

KÉMIA IDEGEN NYELVEN



Kémia németül

Szerkesztő: Horváth Judit

A 2020/1. számban megjelent szakszöveg fordítása:

Ritkaföldfémek – Kína végső fegyvere?

Definíció

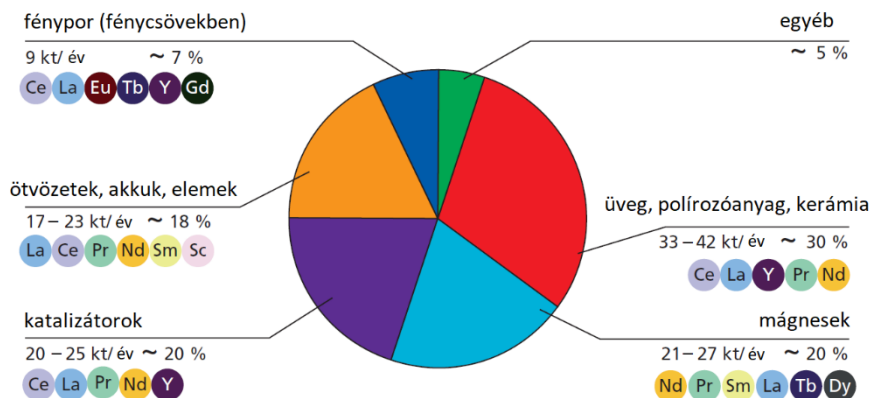
Ritkaföldfém alatt a lantanoidák csoportjából az **57-es és 71-es rendszám**¹ közötti **15 kémiai elemet** értjük; tulajdonságaik alapján rendszerint² a **szkandium** és **ittrium** elemeket is ide soroljuk még.

Megnevezésük ellenére a ritkaföldfémek **nem ritkák**; a kifejezés oda vezethető vissza, hogy a XVIII. és XIX. században olyan **ércekben** fedezték fel őket, melyek akkoriban **kevésbé** voltak **elterjedtek**. Egyesek, mint pl. a **cérium**, a **lantán**, a **neodímium** és az **itterbium nagyobb mennyiségben** fordulnak elő a **földkéregben**, mint az **ólom** vagy a **kobalt**. A prométium kivételével minden egyes ritkaföldfém **gyakrabban** fordul elő, mint az **arany** vagy az **ezüst**.

Kitermelésük azonban nehézségekbe ütközik: egyfelől **nem tiszta fémként** vannak jelen, hanem más ásványokkal keverten. Másfelől általában **csekély koncentrációban** fordulnak elő. Egymáshoz **hasonló kémiai sajátságaik** miatt a **ritkaföldfémek elkülönítése bonyolult és költséges**. Emiatt csak korlátozott számú bánya létezik, ahol a ritkaföldfémek koncentrációja olyan nagy, hogy a kitermelésük gazdaságos. A ritkaföldfémek kitermelése a **feldolgozáshoz** felhasznált **vegyi anyagok** és a kitermelt **meddő** és **salak**³ („tailings”) mennyisége

miatt a **környezetre** is jelentős **hatással** van. Emellett **magas** az **energiaszükséglete** ennek a tevékenységnek.

Felhasználás⁴



A globális igény ritkaföldfémekből felhasználási területenként

- A **neodímium, vas és bór ötvözetéből** készült **állandó mágnesek** a kis súlyukról és a hatékonyságukról ismertek. Hibrid autók **elektromotorjának**, valamint **mobiltelefonok** és **merevlemezek** építéséhez használják őket. Ezeket a mágneseket **szélérőművekben**, valamint **hibrid és elektromos meghajtású járművekben** használják.
- **Ritkaföldfémeket** tartalmazó **fényporokat** használnak energiatakarékos **kompakt fénycsövekben** és **fénydiódákban (LED)**.
- Az **üveggyártásban** a ritkaföldfémeket üveg **polírozására, adalékanyagként** optikai tulajdonságok elérésére vagy pedig az üveg **megszínezésére** használják. A cériumot az üveg színtelenítésére használják, míg a **lantán** mindenekelőtt arra szolgál, hogy optikai üvegek **törésmutatóját növelje**.

- Érdekes a ritkaföldfémek **katalitikus aktivitása** is. A **kőolajfinomításban** játszanak szerepet, valamint az autóiparban lehetővé teszik a **kipufogógázok** káros hatásának (**szén-monoxid**) mérséklését.
- A ritkaföldfémeket felhasználják még **mesterséges drágakövek, lézerek és szupravezetők** gyártásában.

Mivel **nehéz** a ritkaföldfémeket más anyagokkal **helyettesíteni**, az **ipar számára különösen nagy a jelentőségük**. Bizonyos esetekben a ritkaföldfémek éppenséggel más, mérgezőbb anyagokat **helyettesítenek**, mint példának okáért a **kadmiumot újratölthető elemekben** vagy **nehézfémeket színezékekben**.

Ritkaföldfémek – Kína végső fegyvere?

„Kínának a ritkaföldfémek azt jelentik, mint Szaúd-Arábiának az olaj.”



A Kínai Népköztársaság térképe. Színessel jelöltük azon tartományokat, ahol a ritkaföldfémek kitermelése jelentőséggel bír. A legnagyobb kitermelési terület Bajanóbó (Bayan Obo), Belső-Mongóliában.

A kínai vezetés a ritkaföldfémeket korán **védett, stratégiai nyersanyag**⁵ sorolta be, és megkezdte egy **államilag szabályozott/felügyelt termelési lánc** kiépítését. Az amerikai hatóság, a *US Geological Survey* **2017 decemberében** egy jelentésében azt írta, hogy a **világ ritkaföldfémekkel való ellátásának 90%-a Kínából** származik. Ez a helyzet, amióta Peking az 1990-es évek végétől prioritásként kezeli ezen ércek kitermelését.

Kína határozza meg immár világviszonylatban a **menyiséget**, az **árat** és hogy **egyáltalán szállít-e** – a kínaiak e tekintetben ismét előrettekintő, széles látókörrel és **hosszútávú, stratégiai gondolkodásmódról** és cselekvésről tettek tanúbizonyságot, igen bölcsen.

Ennek az elemnek a világtermelése...	...ilyen százalékban...	...ennek az államnak a kezében van:
tantál (Ta)	60%	Ausztrália
germánium (Ge)	75%	Kína
palládium (Pd)	79%	Oroszország/Dél-Afrika
molibdén (Mo)	79%	Kína/USA/Chile
nióbbium (Nb)	91%	Brazília
platina (Pt)	91%	Kanada / Brazília / Dél-Afrika
volfrám (W)	92%	Kína/Oroszország/Kanada
ritkaföldfémek	95%	Kína
vanádium (V)	97%	Kína/Dél-Afrika/ Oroszország

1. táblázat: Az új ipari fémek nyolc állam általi, kvázi-monopolisztikus felügyelete

A kitermelés által okozott környezetterhelés



Költségokokból a **ritkaföldfémek kitermelése** legnagyobb részben **külszíni fejtéssel** történik. A kitermelést gyakran a bánya közelében követi a további feldolgozás. Részben szintén **helyben** alkalmaznak **fizikai és kémiai folyamatokat** a **ritkaföldfémeknek** a **kőzetből történő kioldására**. Az extrakciós módszer függvényében különböző **salakanyagok és maradékok** keletkeznek hulladékként. A feldolgozás során egyetlen tonna ritkaföldfém mellett $63\,000\text{ m}^3$ **kénsavval és folyssavval**⁶ **szennyezett véggáz**⁷, 200 m^3 **savtartalmú szennyvíz** és $1,4\text{ t}$ **radioaktív hulladék** keletkezik. Miközben a gázok java része **ellenőrizetlenül szökik** ki a környezetbe, a folyékony halmazállapotú hulladékok egy részét **kezeletlenül** a *Sárga-folyóba (Yellow River)* engedik, vagy gáttakkal körülvett, **nyitott ülepítőmedencékben**⁸ tárolják. Mindkét eljárás vezetett már súlyos **környezet-szennyezéshez** a múltban.

Újrahasznosítás

Az újrahasznosítással foglalkozó nagyobb cégek **mindaddig kizárólag** azokat a fémeket nyerték vissza, melyek **nagyobb mennyiségben** voltak jelen. Kizárólag **acélt, cinket, alumíniumot, vasat, nikkelt, rezet és ónt**, valamint néhány **különleges fém**et nyernek vissza jelenleg. A **ritka elemek** kinyerése **csékély hányadék** miatt **nem érte meg**; a **salakban** végezték, melyet aztán legfeljebb⁹ **építőanyag**nak használtak fel. Mivel **Kína** ténylegesen¹⁰ **monopolhelyzetet** gyakorol azon elemek felett, melyek **nélkülözhetetlenek** a mobiltelefonok és más **high-tech eszközök** gyártásához, ezért **kikerülhetetlen**, hogy a **nyersanyagokban**¹¹ **szegény Európa** meg ne csapolja¹² a saját városi forrásait, vagyis az **újrahasznosításhoz** ne forduljon.

2012 májusa óta egy nyersanyagokra specializálódott francia cég, a *Rhodia* **több ezer tonna, fénycsövekből és energiatakarékos lámpákból** származó **fehér port** vesz vissza¹³. Még az USA-ból is szállítják a hajók a kívánt hulladékot. Ebből a franciák egy újfajta eljárással **hat ritkaföldfémeket nyernek vissza**. Csak az elmúlt esztendőben (2013) kereken 500 tonnát.

Az anyag, melyben a ritkaföldfémek rejtőznek **porszerű**¹⁴, és egy energiatakarékos lámpa anyagösszetételének csak **kis hányadát** teszi ki: ez a **fénypor**¹⁵, **mely a láthatatlan ultraibolya fényt látható fényvé alakítja**. Egy lámpában a **fénypor**¹⁵ 3% körüli részt képvisel. Ez a hulladékpor azonban **10 és 20% közötti** arányban tartalmaz **ritkaföldfémeket**. A cégcsoport tervei szerint **2020-ban** a kapacitást évi 2500 tonnára kívánják növelni. „Ezáltal **elegendő kapacitással** rendelkezünk ahhoz, hogy az **EU-ban keletkező összes fényport újrahasznosítsuk**” – mondja Nicolas Barthel, a *Rhodia* projektvezetője.

A *Rhodia* számára a fémhulladék fontos nyersanyagforrássá⁵ válik. A vállalat 2012 óta ehhez még több száz tonna, **termelés során keletkező hulladékot** vesz vissza **mágnesgyártóktól**, valamint **elem-újrahasznosításból** származó **maradékokat**, mely mindkettő **gazdag ritkaföldfémekben**. Egy kereskedelemben kapható **NiMH akku 7% ritkaföldfémeket** tartalmaz, köztük **cériumot, lantánt, neodímiumot és prazeodímiumot**. Miközben egy **AAA-méretű akkuban** pontosan **1 gramm ritkaföldfém** található, a **háztartási eszközökhöz készült akkukban** már jó néhány grammal több, kereken **60 gramm**. Minden egyes **autóakkumulátorból**¹⁶ pedig legalább **2 kilogramm ritkaföldfémeket** lehet visszanyerni.

A *Rhodiának* különféle hulladéktípusokból sikerült **kioldania** ritkaföldfémeket, a pontos, **szabadalmaztatott eljárásról** azonban a mai napig hallgatásba merülnek. **Világítótestekből** ez idáig **ittriumot és európiumot** sikerült visszanyerniük, és többféle eljárás is létezik **lantánnak és cériumnak akkumulátorokból** történő kinyerésére. Százalékosan tekintve, a legnagyobb sikereket **hulladékmágnesekkel** tudták elérni, melyek **neodímiumot, prazeodímiumot** valamint **diszpróziumot** tartalmaznak. A kikapasztalt eljárások **piro-metallurgiai**¹⁷ és **nedves kémiai**¹⁸ folyamatokon keresztül zajlanak¹⁹, és az újrahasznosítható kiindulási anyagok köre igen széles.

A szövegben előfordult fontos szakkifejezések:

Eszközök, berendezések, létesítmények:

r Dauermagnet, (e)s, ~e	állandó mágnes
e Festplatte	merevlemez, winchester
e Windkraftanlage	szél erőmű
e Leuchtdiode	fénydióda, LED
r Laser, ~s, ~	lézer
r Supraleiter, ~s, ~	szupravezető
wiederaufladbare Batterien	újratölthető elem / akku
r Tagebau, ~s, ~ten	külszíni fejtés
s Abraumbecken, ~s, ~	tározómedence, zagytározó
r Leuchtkörper, ~s, ~	világítótest

Anyagok:

Seltene Erden (Pl.)	ritkaföldfémek
Lanthanoide (Pl.)	lantanoidák
s Erz, ~es, ~e	érc
s Cer	cérium
s Blei	ólom
Chemikalien (Pl.)	vegyszerek, vegyi anyagok
s Aushubmaterial, ~s, ~ien	meddő anyag
s Haldenmaterial, ~s, ~ien	bányászati hulladék
e Legierung	ötvözet
s Bor	bór

r Phosphor, ~s, ~e (-Pulver)	foszfor, itt: fénypor
r Zusatzstoff, ~(e)s, ~e	adalékanyag
s Kohlenmonoxid	szén-monoxid
r Edelstein, ~(e)s, ~e	drágakő
Schwermetalle (Pl.)	nehézfémek
r Farbstoff, ~(e)s, ~e	színezék, festék
s Öl, ~s, ~e	olaj
s Molybdän	molibdén
s Wolfram	volfrám
s Platin	platina
s Gestein, ~s, ~e	kőzet
e Schlacke	salak
r Rückstand, ~(e)s, ~e	maradék, maradvány
s Abgas, ~es, ~e	véggáz
e Schwefelsäure	kénsav
e Flussäure	folysav, hidrogén-fluorid
s Abwasser, ~s, ~	szennyvíz
radioaktiver Abfall, ~(e)s, ~e	radioaktív hulladék
r Stahl, ~(e)s, ~(“)e	acél
s Eisen, ~s, ~	vas
s Kupfer, ~s, ~	réz
s Zink	cink
s Zinn	ón
r Baustoff, ~(e)s, ~e	építőanyag
e Ressource	forrás (erő~, nyersanyag~)

Tulajdonságok:

säurehaltig	savtartalmú
flüssig	folyékony (halmazállapotú)
pulvrig	por állagú, porszerű
chemische Eigenschaften	kémiai sajátosságok
optische Eigenschaften	optikai tulajdonságok
katalytische Eigenschaften	katalitikus jellemzők/aktivitás

Fogalmak:

chemisches Element, ~s, ~e	kémiai elem
e Ordnungszahl	rendszám
e Erdkruste	földkéreg
e Ausbeutung	kitermelés, kiaknázás
e Verarbeitung	feldolgozás
r Energieaufwand, ~(e)s, ~"e	energiafelhasználás/~szükséglet
r Refraktionsindex, ~(es), ~e	törésmutató
r Brechungsindex, ~(es), ~e	törésmutató
e Erdölraffination	kőolajfinomítás
r Abbau, ~(e)s, -	bányászatban: kitermelés (kémiaiában gyakran: lebontás)
e Förderung	kitermelés
e Extraktion	extrakció (kivonás, kirázás)
ohne Behandlung	kezelés nélkül
e Materialzusammensetzung	anyagösszetétel

ultraviolettes Licht	ultraibolya fény
sichtbares Licht	látható fény
patentiertes Verfahren	szabadalmaztatott eljárás

Műveletek, folyamatok:

isolieren	izolál, elválaszt, elkülönít
polieren	políroz, fényez
ein färben	megszínez
entfärben	elszíntelenít
zurück gewinnen	visszanyer
an fallen	keletkezik, felmerül, adódik
heraus lösen	kiold
pyrometallurgisch	pirometallurgiai / tűzi kohászati
nasschemisch	nedves kémiai

A magyar nyelvtanról és helyesírásról:

alacsony koncentrációban = kis koncentrációban

koncentrációjuk olyan magas nagy

Wolfram → volfrám

Vigyázat! ritkaföldfémek ≠ ritka földfémek

Seltenerdmetalle / Seltene Erden / Metalle der Seltenen Erden –

ritkaföldfémek (Y + Sc + Ln = lantanoidák)

= ittrium + szkandium + lantanoidák

Borgruppe – **földfémek** (B, Al, Ga, In, Tl)

Erdalkalimetalle – alkáliföldfémek (Be, Mg, Ca, Sr, Ba)

Alkalimetalle – alkálifémek (Li, Na, K, Rb, Cs)

Az alábbi táblázatban a **lantanoidák** elemei szerepelnek. Figyeljük meg, hogy magyarul csak a **lantán** esetében, a németben viszont még a rákövetkező 3 elem nevében is **elmarad** a latinus **-ium** végződés:

Rendszám	Név	Vegyjel	Név németül
57	Lantán	La	Lanthan
58	Cérium	Ce	Cer
59	Prazeodímium	Pr	Praseodym
60	Neodímium	Nd	Neodym
61	Prométium	Pm	Promethium
62	Szamárium	Sm	Samarium
63	Európium	Eu	Europium
64	Gadolínium	Gd	Gadolinium
65	Terbium	Tb	Terbium
66	Diszprózium	Dy	Dysprosium
67	Holmium	Ho	Holmium
68	Erbium	Er	Erbium
69	Túlium	Tm	Thulium
70	Itterbium	Zb	Ytterbium
71	Lutécium	Lu	Lutetium

Földrajzi helynevek átírása:

Bayan-Obo – Bayan Obo (régebben Bajanobó)

Ma már a magyar kiadású térképen is az amerikai név használatos, valószínűleg a kínai tendenciákkal megegyezően (ld. Világatlasz, Cartographia, Budapest 1999/2000). Régebben még a magyar helyesírás szerinti szabályos átírásban szerepelt: Bajanobó, ld.

https://www.eszk.org/attachments/17/ea/Kyna_vilyAgelsAe_v2.pdf

4. oldal, magyar nyelvű térkép: *Kína közigazgatása* (Kartográfiai Vállalat, 1986)

A fordításokról:

Angol kifejezések: A német szövegben meghagyott más nyelvű kifejezéseket nem feltétlenül kell magyarra lefordítani.

„**tailings**” – „hulladék” (Klonka Áron), inkább: *törmelék* (Molnár Dóra)

US Geological Survey – Amerikai Földtani Intézet inkább: *Felügyelet*

Yellow River – Sárga-folyó (*Huang He*), magyarul ismerjük

USA– (Amerikai) Egyesült Államok

high-tech – csúcstechnológiai (Molnár Dóra)

NiMH – nickel – metal hydride = *nikkel-fém-hidrid* (Molnár Dóra)

AAA elem = 1,5 V-os mikro elem (Molnár Dóra)

¹**Ordnungszahl** – rendszám ↔ ~~atomszám~~ (csak atomtömeg létezik)

²**normalerweise** – a „rendszerint” hivatalosabban hangzik, mint a „normál esetben”

³**Haldenmaterial** – hulladék, törmelék – Schutt / *salak* – Schlacke

⁴**Legierungen, Batterien** – *ötvözetek, akkuk/elemek*. Feltétlenül odaírnám az akkukat, mert az „ötvözetek, elemek” önmagában félreértést okozhat: az ötvözet mellett kémiai elemre gondolhatunk.

⁵**Ressource** – *nyersanyagforrás* ↔ ~~erőforrás~~

⁶**kontaminiert mit Schwefel- und Flusssäure = mit Schwefelsäure und Flusssäure** – *kénsavval és hidrogén-fluoriddal/folysavval szennyezett*

⁷**Abgase** – *hulladékgázok /véggázok*

⁸**Abraumbecken** – *tároló medence / zagyártározó* (Klonka Áron)

⁹**maximal noch** – *legfeljebb* (= höchstens)

¹⁰**faktisch** – *ténylegesen / valódi* monopóliumot gyakorol ↔ ~~valójában~~

¹¹**das rohstoffarme Europa** – *a nyersanyagokban* ↔ ~~erőforrásokban~~ szegény Európa

¹²**anzapft** – *megcsapol* (illegálisan is pl. vezetékét), itt lehet még: *kiaknázza, használja fel*

¹³**nimmt zurück** – *visszavesz / visszavásárol* Nem *visszavon/kivon/eltávolít*.

¹⁴**pulvrig** – *porszerű/por állagú* ↔ ~~pörös~~

¹⁵**Phosphor(-Puder)** – *fénypor* ↔ ~~foszfor~~

¹⁶**aus jeder Autobatterie** – Nem ártana pontosítani, hogy nem minden autóból, csak az elektromos autókéből. Tehát *minden egyes elektromos autó akkumulátorából*. Mert ne az ólomakkumulátorra gondoljunk, az nem tartalmaz ritkaföldfémeket!

¹⁷**pyrometallurgisch** – tűzi kohászati /pirometallurgiai módszerekkel

¹⁸**nasschemisch** – nedves kémiai úton (ez a szakzsargon), nedves vegyszeres módszerekkel (Molnár Dóra), vagyis oldatban

¹⁹**laufen ab** – zajlanak le (a kémiai reakciók) ↔ az óra/határidő **lejár**

A második forduló eredménye:

NÉV	Oszt.	ISKOLA	Ford. (max. 80)	Magyar nyelvtan (max. 20)	ÖSSZ. (max.100)
Molnár Dóra	12.	Eötvös József Gimn., Bp.	80	20	100
Klonka Áron	III/4	Zentai Gimnázium, Zenta	54	16	70
Tóth Zsanett	10.	Soproni Széchenyi István Gimnázium	51	19	70
Lelkes Máté	9.	Székesfehérvári Vasvári Pál Gimnázium	26,5	13	39,5
Zsigmond Richárd	10.	Bányai Júlia Gimnázium, Kecskemét	13	12	25

Mindenki dicséretre méltóan helyt állt ebben a kémián kívül még geopolitikai jártasságot is igénylő témában. A mezőny elejéről egyszerűen professzionális fordítást kaptam, de az alacsonyabb pontszámok is inkább kisebb tévesztések összességéből álltak elő.

A 2019/20-as tanév német fordítási versenyének végeredménye:

NÉV	Oszt.	ISKOLA	I. fordítás (max.100)	II. fordítás (max.100)	ÖSSZ. (max.200)
Molnár Dóra	12.	Eötvös József Gimn., Bp.	96	100	196
Klonka Áron	III/4	Zentai Gimnázium, Zenta	90	70	160
Tóth Zsanett	10.	Soproni Széchenyi István Gimnázium	54,5	70	124,5
Lelkes Máté	9.	Székesfehérvári Vasvári Pál Gimnázium	49,5	39,5	89
Zsigmond Richárd	10.	Bányai Júlia Gimnázium, Kecskemét	49	25	74

Kémia angolul

Szerkesztő: Tóth Edina

Évzáró gondolatok:

A természettudományokban megszoktuk, hogy sok az idegen eredetű kifejezés, általában görög vagy latin, illetve modern esetben angol eredetet gyanítunk. Persze többen hallották már, hogy a datív kötés neve a sok indoeurópai nyelvben meglevő 'adni' ige-tőből származik. De volt idő, amikor a kémia nyelvének a fent felsoroltak helyett inkább a németet tekintették.

Ezt őrzi például a „mischmetal” kifejezés vagy a szertár polcán várakozó Erlenmeyer-lombik vagy a szövegben szereplő ásvány angol neve 'bastnasite', helyesebben 'bastnaesite', vagyis eredeti írásmód szerint, azaz németesen Bastnäsit. Ahhoz, hogy átírhassuk magyarra az ásvány nevét, szükségünk van erre az információ morzsára is, tehát az ásvány neve így lesz basztnezit.

Az idei évben a szaknyelv megismerése mellett azt a mellékes célt tűztem ki, hogy olyan, a középiskolai anyagokhoz kapcsolódó témákkal ismerkedjenek meg a résztvevők, amelyek nem férhetnek be a szokványos kémiai keretekbe, hogy nyilvánvaló korlátaink ellenére egy kicsit mindenki kutatóvá váljon. Lehet, hogy csak a szobányi valóságban és a világháló virtuális keretei között, de belekóstolni abba, mit is jelent önállóan tanulni mások munkájából és az új ismereteinket hozzászólani a már meglévő rendszerhez.

Olyan tudományos ismereteket dolgoztak fel önállóan, amelyek nem szerepelnek az ismeretterjesztő csatornák kínálatában. Pedig nem kevésbé érdekesek, mint a fekete lyukakat magyarázó elméletek vagy a dinoszauruszok kihalásának vélt okai, csak talán kevésbé „populárisak”. Ez jól van így, felkapott témák jönnek-mennek, de a tudomány önmaga marad.

Következzenek az utolsó feladatok mintafordításai. A pontszámai minden beküldő megkapta elektronikusan. A kiemelkedő eredményekhez gratulálunk!

Készítsünk virágfüzért kagylóhéj molekulák segítségével!

Írta: David Bradley

Gondolj bele, mennyire hasznos lenne egy golyóálló polietilén táska. Vagy mit szólnánk a tartós és olcsó polisztirol főzőedényekhez, amelyek nem olvadnak el a sütőben? Sőt, még jobb – olyan műanyag motorokhoz, amelyek jóval kevesebb üzemanyagot használnak, mint fémötvözetekből készült társaik? Mindezek és még sok más ötlet válhat lehetségessé, mivel már olyan új típusú katalizátorok állnak a vegyészek rendelkezésére a polimerek előállításához, amelyek lehetővé teszik a polimerek tulajdonságainak precíz szabályozását.

Amikor a vegyészek polimereket állítanak elő, általában nagy nyomás nehezedik rájuk, hogy befolyásolják a polimerláncok hosszát és a láncon lógó kémiai oldalláncok helyzetét. Ennek következtében a műanyag tulajdonságainak befolyásolása kissé „próba-szerencse” alapon történik. Ha a láncok hossza széles tartományban változik, a polimer nem lesz egységes: egyes részek kristályosak lesznek, míg mások véletlenszerűen rendeződnek, és ezért nem lesznek kristályosak. Ha a vegyészek olyan polimereket tudnának előállítani, amelyekben a láncok hossza egyforma lenne, vagy ahol az oldalláncok mind azonos irányba rendeződnének a lánc mentén, akkor képesek lennének szabályozni az olyan tulajdonságokat, mint az olvadáspont, a merevség, a rugalmasság, a kémiai korrózióval szembeni ellenállás és akár a polimer vezetőképessége. A polimereket ezáltal felhasználási területhez lehetne igazítani.

Ziegler–Natta katalizátorok

A szintetikus polimerek a múlt század vége óta ismertek, de egészen az 1950-es évekig kellett arra várni, hogy két európai kémikus – Karl Ziegler és Giulio Natta – felfedezze, hogy fém-klorid katalizátorok segítségével befolyásolni lehet annak a módját, ahogy a monomerek összekapcsolódnak a polimerizáció során. Ezek a katalizátorok elősegítik, hogy az első monomeregység úgy helyezkedjen el, hogy a következő monomer és a következők azonos irányban kapcsolódhassanak a láncba. A folyamat során egy úgynevezett izotaktikus polimer (1) keletkezik. Például, ha titán-klorid katalizátort alumínium-alapú kokatalizátorral együtt használjuk a propén monomer polimeri-

zációjához, akkor az oldalláncok mind ugyanazon az oldalon állnak, azonban a vanádiumtartalmú változatával az oldalláncok felváltva helyezkednek el, úgynevezett szindiotaktikus polimert (2) hozva létre. Az 1960-as évektől kezdődően napjainkig ezeket a katalizátorokat több millió tonnányi számtalan különböző felhasználási céllal gyártott polipropilén és polietilén előállítására használták fel. A szépen szabályosan elrendeződött oldalláncok azt jelenthetik, hogy a vegyészek nyilvánvalóan teljes mértékben képesek irányítani a polimerek képződését?

Nem egészen. A Ziegler–Natta (ZN) katalizátorok ahhoz nem elég specifikusak, hogy képesek legyenek befolyásolni a polimerek pontos természetét. A hagyományos módon kapcsolják össze a monomereket egymás után, de ha a reakció során „megsérülnek” vagy megmérgezi őket a termék, a láncnövekedés megáll. Másik lehetőségként a második a katalizátor részecske kiválthatja az polimer oldalláncának növekedését. Ezen hatások egyike sem irányítható teljes mértékben, így különböző lánc hosszúságú elágazó polimereket kapunk. Számos felhasználási terület esetén az elágazások és a változó lánc hosszúság nem jelentenek problémát, azonban ha mondjuk optoelektronikai alkalmazásra tökéletesen átlátszó műanyagot szeretnénk készíteni, akkor nagyon egységes műanyagokra van szükség ahhoz, hogy a fény torzulás nélkül áthaladjon rajtuk. Ezenkívül a ZN-katalizátorok a monomerek közül csak keveset képesek polimerré alakítani: a kis szénatomszámú szénhidrogénekből, például a propénből és az eténből, azaz a gyakorlatban a ZN-katalizátorokkal előállítható polimerek száma korlátozott.

Metallocének

Az elmúlt néhány évben a kémikusok felismerték, hogy a metallocén néven ismert anyagok – melyeket először az 1950-es évek elején fedezett fel John Birmingham, a londoni Imperial College-ban Geoffrey Wilkinson laboratóriumában – pontosan szabályozhatóvá teszik a nagyszámú polimer szintézisét. A metallocének képesek sokféle monomer polimerizációját szabályozni, beleértve az etént is. Továbbá a polimerláncok milliószor hosszabbá tehető, mint bármely ZN katalizátor segítségével előállított polimer. A polimerizáció ezen új szabályozási lehetősége érdekes új műanyagok előállításához vezet. A hosszabb és szabályosabb oldalláncokkal rendelkező polimerláncokból

szuper erős polietilén zsákokat készíthetünk, amik nem szakadnak el egykönnyen, így alkalmasabbak szemeteszsáknak, és akár jobb golyóálló tulajdonsággal is rendelkezhetnek, mint a legkeményebb kevlár.

De hogyan is működnek ezek az új katalizátorok? A legegyszerűbb metallocén egy pozitív töltésű fémionból áll, amelyet két ciklopentadienil-anion (lényegében negatív töltésű szénhidrogén gyűrűk) fog közre. Ha a fém vas, akkor a molekula egy ferrocén (3), ha cirkónium, akkor cirkonocénnek (4) nevezzük, és így tovább. Más ionok hozzáadásával a vegyészek megváltoztathatják a régimódi orsóra emlékeztető egyszerű metallocének alakját, kagylóhéjszerűvé téve azokat, amikor is a két gyűrű – mint a héj két fele – szétnyílik. A fém olyan, mint egy gyöngy a félig nyitott héj közepén.

Az 1980-as években azonban a Hamburgi Egyetemen dolgozó Walter Kaminsky, véletlenül felfedezte, hogy ezek a vegyületek reagálnak metil-alumoxánnal (MAO), ami kiragadja a metallocének fémjéhez kapcsolódó ionokat és felcseréli a saját metilcsoportjával. Kaminsky és Hans Brintzinger, a konstanzi egyetem (Universität Konstanz) kutatója megállapította, hogy az ilyen módon aktivált metallocének alkalmasak az ipari mértékű polimerizációs reakciók katalizálására.

Ha aktivált cirkonocént adunk például propénhez, amely elektronban gazdag szén-szén kettős kötéssel rendelkezik, akkor az első propén a cirkonocénhez köt. Ez az új ideiglenes molekula átrendeződik, és újraaktiválja a cirkonocént anélkül, hogy az leválna, így a cirkonocén ismét készen áll arra, hogy reagáljon a következő propén monomerrel. Ezúttal az átrendeződés után a második propén az elsőhöz kapcsolódik, a cirkonocén pedig ismét aktiválódik. A propénlánc nagyon gyorsan növekedni kezd, és rövid időn belül monomerek ezrei kapcsolódnak, pont úgy, mint a virágok a füzérben. A kémikusok megállapították, hogy magas nyomáson mindössze néhány milligramm cirkonocén elegendő ahhoz, hogy óránként több száz gramm műanyagot állítsanak elő.

Az új polipropilén keményebb, nagyobb mértékben kristályos és átlátszóbb, mint a ZN katalizátorok felhasználásával előállított polimer, mivel a láncok hosszabbak és egységesebbek. Nem bontják le könnyen a γ -sugarak, ezért ideális könnyűsúlyú anyag gyógyászati csomagolás-

nak, például vértároló tasakokhoz és orvosi ruházathoz, amelyeket gyakran sugárzással sterilizálnak.

[...]

A metallocének kutatási területe mára annyira fejlett, hogy szinte bármilyen monomert képesek vagyunk segítségükkel polimerré alakítani, jóval meghaladva a hagyományos katalizátorok felhasználási tartományát. A metallocén szerkezetének finomhangolásával képesek vagyunk a keletkező polimer szerkezetét hajszálpontos részletekig befolyásolni, ezáltal specifikus polimereket tudunk szintetizálni. Így keletkeznek óriás igazgyöngyök egy egyszerű kagylóhéjból.

* * *

Lantán

Csoport: lantanoidák

Rendszám: 57

Atomtömeg: 138,90547

Olvadáspont: 920 °C (1688 °F)

Szín: ezüstfehér

Forráspont: 3464 °C (6267 °F)

Halmazállapot: szilárd

Kristályszerkezet: hexagonális

A lantán az első abban a 15 kémiai elemből álló sorban, amit együttesen lantanoidáknak neveznek. Ezek az elemek szokás szerint a periódusos rendszer fő része alatt található két „csík” egyikében találhatóak. (A másik, közvetlenül alatta, az aktinoidák sora). A sor a lantántól, az 57-es rendszámú elemtől egészen a 71-es rendszámú lutéciumig tart – szigorúan véve a lutécium nem lantanoida, de rendszerint itt tüntetik fel, mivel kémiai tulajdonságaiban hasonlít a „valódi” lantanoida elemekhez. A lantanoidákat pusztán kényelmi okokból helyezük a tábla alá, hogy elkerüljük, hogy a jelenlegi formájánál 15 „rubrikával” szélesebbé váljon.

A lantanoidákat olykor ritkaföldfémeknek is nevezik, bár ez a kifejezés már elavult. Felfedezésük idején ezek az elemek valóban ritkák voltak az ismert más földfémekhez képest. Manapság azonban már viszonylag gyakoriak más ismert elemhez képest. Például a lantán háromszor

gyakoribb, mint az ólom, és gyakorisága megegyezik az ólom és az ón földkéregben lévő együttes gyakoriságával, ami 32 ppm.

A lantanoidákat a kémiai tulajdonságaik nagyfokú hasonlósága alapján sorolják egy elemcsoportba. Ez szokatlan a periódusos rendszerben vízszintesen elrendezett elemek esetében – általában a kémiai hasonlóság az azonos vertikális csoportot alkotó elemek között mutatkozik. A lantanoidák hasonlósága abból ered, hogy minden lantanoida elemnek azonos számú elektronja van a külső pályán; jellemzően ezek a külső elektronok lépnek kölcsönhatásba más atomokkal, és így felelősek az elem kémiai tulajdonságaiért. Mindegyik lantanoida elem eltérő elektronszámmal rendelkezik, de az atomszám növekedésével ezek az extra elektronok a belső pályákhoz fognak tartozni. Ennek eredményeként ugyanaz a három külső elektron lép kölcsönhatásba a világ többi részével. Emiatt a lantanoida elemek kémiai tulajdonságai nagymértékben megegyeznek.

A lantánt 1839-ben fedezte fel Carl Gustav Mosander svéd vegyész; figyelembe véve a sor összes többi elemével való hasonlóságát, ez a maga korában nem csekély teljesítmény volt. Mosander cérium-nitrátot hevített – a cériumot 1803-ban fedezték fel –, hogy cérium-oxidot kapjon. Majd salétromsavat adott hozzá és elforraltta a folyadékot, ami után egy új elem nitrátja maradt vissza. Az elemet egy barátja tanácsára lantánnak nevezte el, a görög „lanthanein”, azaz rejtett jelentésű szó után.

Akkoriban a név utalhatott ezen ritkaföldfémek tényleges ritkaságára, mára inkább a lantanoidák nagyfokú hasonlóságára utal, amely megnehezíti a talajból származó anyaásványokból való szétválasztásukat. Nincs olyan ásvány, amely kizárólag lantánt tartalmaz, ám több olyan is van, amely csaknem az összes lantanoidát tartalmazza. Értelemszerűen ez okozott némi zavart az új lantanoida elemek állítólagos felfedezése esetében. Arra is volt példa, hogy két elem keverékét tévesen egyetlen új elemként azonosították.

Tisztított állapotában a lantán egy puha ezüstfehér fém, amely a levegővel való érintkezéskor gyorsan oxidálódik. Magát a fémet 1923-ig nem sikerült elkülöníteni. A lantán soha nem található meg a természetben ilyen tiszta állapotában, hanem két ásványban – a monacitban és a basztneszitben – fordul elő. Ezek az ásványok szinte az összes lantanoidát tartalmazzák, de lantanoidatartalmuk akár 38%-a

lantán formájában van jelen. Bár a basztnezit a nagyobb lantán-tartalmú, évekig a monacit volt jóval gyakoribb – egészen addig, amíg 1949-ben nem találtak nagy mennyiségű basztnezitet a kaliforniai Mountain Pass bányában (Amerikai Egyesült Államok). Más lelőhelyeket is találtak Afrikában és Kínában.

A világ lantanoidakészlete feltételezhetően mintegy 110 millió tonna (SI szerinti metrikus tonnában mérve, amely 121 millió angolszász mértérendszer szerinti tonnának felel meg), amiből körülbelül 70 000 tonnát (77 000 angolszász tonna) vonnak ki a talajból évente. Az elválasztás összetettsége miatt – amit az elemek nagyon hasonló tulajdonságai eredményeznek – legtöbbször lantanoida ötvözet ('mischmetal', azaz keverékfém) formájában használják fel, az aktuálisan az adott lelőhelyről kikerülő arányban. Jellemzően 50%-a cérium, 25%-a lantán és 15%-a neodímium, a többi lantanoida elem pedig együttesen körülbelül 10%-át alkotja. Általánosságban elmondható, hogy a nehezebb lantanoidák ritkábbak, mert belesüllyednek a földköpenybe, ezért kevésbé gyakoriak a kéregben.

A lantánnak számos kereskedelmi felhasználása van: „keverékfém” és vasat használnak az öngyújtók „tűzkövéhez” és a hibrid autókhoz, mint például a Toyota Prius, amelyek nikkkel-hidrid akkumulátoraikban több kilogramm lantánt használnak fel. A környezetbarát energiatermelésben további felhasználása lehetőségeket rejthetnek – a lantán-nikkel ötvözetek rendelkeznek egy érdekes tulajdonsággal: nagy mennyiségű hidrogéngázt (saját térfogatuknak akár 400-szorosát) képesek felvenni. A hidrogén az egyik potenciális jövőbeli üzemanyag, amelyet elektromosság tárolására és leadására lehet használni. Az akkumulátorral ellentétben, amelyet órákig tart feltölteni, a gépjárművek hidrogénnel való feltöltése ugyanannyi ideig tart, mint a hagyományos tankolás, melléktermékként pedig egyedül víz keletkezik, amely az elektromossággal egyszerre szabadul fel.

A lantán hatékonyan semlegesíti a foszfort biológiai környezetben is. Ezért használják tavakban is, mivel a foszfor elősegíti a nem kívánt algaképződést. Közben a vérben előforduló foszforfelesleg miatt kialakult vesebetegségek kezelésére lantán-karbonátot használnak. A lantán hozzáadható az üveghez is, hogy javítsa annak optikai tulajdonságait, javítsa a törésmutatót, és növelje a korrózióval

szembeni ellenállóságát. Adják még az acélhoz is, amely a hatására tartósabb és formálhatóbb lesz.

Ismert néhány eseti felhasználása is. Például 1938-ban egy uránmintában váratlanul lantanoidákat találtak, amelynek köszönhetően Otto Hahn és Lise Meitner felfedezték az atommaghasadást. Az uránatomok hasadtak (széttöredeztek), és ezáltal más elemek atomjai képződtek, köztük néhány lantanoida is.

A lantánnak a természetben két fő izotópja fordul elő – a 138-as és a 139-es tömegszámú. Az La-139 stabil, míg az La-138 radioaktív, felezési ideje 100 milliárd év. Ismert továbbá 38 mesterséges izotóp, amelyek laboratóriumban állíthatóak elő – többségének egy napnál rövidebb a felezési ideje.

Az állatokon végzett kísérletek során a lantánnál enyhe toxicitást mutattak ki, ami megemelkedett vércukorszinthez és alacsony vérnyomáshoz vezet, és befolyásolja a lép és a máj működését. Néhány, a szén ívlámpák által kibocsátott lantanvegyületeknek kitett személy esetében idővel kialakult a 'pneumoconiosis' nevű, maradandó károsodással járó tüdőbetegség.

Aktínium

Csoport: aktinoidák

Rendszám: 89

Atomtömeg: 227

Olvadáspont: 1050 °C (1922 °F)

Szín: ezüst

Forráspont: 3198 °C (5788 °F)

Halmazállapot: szilárd

Kristályszerkezet:
lapcentrált kockarács

Az aktínium az „aktinoidák sorának” első eleme, annak a 15 elemből álló vízszintes sornak, amely egészen a 103-as rendszámú laurenciumig tart, és amit a periódusos rendszer fő részéből esztétikai megfontolásból kiemeltek, és a tábla aljára helyeztek át, hasonlóan a lantanoidákhoz. Amíg a lantanoidák a táblázat 6. periódusában helyezkednek el, az aktinoidák az alatta lévő, 7. periódust foglalják el. A lantanoidák mind nagyon hasonló kémiai tulajdonságokkal rendelkeznek, az aktinoidák rendkívül változatosak. Míg a lantanoidák

teljes mértékben biztonságosak, az aktinoidák mindegyike radioaktív, legtöbbjük halálos mértékben.

Az aktíniumot 1899-ben Andre-Louis Debierne francia kémikus fedezte fel, aki sikeresen különítette az új elemet az uránszurokércet használó kísérletekben. Az uránszurokérc volt az az anyag, amiből Marie és Pierre Curie a rádiumot nyerték ki. A német kémikus, Friedrich Oskar Giesel 1902-ben Debierne-től függetlenül felfedezte ezt az elemet. Annak ellenére, hogy vita folyik arról, hogy melyik tudósé az érdem, a legtöbben egyetértenek azzal, hogy Debierne felfedezése a korábbi. Az aktínium név a görög „aktis” szóból származik, ami „sugárnyalábot” vagy „fényugarat” jelent, utalva ezzel az elem radioaktivitására.

Az aktínium ezüstös színű, puha fém, és hasonló mechanikai tulajdonságokkal rendelkezik, mint az ólom. Sötétben az aktínium halványkék fénnel ragyog, mivel a természetes radioaktivitása leszakítja az elektronokat a levegő atomjairól – ez a jelenség az ionizáció. A periódusos rendszer 4. mellékcsoportjának elemeihez hasonlóan reagál a levegő oxigénjével, és a felületén védő oxidréteget képez, amely megóvjá a további oxidációtól. Az aktínium vízzel érintkezve hidrogént fejleszt.

Csak egy természetben is előforduló aktíniumizotóp van – a 21,8 év felezési idejű ^{227}Ac . További harminchat izotópot állítottak elő mesterségesen, néhányuk felezési ideje pár percnél is rövidebb. Az aktínium természetes előfordulása a Földön csekély mennyiséget jelent: körülbelül 0,2 ppb (parts per billion, azaz „milliárdod rész”) uránércnek felel meg. Ezért uránból kinyerni bonyolult és költséges; az aktíniumot ezért jórészt mesterségesen állítják elő, méghozzá a rádium neutronrészecskékkel történő bombázásával. Egy neutron abszorpciója a rádium tömegét 226-ról 227-re emeli, de ez a rádiumizotóp instabil, ami később béta-sugárzással aktíniumra bomlik. A rádium-minta körülbelül 2%-a alakítható át aktíniummá ilyen úton.

Annak ellenére, hogy képesek vagyunk előállítani, a felhasználható aktíniummennyiség csekély, amit kisszámú felhasználási köre is igazol. Berilliumba ágyazva hatékony neutronforrást ad laboratóriumi kísérletekhez. Némi figyelmet kapott az aktínium radioaktivitásának kihasználása a radioizotópos termoelektromos generátorokban – ezek olyan eszközök, amelyek radioaktív hőből áramot állítanak elő, és

használhatóak a Naptól távoli hosszú távú űrrepülés során, amikor nincs megfelelő mennyiségű napenergia. Az aktíniumot célzott sugárterápiás kezelés során a daganatok elpusztítására is alkalmazzák. Az elem azonban felhalmozódik a csontokban és a májban, így később kelátképzőt kell felírni a mérgező aktínium felszámolására, ami egy olyan formába alakítja át, amelyet a szervezet könnyen kiválaszt.