoda"-molekularészlet már látható [21].



11. ábra. Az [1.1.1.1] pagodanén szintézisének egyik köztiterméke

Ezeknek a többszörös gyűrűrendszerrel rendelkező anyagoknak az előállítása és a szerkeze is figyelemre méltó. Számos iparilag fontos vegyület előállítása során alkalmaznak olyan reakciólépéseket, amelyeket ezeknek az anyagoknak a szintézise során optimáltak.

Az irodalom több ilyen szénhidrogénről is beszámol (pl. basketán, barrelén, fenestrán stb.), ezeket jól összefoglalja a *Molecules with Silly or Unusual Names* című könyv (**12. ábra**) [22].

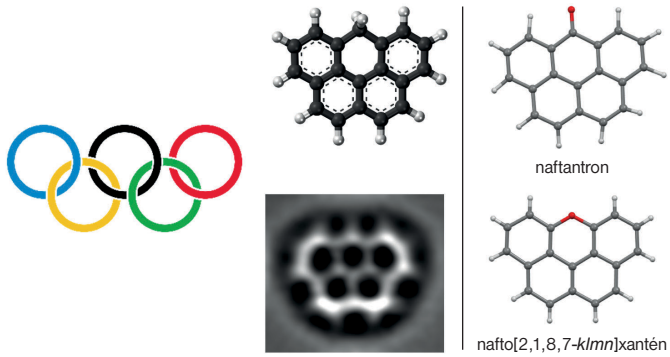


12. ábra. A bolondos nevű molekulákat összegyűjtő könyv borítója

Az olimpiai ötkarika története

A szerves kémikusok az olimpiai ötkarikához hasonlító molekulákat is előállítottak.

Az olimpicén ($C_{19}H_{12}$, 6H-benzo[cd]pirén, **13. ábra**) szintézisét Anish Mistry és David Fox, a Warwicki Egyetem vegyészei valósították meg. Az öt karikához hasonló vegyület ötlete 2010-ben, a londoni olimpia (2012) előtt merült fel. Az atomerő-mikroszkóppal készült felvétellel bizonyították a szintézis sikerességét és azt is, hogy a központi gyűrű nem aromás [24].

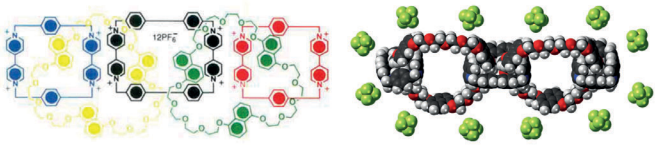


13. ábra. Az olimpiai ötkarika, az olimpicén modellje és atomerő-mikroszkóppal készült képe, a naftantron és a nafto[2,1,8,7-*klmn*]xantén vegyület szerkezete

Az olimpicén felülete szelektíven köt meg harci gázokat (klór, foszgén), így használhatjuk olyan érzékelőkben, amelyek ezeket a veszélyes vegyületeket jelzik számunkra [23].

Az ötkarikához hasonló vegyületeket korábban is előállítottak. 1976-ban számoltak be a naftantronról ($C_{19}H_{10}O$, 6H-benzo[*cd*]pirén-6-on, **13. ábra**). Ez négy benzol- és egy olyan központi gyűrűből épül fel, amelyhez egy C = O csoport kapcsolódik [25].

Olyan molekulát is leírtak, amelynek esetében a központi gyűrűben a CH_2-csoportot oxigénre cserélték ($C_{18}H_{10}O$, nafto[2,1,8,7-*klmn*]xantén). A vegyület szintéziséről már 1941-ben beszámoltak, de a szerkezetét nem támasztották alá spektroszkópiai módszerekkel [26]. Az előbbiekben bemutatott vegyületeknek meghatározták a molekulaszerkezetét is **(13. ábra)**.



14. ábra. Az olimpiadán szerkezete [27]

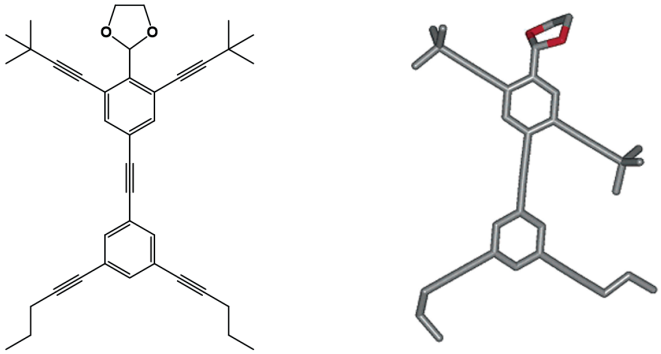
Az olimpiai ötkarikák egymásba kapaszkodnak, ami a Stoddart és kutatócsoportja által 1994-ben előállított olimpiadánban meg is valósul **(14. ábra)**.

Az önszervező rendszerben öt, nagyszámú molekulából álló lánc kapcsolódik egymásba. A vegyület előállításának stratégiája bonyolult „molekuláris gépek" szintézisére is alkalmazható.

Nanoemberkék és eszközeik

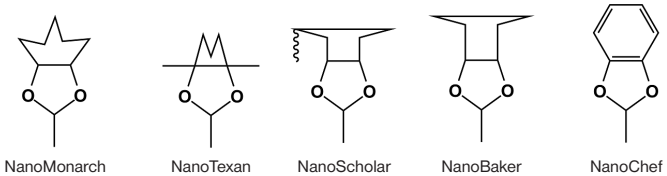
Sokan ismerik a NanoPutiakat: a vegyületcsalád tagjainak szerkezeti képletei emberekre hasonlítanak. James Tour kutatócsoportja a houstoni Rice Egyetemen 2003-ban tervezte ezeket az „emberkéket", leginkább oktatási és tudomány-népszerűsítő céllal.

A családtagok mérete a nanométeres tartományban van (2 nm „magasak"), így joggal nevezték el őket a *Gulliver utazásai*ból megismert Lilliput lakói után. A család tagjainak előállítása – amely tudomány és művészet egyben – csaknem teljes mértékben lefedi a preparítív szerves kémiát [28]. A család gyermeke a NanoKid **(15. ábra)**.



15. ábra. A NanoKid és Spartan programmal meghatározott szerkezete

A kutatók számos „fejet" is terveztek a Nanobirodalomhoz **(16. ábra)**.

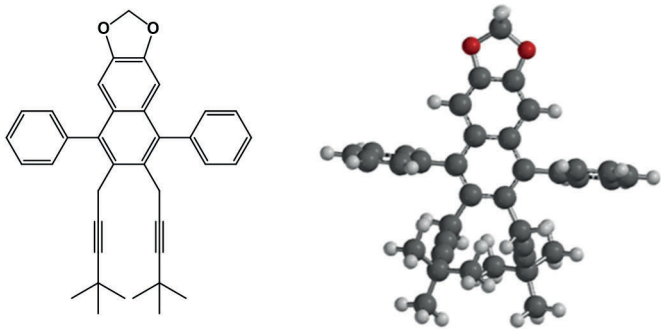


16. ábra. Fejek NanoPutban (van uralkodó, texasi cowboy, tudós, pék és szakács is)

2021-ben egy újabb nanoméretű családot ismerhettünk meg: Naphthalemanékat (naftálembereket). Tanabe és kutatócsoportjának „emberkéi" többszörösen szubsztituált naftalinszármazékok **(17. ábra)** [29].

Láthatjuk, hogy a családok esetében a művészet és a tudomány különleges ötvözete jött létre.

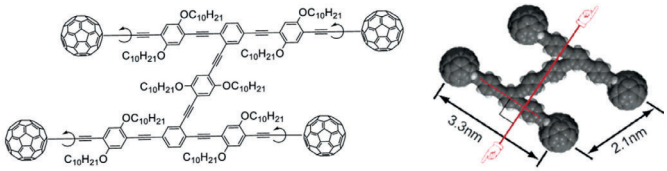
A nanoemberkék feltehetően NanoCarokkal járnak, amelyeket Tour és Kelly tervezett „nekik" a Houstoni Egyetemen 2005-ben



17. ábra. Egy naftálember és Spartan programmal meghatározott szerkezete

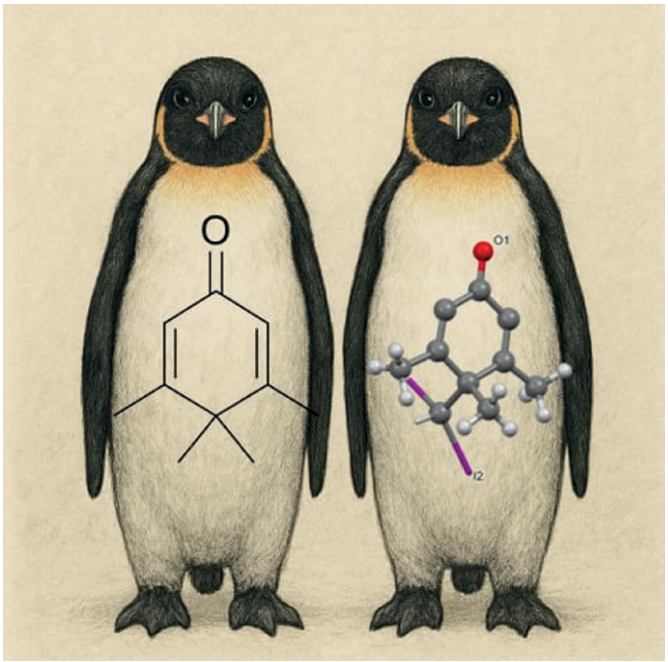
(18. ábra). Az autók minden kereke egy-egy C_{60}-molekula. A NanoCarok nem tartalmaznak molekuláris motort, de fullerénkerekeiken képesek „gördülni" a forró (200 °C-os) aranylemezeken – termikusan meghajtott NanoCarok [30].

Az előző vegyületek esetében nem készült egykristály-röntgendiffrakciós szerkezetmeghatározás.



18. ábra. A NanoCar

A nanoemberek pingvineket is tarthatnak, ugyanis a sarkvidék legcukibb (pingvinon, $C_{10}H_{14}O$, 3,4,4,5-tetrametil-ciclohexa-2,5-dién-1-on) állataihoz hasonlító vegyületről is beszámoltak a kutatók 1983-ban (**19. ábra**, balra).



19. ábra. A pingvinek

A pingvinonnak egyelőre nincs ugyan ipari felhasználása, kémiai szempontból viszont nagyon érdekes vegyület, amelynek még nem határozták meg a szerkezetét [31]. A **19. ábra** jobb oldali pingvinjén látható vegyületnek – amelyet könnyen előállít-

hatunk, ha a jodoform és a 3,45-trimetil-fenol oldatát higanygőzlámpával világítjuk meg – ismert a szerkezete [30].

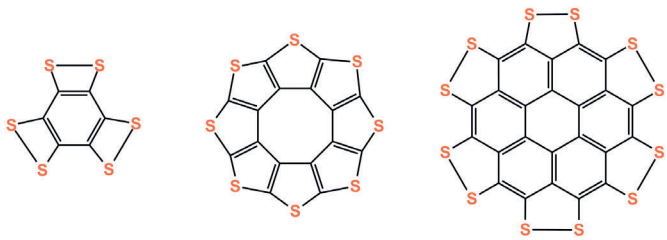
A „sulflower”, a piros kénvirág

Újabb érdekes molekula, amelynek esetében a szintetikus kémia és az esztétika kéz a kézben jár: a szintetikus kénvirág, azaz a „sulflower”. A molekula elnevezése a „sulfur” (kén) és a „flower” (virág) szavak összevonásából született, egyszerre utalva a kémiai összetételre és a látványos szerkezetre. A szénváz aromás gyűrűihez kénatomok kapcsolódnak, virágsziromra emlékeztető mintázatot formálva **(20. ábra)**. A vegyületet bemutató közleményben a napraforgóra (talán a virág angol neve miatt: „sunflower”) asszociálnak a szerzők, de a „sulflower” vörös színű, így inkább egy szép dáliavirág juthat eszünkbe róla [33].



20. ábra. A „piros kénvirág” és a molekulák térbeli elrendeződése

A **21. ábrán** a szintetikus kénvirágok fejlődését láthatjuk. A sor legegyszerűbb képviselőjét még nem írták le. A második a klasszikus, a 2006-ban előállított „sulflower”, amelynek szilárd fázisú szerekezete mellett az elméleti kémiai számítások is arra utalnak, hogy hidrogéntároló munkaanyagként jöhet szóba. A molekulák – nagy felületüknek köszönhetően – gyenge fizikai abszorpcióval képesek megkötni a hidrogéngázt, később a gáz a felhasználás helyén enyhe melegítéssel felszabadítható a hordozóból.



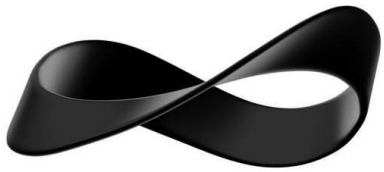
21. ábra. A „piros kénvirágok” fejlődése

A harmadik, S–S kötéseket tartalmazó molekulát 2016-ban állították elő, szilárd fázisú szerkezetét még nem határozták meg, felhasználása eddig nem ismert [34].

A Möbius-szalag

Sheldon Cooper, az *Agymenők* (The Big Bang Theory) sitcom kultikus elméleti fizikusa is többször beszél a Möbius-szalagról.

A Möbius-szalag különleges, egészen meglepő geometriai alakzat. Könnyen elkészíthetjük, ha egy papírcsík egyik végét félfordulattal megcsavarjuk (180°), majd összeragasztjuk a másik végével. Az így kapott szalagnak meglepő módon csak egy oldala és egy éle van. Ezért a Möbius-szalag ellentmond a hétköznapi tapasztalatainknak, hiszen a legtöbb tárgynak két oldala van – ennek viszont csak egy **(22. ábra)**.



22. ábra. Möbius-szalag

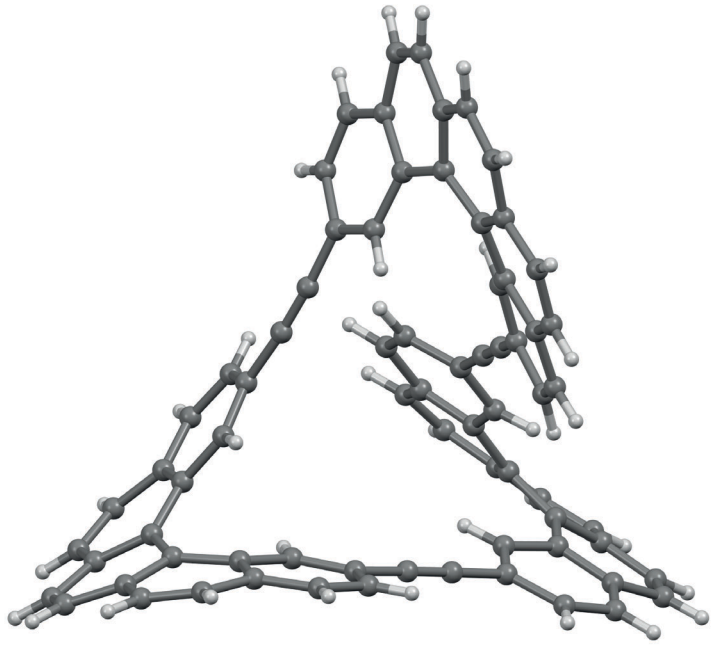
A művészetben is inspirációt jelent ez a forma: különleges formájú ékszerek és műtárgyak megalkotására ösztönöz. A Möbius-szalagot szimbólumokban és épületben is felismerhetjük (**23. ábra**).

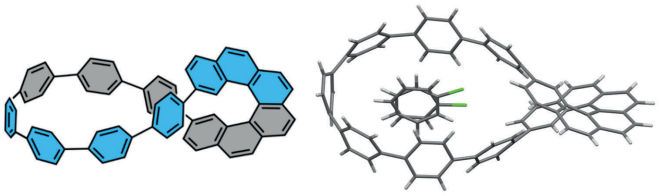


23. ábra. Az újrahasznosítás nemzetközi jelképe; a Google Drive szimbóluma (2012–2014); Möbius-szalagot formázó szobor (EGO3D); a NASCAR dicsőségcsarnok és múzeum (Charlotte, Észak-Karolina, USA)

És most nézzük a Möbius-szénhidrogéneket. 2020-ban Moore és munkatársai a **24. ábrán** látható Möbius-szalag alakú trisz-((etinil)[5]helicén) szénhidrogénről számoltak be, amelynek a szerkezetét is sikerült meghatározni egykristály-röntgendiffrakciós módszerrel.

24. ábra. A trisz((etinil)[5]helicén) szerkezete
(a rendezetlen oldószermolekulákat nem tüntettem fel)





25. ábra. A [6]helicén-nanohurok szerkezete

Šolomek és munkatársai előállították a Möbius-szalagszerű konjugált [6]helicén-nanohurkot **(25. ábra)**. A vegyület szerkezetét is meghatározták röntgendiffrakciós módszerrel [36]. A [6]helicén-nanohurok csapdába ejt egy rendezetlen szerkezetű klórbenzol oldószermolekulát. Könnyű belátni, hogy ez a szénhidrogén jelentősen különbözik az **5. ábrán** bemutatott nanoövtől.

Az elmúlt években számos Möbius-szalagra hasonlító vegyületet állítottak elő és jellemeztek a kutatók. Ezeknek a vegyületeknek a szintézise kulcsfontosságú a funkcionális anyagok fejlesztéséhez az anyagtudományban – elsősorban a nanotechnológiában, az elektronikában, az optikában –, valamint az orvosbiológiai alkalmazásokban. Ezekről a Möbius-szalagra emlékeztető vegyületekről olvashatnak Gong 2025-ben megjelent összefoglalójában [37].

Az itt bemutatott példák is arra utalnak, hogy kémiai úton előállított vegyületeink nemcsak hasznosak, hanem sokszor érdekesek és szépek. Ezt szintén hónapról hónapra demonstrálják a Vegyészleletek között ismertetett „hónap molekulái". Ezekből kitűnik, hogy szintéziseink végterméke lehet szórakoztató is.

Köszönetnyilvánítás. A cikk megjelenését a Megújuló Energiák Nemzeti Laboratórium támogatta a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal RRF-2.3.1-21-2022-00009 azonosító számú projektjének keretében. Köszönöm prof. dr. Lente Gábor egyetemi tanár (Pécsi Tudományegyetem) hasznos javaslatait. Hálámat fejezem ki Bara Gabriellának és Seprényi Kingának az írás gondos átnézéséért.

HIVATKOZÁSOK

[1] Beck, M., Természet Világa (1996) 127(11), 482–485.
[2] Hargittai, I., MKL (2025) 9, 270–272.
[3] Hargittai B., Hargittai I., MKL (2025) 9, 273–275.
[4] Bortel G. et al., Cryst. Growth Des. (2020) 20(6), 4169–4175.
[5] Cami, J. et al., Science (2010) 329, 1180–1182.
[6] Fawcett, J. K., Trotter, J., Proc. R. Soc. Lond. A. (1966) 289, 366–376.
[7] Goddard, R. et. al., J. Am. Chem. Soc. (1995) 117, 30–41.
[8] Yamamoto, K. Angew. Chem. Int. Ed. (1991) 30, 1173–1174.
[9] Krzeszewski, M. et al., J. Am. Chem. Soc. (2022) 144(2), 862–871.
[10] Lente, G., MKL (2025) 7–8, 216.
[11] Povie, G. et al., Science (2017) 356, 172–175.
[12] Groom, C. R., Acta Cryst. (2016) B72, 171–179.
[13] Macrae, C. F. et al., J. Appl. Cryst. (2020) 53, 226–235.
[14] Maier, G. et al. Chem. Ber. (1986) 119, 1111–1116.
[15] Srinivasan, R. et. al. J. Org. Chem. (1987) 52(6), 1167–1169.
[16] Seiler, P., Helv. Chim. Acta, 1990, 73, 1574–1585.
[17] Dilmaç, A. M. et al. Angew. Chem. Int. Ed. (2017) 56, 5684–5718.
[18] Junk, C. P. et al., Eur. J. Org. Chem. (2018) 3167–3179.
[19] Billups, W, E., Haley, M. M., J. Am. Chem. Soc. (1992) 113(13), 5084–5085.
[20] Criegee, R., Rimmelin, A., Chem. Ber. (1957) 90, 414–417.
[21] Fessner, W. D. et al., J. Am. Chem. Soc. (1987) 109(15), 4626–4642.
[22] May, P., Imperial College Press, July 2008, ISBN 978-1-84816-207-5
[23] Sohail, U. et al., Mater. Sci. Semicond. Process. (2022) 144, 106620.
[24] Mistry, A. et al., Chem. Eur. J. (2015) 21, 2011–2018.
[25] Fujisawa, S. et al., Bull. Chem. Soc. Jpn. (1976) 49(11) 3454–3458.
[26] Donovan, P. M., Scott, L. T., J. Am. Chem. Soc. (2004) 126(10), 3108–3112.
[27] D. B. Amabilino et al., Angew. Chem. Int. Ed. (1994) 33, 1286–1290.
[28] Chanteau. S. H., Tour, J. M., J. Org. Chem. (2003) 68(23), 8750–8766.
[29] Ishikawa, S. et al., ACS Omega (2021) 6(48), 32682–32694.
[30] Yasuhiro, S. et al., Nano Lett. (2005) 5(11), 2330–2334.
[31] Hagenbruch, B., Hünig, S. Chem. Ber. (1983) 116, 3884–3894.
[32] Cristoph, G. G., Fieischer, E. B., J. Chem. Soc., Perkin Trans. (1975) 2, 600–603.
[33] Chernichenko, K. Y. et al., Angew. Chem. Int. Ed. (2006) 45, 7367–7370.
[34] Dong, R. et al., J. Am. Chem. Soc. (2017) 139(6), 2168–2171.
[35] Jiang, X. et al., Am. Chem. Soc. (2020) 142, 6493–6498.
[36] Malinčík, J. et al., Angew. Chem. Int. Ed. (2022) 61, e202208591.
[37] Hu, B. et al., Pure and Applied Chemistry (2025) https://www.degruyterbrill.com/document/doi/10.1515/pac-2025-0482/html

Chemistry Europe Fact Sheet

16 chemical societies, **15** European countries.
Family of high-quality scholarly chemistry journals, covering a very broad range of disciplines.

Societies:
www.chemistryviews.org/chemistry-europe-member-societies/

Evaluate, publish, disseminate, and amplify the scientific excellence of chemistry researchers from around the globe in high-quality publications.

Hub:
www.chemistry-europe.org

Association | Mission | Newsletter | Chemistry Europe | Science news magazine | Fellows Program | Award

3 per year, free

www.chemistryviews.org/register/

ChemistryViews
What is happening in the global chemistry community

www.chemistryviews.org

Recognizes members for their outstanding achievements.

www.chemistryviews.org/fellows/

Recognizes outstanding contributions to chemistry.

www.chemistryviews.org/chemistryeuropeaward/

@ChemEurope | **Hub:** www.chemistry-europe.org | linkedin.com/company/chemeurope/