

Lantanoidák

A periódusos rendszerben megtalálható 57–71. rendszámú elemeket, a lantántól a lutéciumig lantanoidáknak nevezzük. Az *f*-mező elemei a 6. periódus elemei közé tartoznak, igaz a lantánt és a lutéciumot szokták a *d*-mezőhöz is sorolni. Alapállapotú atomjaikban a rendszám növekedésével a 4*f*-alhéjon nő az elektronok száma. A 4*f*- és 5*d*-alhéj energiaszintjének közelsége miatt a lantán, a cérium és a gadolínium esetében rendhagyó vegyértékelektron-szerkezet alakul ki.

Valamennyi lantanoidának – függetlenül alapállapotú atomjaik elektronszerkezetétől – létezik +3-as töltésű kationja, sőt általában a +3-as oxidációs számú vegyületük a legstabilabb. Az Me^{3+}/Me standardpotenciálja minden lantanoidának igen kicsi (–1,99 V és –2,38 V közötti érték). Ionképződéskor minden esetben először a legkülső héjak elektronjai szakadnak le, így az ionok többségében a 4*f*-alhéjon marad több-kevesebb párosítatlan elektron.

A természetben előforduló lantanoidák többségét az 1800-as években fedezték fel, elsőként a cériumot 1803-ban. A lutécium volt az utolsó felfedezett természetes elem, 1907-ben. A prométium radioaktív, a természetben csak az urán bomlástermékeként fordul elő, így nem csoda, hogy jelenlétét először csak 1941-ben észlelték.

A lantanoidák fizikai és kémiai tulajdonságai nagyon hasonlítanak egymáshoz. Ezek a fémek ezüstfehérek, lágyak, keménységük a rendszámmal növekszik. Valamennyi elem nehézfém. Elektromos vezetőségük más fémekhez képest viszonylag kicsi. Olvadáspontjuk általában magas. Sűrűségük és olvadáspontjuk is tendenciaszerűen növekszik a rendszámmal. Sok lantanoida elem mágneses sajátsgú.

A lantanoidák néhány adata

Vegyjel és rendszám	Elektronszerkezet alapállapotban	Olvadáspont (°C)	Sűrűség (g/cm ³)	Legismertebb oxidációs számok	Ionjainak színe vizes oldatban
⁵⁷ La	[Xe] 6s ² 5d ¹	920	6,16	+3	+3: színtelen
⁵⁸ Ce	[Xe] 6s ² 4f ¹ 5d ¹	795	6,77	+3, +4	+3: színtelen, +4: sárga
⁵⁹ Pr	[Xe] 6s ² 4f ³	935	6,77	+3, +4	+3: sárgászöld, +4: sárga
⁶⁰ Nd	[Xe] 6s ² 4f ⁴	1024	7,01	+3, +4	+3: ibolya, +4: kékeslila
⁶¹ Pm	[Xe] 6s ² 4f ⁵	1042	7,26	+3	+3: rózsaszín
⁶² Sm	[Xe] 6s ² 4f ⁶	1072	7,52	+2, +3	+2: vörös, +3: sötét sárga
⁶³ Eu	[Xe] 6s ² 4f ⁷	826	5,24	+2, +3	+2: színtelen, +3: színtelen
⁶⁴ Gd	[Xe] 6s ² 4f ⁷ 5d ¹	1312	7,90	+3	+3: színtelen
⁶⁵ Tb	[Xe] 6s ² 4f ⁹	1356	8,23	+3, +4	+3: színtelen, +4: vörösbarna
⁶⁶ Dy	[Xe] 6s ² 4f ¹⁰	1407	8,54	+3, +4	+3: sárgászöld, +4: sárga
⁶⁷ Ho	[Xe] 6s ² 4f ¹¹	1461	8,79	+3	+3: sárga
⁶⁸ Er	[Xe] 6s ² 4f ¹²	1529	9,07	+3	+3: sötét rózsaszín
⁶⁹ Tm	[Xe] 6s ² 4f ¹³	1545	9,32	+2, +3	+2: vörös, +3: halványzöld
⁷⁰ Yb	[Xe] 6s ² 4f ¹⁴	824	6,90	+2, +3	+2: sárgászöld, +3: színtelen
⁷¹ Lu	[Xe] 6s ² 4f ¹⁴ 5d ¹	1652	9,84	+3	+3: színtelen

A lantanoidák leginkább a III.B (harmadik mellékcsoport) elemeihez hasonlítanak. Savakban kémiai reakció közben oldódnak, lúgokban nem oldódnak. Levegőben elégethetők. A lantanoidák halogenidjei és a nitrátjai vízben jól oldódnak.

A lantanoidák és vegyületeik felhasználása széleskörű. A fémeket főként ötvözetek készítésére használják. Például a szamáriumból alacsony hőmérsékletű szupravezetőket készítenek, a kobalt-szamárium ötvözetek akár 700 °C-ig is stabil mágnesek. A prazeodímium ötvözeit is az alacsonyhőmérséklet-fizika használja, illetve mágneseket készítenek belőle. A neodímiumnak a vas-bór ötvöze a jelenleg ismert legnagyobb erejű mágnes a világon. A lantanoida-vegyületek többsége ugyan mérgező, de egyes vegyületeket fertőtlenítésre (pl. a szamárium egyik vegyületét toroköblítésre, fogínygyulladás kezelésére) használnak. A neodímium oxidját az üveggyártásban különféle színes üvegek előállítására használják. A prométium kloridjából lumineszkáló festékeket készítenek. A gadolinium paramágnességét felhasználva vegyületeit MR-vizsgálatok kontrasztanyagaként használják. Az európium oxidjából ún. fényport készítenek, amelynek jelenlétét – többek között – az euró bankjegyek biztonsági jelei között is megfigyelhetjük.

- a) Mi az elektronszerkezeti oka annak, hogy a lantánt a d-mezőhöz is szokás sorolni?
- b) Mi az elektronszerkezeti oka annak, hogy a lutéciumot is szokták a d-mező elemeihez sorolni?
- c) Melyik az a lantanoida amelyik a 92-es rendszámú elem bomlásterméke?
- d) Melyik elem alapállapotú atomja nem tartalmaz párosítatlan elektront?
- e) Melyik elem alapállapotú atomja tartalmazza a legtöbb párosítatlan elektront? Szám szerint hányat?
- f) Melyik elem +3-as töltésű ionja tartalmazza a legtöbb párosítatlan elektront? Szám szerint hányat?
- g) Mely elemek olvadáspontja rendhagyó, azaz melyek térnek el a tendenciaszerű változástól?

h) Mely elemek sűrűsége rendhagyó, azaz melyek térnek el a tendenciaszerű változástól?

i) Milyen kristályrács jellemzi:

– a lantanoida elemeket?

– a lantanoidák halogenidjeit és nitrátjait?

j) A samárium (Sm) a vízzel színtelen, szagtalan gáz fejlődése közben reagál, miközben sárga csapadék válik ki az oldatból. Ha a csapadékos oldathoz sósavat öntünk, sárga színű oldat keletkezése közben a csapadék feloldódik. Írja fel a samárium vízzel való reakciójának rendezett egyenletét!

k) A cérium(IV)-vegyületeket redoxititrálásra is használják. Például az ón(II)-vegyületek titrálása során a cérium(IV)-tartalmú sárga oldat elszíntelenedik. (A színváltozás nem elég határozott, így redoxi indikátorként egy szerves vegyületet, a ferroint használják.) Írja fel az ón(II)-ionok cerimetriás titrálása során végbemenő redoxireakció ion-egyenletét!

l) Sorolja fel azt a két elemet, amelynek a szöveg alapján egészségügyi felhasználása is van!

(2025. május id.)

Megoldás: (9 pont)

- | | |
|---|--------|
| a) A lantán esetében nincs elektron a 4f alhéjon (vagy: az $5d^1(4f^0)$ elektronszerkezet miatt). | * |
| b) A lutécium esetében a 4f alhéj lezárult (vagy: csak az 5d alhéjon van párosítatlan elektron). | * |
| c) A prométium. | * |
| d) Yb (itterbium) | * |
| e) Gd (gadolinium) | * |
| 8 párosítatlan elektron | * |
| f) Gd (gadolinium) | * |
| 7 párosítatlan elektron | * |
| g) Az olvadáspont esetében a Ce, Eu és Yb tér el (kisebb). Csak együtt: | * |
| h) A sűrűség esetén az Eu és Yb tér el (kisebb). (A Pr megemlítése nem hiba.) | * |
| i) Elemek: fémrács | * |
| Halogenidek és nitrátok: ionrács | * |
| Bármely két * jellel jelölt helyes válasz 1 pont. | |
| j) $2 \text{ Sm} + 6 \text{ H}_2\text{O} = 2 \text{ Sm}(\text{OH})_3 + 3 \text{ H}_2$ | 1 pont |
| k) $2 \text{ Ce}^{4+} + \text{Sn}^{2+} = 2 \text{ Ce}^{3+} + \text{Sn}^{4+}$ | 1 pont |
| l) Sm, Gd Csak együtt: | 1 pont |