

# Kémia angolul

*Szerkesztő: Tóth Edina*

## **Előszóban**

2019. a műanyagokról szólt és azok káros környezeti hatásairól. Tudományos szemmel egyetlen anyag sem „eredendően rossz”. Ezért 2020-at kezdjük a műanyagok keletkezésének mélyebb megismerésével. Aki tanult már szerves kémiát, sokszor hallott a polimerizációról. Vélhetően minden alkalommal elhangzik, hogy a polimerizációs reakciók katalizátor segítségével zajlanak.

A katalizátorokat azonban a középiskolai kémiaórákon többnyire balladai homály fedi. A szöveg eredetije egy ezredforduló környékén megjelent környezeti és zöld kémiával, illetve fenntarthatósággal foglalkozó oktatási segédanyagban jelent meg, és a műanyagok gyártását, legfőképp a polimerizációs katalizátorok alapvető működését tárgyalja középiskolások számára.

Bár a műanyagok megítélése alapjaiban megváltozott az elmúlt 2 évtizedben, a cikkben szereplő információk változatlanok és helytállóak. A szerző lelkesedése támadhatatlan, ha figyelembe vesszük, hogy az 1953-as kémiai Nobel-díjasok munkásságát mutatja meg tizenéveseknek.

A lefordított anyagokat 2020. február 17-ig küldjétek be a <http://kokel.mke.org.hu> weblapon keresztül!

## **Making daisy chains with oyster-shell molecules**

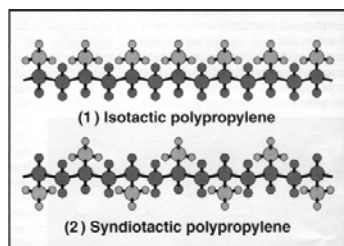
**By David Bradley**

Think how useful it might be to have a bullet-proof polyethene bag. Or, what about tough and inexpensive polystyrene cooking pots that do not melt in the oven? Better still – plastic engines for cars that use far less fuel than their metal alloy counterparts? All these ideas and more might be possible because chemists now have a new set of catalysts for making polymers with precise control of their properties.

When chemists make polymers, they are usually hard pushed to control the length of the polymer chains and the positions of dangling chemical side groups along the chain length. The result is that controlling the properties of a plastic is a bit of a hit-and-miss affair. If there is a wide mixture of chain lengths, the polymer will not be uniform throughout: some parts will be crystalline, while others will be more random and therefore non-crystalline. If chemists could make polymers in which the chains were all of uniform length, or where the side groups all pointed in the same direction along the chain, they could control properties such as melting point, stiffness, flexibility, resistance to chemical corrosion and even the ability of the polymer to conduct electricity. Polymers could be tailor-made for particular applications.

### Ziegler-Natta catalysts

Synthetic polymers have been around since the end of the last century, but it was not until the 1950s when two European chemists – Karl Ziegler and Giulio Natta – discovered that it was possible to control the way the monomers add together during polymerisation by using metal chloride catalysts. These catalysts act as a support for the first monomer, orienting it so that the next monomer adds in the same directions and so on, leading to a so-called isotactic polymer (1). For instance, if a titanium chloride catalyst with an aluminum-based co-catalyst is used to polymerise the propene monomer, the side chains all stick out on the same side, but if a vanadium version of the catalyst is used instead, the side groups alternate to produce what is called a syndiotactic polymer (2). Throughout the 1960s and to this day, these catalysts have been used to make millions of tonnes of polypropene and polyethene for countless different applications. The side groups on the chains are nice and regular so do chemists surely have full control over polymers?



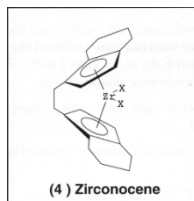
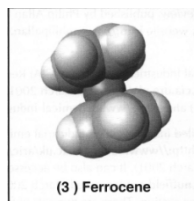
Not quite. Ziegler-Natta (ZN) catalysts are not so specific that they can control the exact nature of the polymers. They add monomer after monomer in a regular way, but if they become ‘damaged’ or poisoned

by the product during the reaction, the chain stops growing. Alternatively, a second particle of catalyst might trigger the growth of the side chain on the polymer. Neither of these effects is entirely controllable, so branched polymers with various chain lengths result. For many applications branching and variable chain length are not a problem, but if you want to make perfectly transparent plastic for use in optoelectronics, for instance, then highly uniform plastics are needed to let light pass through them without distortion. In addition, ZN catalysts only work for a small fraction of the whole range of monomers: small hydrocarbons, such as propene and ethene, in fact, the variety of polymers that can be made with ZN catalysts is limited.

## Metalloenes

In the past few years, chemists have found that a group of chemicals known as the metallocenes –first discovered in the early 1950s by John Birmingham working in Geoffrey Wilkinson’s laboratory at Imperial College in London– can bring more discipline to a variety of polymers. Metallocenes can control polymerisation of all sorts of monomers, including ethene. Furthermore, they can make polymer chains million of times longer than any possible polymer produced using ZN catalysts. This new control over polymers will lead to some exciting new plastics. Longer and more regular polymer chains with side chains could be used to make super strong polyethene that cannot easily tear, so would make better bin bags and might even provide better bullet-proofing than the toughest Kevlar.

So how do these new catalysts work? The simplest metallocene is made up of a positively charged metal ion sandwiched between two cyclopentadienyl anions (essentially negatively charged hydrocarbon rings). If the metal is iron, the molecule is a ferrocene (3), zirconium makes a zirconocene (4) and so on. By adding other ions, chemists can change the shape of the simple metallocenes, which resemble old-fashioned bobbins, to make something shaped like an oyster shell, where the two rings – like each half of the shell- are tilted apart. The metal is like a pearl at the centre of the half open shell.



[...]

However, in the 1980s Walter Kaminsky of the University of Hamburg, by chance, found that these compounds react with methyl alumoxane (MAO), which grabs ions from the metallocenes and swaps them for its methyl groups. He and Hans Brintzinger of the University of Konstanz recognised that 'activating' metallocenes in this way could be exploited in industrial polymerisations.

If activated zirconocene is added to propene, for example, which has an electron-rich carbon double bond, the first propene bonds to the zirconocene. The new temporary molecule rearranges and reactivates the zirconocene without falling off, leaving it ready to react with the next propene monomer. This time the rearrangement leaves the second propene attached to the first and the zirconocene is activated again. The propene chain begins to grow very quickly and soon thousands of monomers are joined like daisies in a chain. Chemists found that they only needed a few milligrams of zirconocene under high pressure to make hundreds of grams of plastics in an hour.

The new polypropene is harder, more crystalline and more transparent than the polymer made by using the ZN catalysts because the chains are longer and more uniform in length. It cannot be easily broken down by  $\gamma$ -rays, so it is an ideal lightweight material for medical packaging such as blood bags and for medical garments, which are often sterilised using radiation.

[...]

Metallocenes have now been developed that they can turn almost any monomer into a polymer well beyond the range of conventional catalysts. By fine-tuning the structure of the metallocene, it is possible to change the structure of the resulting polymer very subtly so that specific polymers can be synthesised. From a humble oyster-shell molecule are coming some enormous pearls.

The original text is moderated from

Article entitled '*Making daisy chains with oyster-shell molecules*' by David Bradley from Warren, D., Osborne, C. & Pack, M. (2001). *Green chemistry: a resource outlining areas for the teaching of green and environmental chemistry and sustainable development for 11-19 year old students*. p 22-23. London: Royal Society of Chemistry 2001

## A 2019/4. szám szövegének mintafordítása

Több példaértékű munka érkezett a 2019/4. számban megjelent feladatra. Javaslom mindenkinek, hogy fussák át a mintafordítást, hiszen több, a középiskolai ismereteket erősen meghaladó információnak kellett utánanézni. Ne feledjétek, hogy a fordítás célja egy jól érhető magyar szöveg!

### Bór

Teniszütőkhöz

#### Története

(Neve az arab *Buraq* vagy a perzsa *Burah* szóból származtatható.) A bór vegyületeit évezredek óta ismerjük, de magát az elemet csak 1808-ban fedezte fel Sir Humphry Davy, valamint Gay-Lussac és Thénard.

#### Előfordulása

A természetben önmagában nem, hanem ortobórsavként egyes vulkáni forrásokban, valamint borátokként a bóraxban (az angol eredeti itt hibás volt) és a colemanitban fordul elő. Az ulexitet, egy másik bórásványt, érdekessé teszi az, hogy a természet saját „száloptikájaként” viselkedik. A bór fontos forrásai a razorit (vagy kernit) és a tinkál (bórax érc). Ezen ércek megtalálhatók a Mojave-sivatagban, ahol a tinkál a legjelentősebb bórforrás. Törökországban szintén jelentős bóraxtelepek találhatók.

A természetben jelen lévő bór 19,78%-a 10-es tömegszámú és 80,22%-a 11-es tömegszámú bórizotóp. Nagy tisztaságú kristályos bór előállítható a bór-triklorid vagy -tribromid gőz állapotban elektromos fűtőszálon történő hidrogénes redukációjával. A szennyezett vagy amorf bór egy barnásfekete por, amely bór-trioxid és magnéziumpor keverékének hevítésével állítható elő.

Már 99,9999%-os tisztaságú bórt is előállítottak, ami kereskedelmi forgalomban elérhető. Az elemi bór tiltott sávja 1,50 és 1,56 eV között van, ami magasabb mind a szilícium, mind pedig a germánium megfelelő értékénél.

#### Tulajdonságai

Optikai tulajdonságai közé tartozik, hogy átengedi az infravörös tartomány egyes részeit. A bór szobahőmérsékleten rossz vezető, magasabb hőmérsékleten viszont jó vezető.

## Felhasználása

Az amorf bórt jelzőfáklyákban használják jellegzetes zöld lángfestése miatt, továbbá rakéták begyújtását segítő anyagként. Kereskedelmileg messze a legjelentősebb bórvegyület a  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ . Ezt a pentahidrátot nagy mennyiségben használják az iparban üvegyapot szigetelőanyag és nátrium-perborát fehéritő gyártásához.

A bórsav egy szintén fontos bórvegyület, amelynek piaca jelentős a textiliparban. A bórax enyhe fertőtlenítőszerként való alkalmazása mennyiség és bevétel szempontjából kevésbé jelentős. Továbbá a bórvegyületeket széles körben használják a boroszilikát üvegek gyártásához is. Más bórvegyületek pedig ígéretesnek mutatkoznak az izületi gyulladással megbetegedések kezelésében.

A bór 10-es tömegszámú izotópját szabályzórudak anyagaként használják atomreaktorokban, radioaktív sugárzás elleni védekezésben és neutronérzékelő berendezésekben. A bór-nitrid figyelemre méltó tulajdonságokkal rendelkezik, és akár gyémánt keménységű anyagok is előállíthatók segítségével. A nitrid szintén elektromos szigetelőként viselkedik, de a hőt úgy vezeti, akár egy fém.

A bór-nitrid a grafithez hasonlóan kenőanyagként is alkalmas. A hidridek könnyen oxidálhatók, ez pedig jelentős mennyiségű energia felszabadulásával jár, emiatt rakéták potenciális üzemanyagaként is vizsgálták. A bórszálakra való kereslet növekszik. Ezt a nagy szilárdságú, pillekönnyű anyagot elsősorban korszerű repülőgép- és űrhajóalkatrészekben alkalmazzák.

A bór abban hasonlít a szénhez, hogy képes stabil molekuláris hálózatokat kialakítani kovalens kötések segítségével. A karboránok, metalloboránok, foszfakarboránok és egyéb vegyületcsoportok több ezer vegyületet foglalnak magukba.

## Polónium

A nukleáris energiahordozókhöz

### Története

(Nevét Lengyelország, Madame Curie szülőhazája után kapta.) A polónium, másik nevén rádium F, volt az első elem, amit Madame Curie felfedezett 1898-ban, miközben a csehországi Joachimsthalból

származó uránszurokérc radioaktivitásának okát vizsgálta. Az elektroszkóp kimutatta, hogy a bizmuttal együtt válik ki.

### **Előfordulása**

A polónium egy, a természetben előforduló nagyon ritka elem. Az uránércek tonnánként mindössze 100 mikrogrammot tartalmaznak belőle. A gyakorisága csak 0,2%-a a rádiuménak.

1934-ben tudósok felfedezték, hogy amikor természetes bizmutot ( $^{209}\text{Bi}$ ) bombáztak neutronokkal, a 210-es tömegszámú bizmut izotóp keletkezett, ami a polónium anyaeleme. Ezúton az atomreaktorok nagy neutronáramát kihasználva milligrammos mennyiségben lehet polóniumot előállítani. A polónium kereskedelmi forgalomban elérhető, külön megrendelésre gyártja az Oak Ridge National Laboratory.

### **Tulajdonságai**

A 210-es tömegszámú polónium alacsony olvadáspontú, meglehetősen illékony fém, melynek  $55^\circ\text{C}$ -on 45 óra alatt 50%-a elpárolog. Alfa-sugárzó, a felezési ideje 138,39 nap. Egy milligramm annyi alfa részecskét sugároz, mint 5 g rádium.

A bomlás során felszabaduló energia olyan nagy (140 W/g), hogy egy körülbelül fél gramm polóniumot tartalmazó kapszula hőmérséklete  $500^\circ\text{C}$  fölé emelkedik. A kapszula 0,012 Gy/h nagyságú gammasugárzási dózist jelent. Pár curie-nyi ( $1\text{ curie} = 3,7 \cdot 10^{10}\text{ Bq}$ ) polónium kék derengést mutat, amit a környező gáz gerjesztése okoz.

A polónium jól oldódik híg savakban, de kevésbé oldékony lúgokban. A szerves savak polóniumsói gyorsan elfeketednek; a halogéntartalmú aminok redukálják a fémet.

### **Felhasználása**

A polónium felhívta magára a figyelmet, mert hőforrásként használható a műholdak kis tömegű termoelektromos elemeiben, ugyanis szinte az összes kibocsátott alfa-sugárzás elnyelődik magában a szilárd anyagban vagy a tárolóedényben, miközben leadja az energiáját.

Neutronforrást állíthatunk elő, ha a polóniumot összekeverjük vagy ötvözzük berilliummal. Magát az elemet például textilgyárakban a statikus töltést megszüntető eszközökben alkalmazták; bár erre a célra a béta-sugárzó anyagok használata a gyakoribb és kevésbé veszélyes.

Fotográfiai filmek portalanítására használt kefékben is megtalálható. Az ezekben az eszközökben található polóniumot gondosan elzárják és ellenőrzik, hogy minimálisra csökkentsék a felhasználókat érintő veszélyeket.

## Asztácium

A természetben elvétve fordul elő

### Története

(Neve a görög *astatos*, instabil jelentésű szóból származtatható.) Az asztáciumot 1940-ben a bizmut alfa-részecskékkel való bombázásával állította elő D.R. Corson, K.R. MacKenzie, és E. Segre a Kaliforniai Egyetemen. A leghosszabb élettartamú izotópjai a természetben is előforduló urán és tórium izotópokkal alkotnak egyensúlyi rendszert. Nyomnyi mennyiségű  $^{217}\text{At}$  pedig azokkal a  $^{233}\text{U}$  és  $^{239}\text{Np}$  izotópokkal van egyensúlyban, amelyek a tórium és urán természetes eredetű neutronokkal való egyesülése során keletkeznek. A földkéregben lévő asztácium mennyisége azonban 1 unciánál (kb. 28,35g) is kevesebb.

### Felhasználása

Már több mint 25 éve használják a kripton-85-ös izotópját a gyártás során a papírsűrűség mérésére. A papír össztömege nagyon nagy pontossággal szabályozható a kripton-85 és más radioaktív nuklidok használatával. Az ilyen eszköznek, amely képes egy anyag vastagságának mérésére, a köznapi neve béta-mérőeszköz.

### Előállítás

Bizmut nagyenergiájú alfa részecskékkel való bombázásán keresztül viszonylag hosszú élettartamú 209-211 tömegszámú asztácium izotópokhoz juthatunk, melyek levegővel hevítve ledesztillálhatóak a mintáról.

### Tulajdonságai

A repülési idő tömegspektrométer segítségével megerősítették, hogy ez az erősen radioaktív halogén a többi halogénhez nagyon hasonlóan viselkedik, leginkább a jódra hasonlít. Az asztáciumot a jódnál fémesebb jellegűnek tartják és valószínűleg a jódhoz hasonlóan, felhalmozódik a pajzsmirigyben. A Brookhaven National Laboratory munkatársai a közelmúltban az asztácium részvételével zajló elemi reakciók azonosítására és mérésére keresztezett molekulaszűrő (CMB) szóródásos technológiát alkalmaztak.