

SZAKÁLL SÁNDOR,

# ÁSVÁNY- ÉS KÖZETTAN ALAPJAI

2



A Műszaki Földtudományi Alapszak tananyagainak kifejlesztése a  
TÁMOP 4.1.2-08/1/A-2009-0033 pályázat keretében valósult meg.

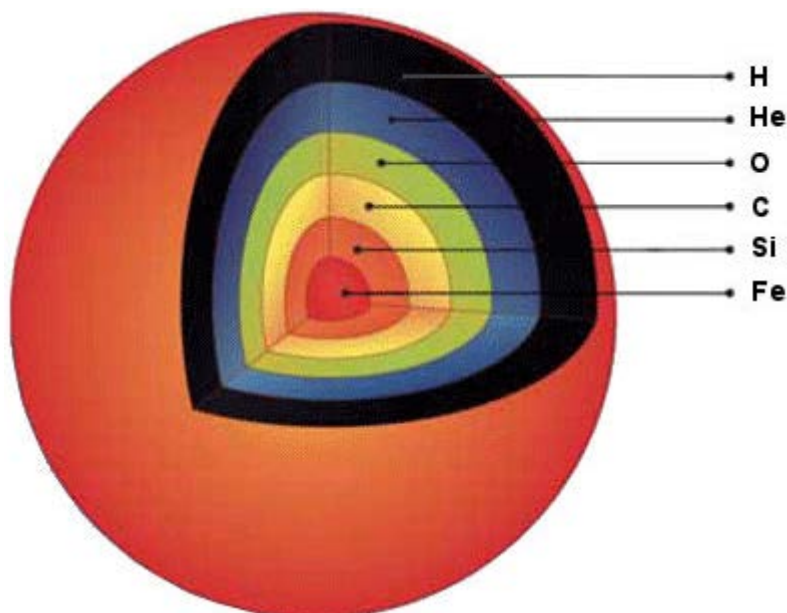
## II. A KÉMIAI ELEMEK A VILÁGEGETEMTŐL A FÖLDKÉREGIG

### 1. A KÉMIAI ELEMEK KIALAKULÁSA

Eddigi ismereteink szerint mintegy 13,7 milliárd évvel ezelőtt a Világegyetemben egy **óriási robbanás** (ez a kozmológia Nagy Bumm elmélete) során kezdtek kialakulni a kémiai elemek. Az első pillanatokban csak hidrogénatomok voltak jelen. A hipotézisek szerint majdnem minden hidrogén, mely ma jelen van, a Nagy Bumm során keletkezett.

Amint a Világegyetem hűlni kezdett, csillagok kezdtek el létrejönni a hidrogén-gázfelhő gravitációs összezsugorodásával. Ezekben kezdődött meg az elemek kialakulása a hidrogén átalakulásából kiindulva.

A legnagyobb csillagok belsejében uralkodó roppant nagy nyomás és hőmérséklet hatására **atommagfúziós folyamatok** kezdődtek el. A fő fúziós reakció a hélium keletkezése volt hidrogénből (mely már a kisebb csillagokban is megindulhatott, így például a mi Napunkban). Három héliumatomból aztán  $C^{12}$  atom, abból pedig  $O^{16}$  atomok keletkezhetnek.



A csillagokban magfúzióval keletkező kémiai elemek

A 26-os rendszámú vas fölött elhelyezkedő elemek azonban nem születhettek a mi Napunkhoz hasonló méretű csillagokban.

### INTERAKTÍV PERIÓDUSOS RENDSZER 1.0

Egy kis türelmet...

A periódusos rendszer

A feltételezések szerint a vasnál nagyobb tömegszámú elemek elsősorban a csillagok életét befejező kozmikus méretű szupernóva-robbanások során keletkezhetnek.

Ennek során a csillag külső burkának leválásával és hirtelen kitágulásával együtt a csillag belső magja roppant mértékben összehúzódott, belsejében óriási nyomás jött létre. Az ilyen események fontos mozzanata, hogy az eredeti nyersanyag, a hidrogén nehéz elemekké alakulhatott át, melyek azután e gigantikus robbanások alkalmával szétszóródtak az űrben és összekeveredtek a maradék hidrogénnel. Az ilyen módon létrejött keveréknek nehezebb elemekben dúsabb felhői porködökké egyesülhettek, melyekből a mi Napunkhoz hasonló második generációs csillagok

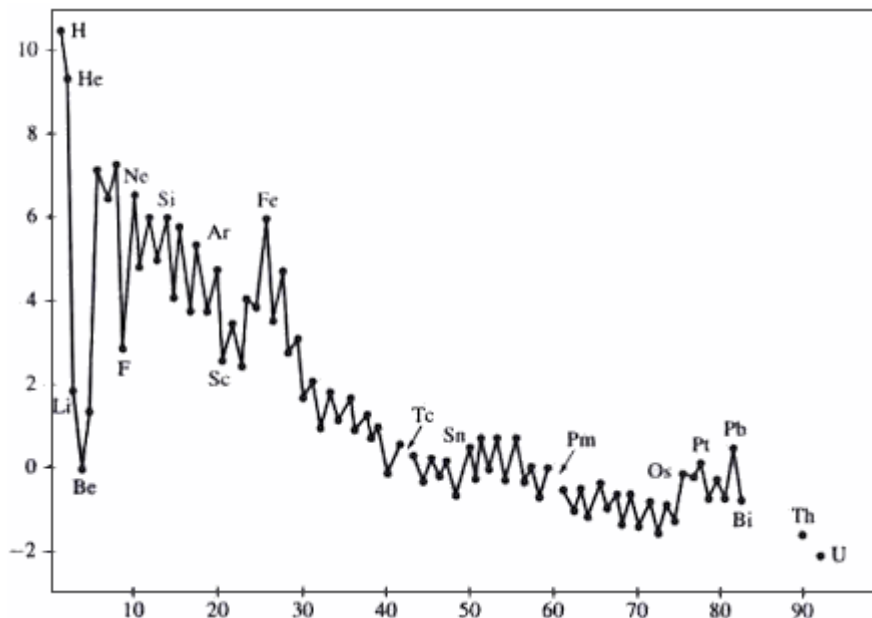
születtek. A Naprendszer, így Földünk anyaga tehát minden bizonnyal egy (vagy több?), a korábbi csillagok életének végét jelző szupernóva kitörések anyagából származhat.

## 2. A KÉMIAI ELEMELRENDEZŐDÉSE ÉS GYAKORISÁGA

A Világegyetemben az elemek előfordulásával és gyakoriságával kapcsolatos ismereteket alapvetően két úton szerzi be a tudomány: csillagok (többek között a mi Napunk) és csillagközi ködök fényének spektroszkópi tanulmányozásából, illetve meteoritek vizsgálatából.

Az eddigi eredmények azt bizonyítják, hogy a kémiai elemek egyáltalán nem egyenletesen és messze nem azonos gyakoriságban vannak jelen a Világegyetemben. A hidrogén és a hélium atomjai alkotják a Világegyetem mintegy 99%-át. Ehhez képest az összes többi elem roppant kis gyakoriságú.

Ezzel szemben a *Föld* és az ún. Föld-típusú bolygók, mint a *Merkúr*, *Vénusz* és *Mars* összetétele lényegesen különbözik ettől, hiszen ezek jobbra szegények az illékony hidrogénben és héliumban. A Naprendszer óriásbolygóinak (*Jupiter*, *Szaturnusz*, *Uránusz*, *Neptunusz*), illetve magának a *Napnak* az összetételét azonban a hidrogén és hélium határozza meg. Ha az elemek gyakoriságának logaritmusát (a Naprendszer példáján) a rendszám függvényében ábrázoljuk, akkor egyrészt látható, hogy a kis rendszámúaktól a nagy rendszámúakig csökken a gyakoriságuk, másrészt az is látható, hogy ez a csökkenés oszcilláló görbét eredményez. (Utóbbi jelenségnek elektronszerkezeti okai vannak.)



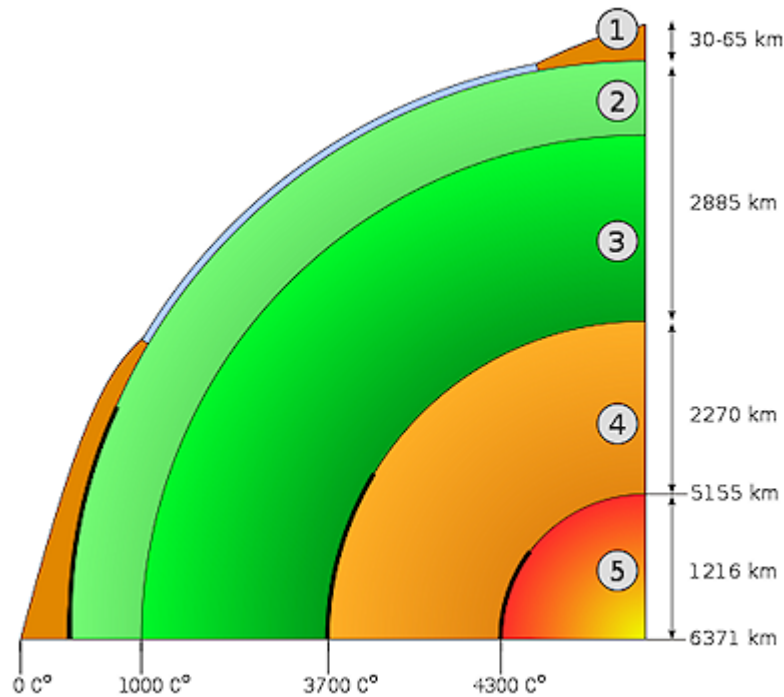
Az elemek gyakorisága a rendszám függvényében a Naprendszerben

## 3. A KÉMIAILAG FRAKCIONÁLÓDOTT FÖLD

A kémiai elemek kisebb léptékben, így a Földön sem egyenletes gyakoriságúak. Többek között geofizikai adatok és meteoritek tanulmányozása alapján állíthatjuk, hogy a Föld három, – egymástól kémiailag és fizikailag igen különböző – zónából áll, tehát *öves felépítésű*.

Ez a három öv (belülről kifelé haladva):

- mag,
- köpeny,
- kéreg.



A Föld öves felépítése az uralkodó kémiai elemekkel

- 1: Kéreg: 35-65 km vastag; szilárd;
- 2-3: (Külső és belső) köpeny: 1000-3000 C°; képlékeny: Mg, Fe, Al, Si, O
- 4: Külső mag: 3700-4300 C°; folyékony: Fe, S
- 5: Belső mag: < 4300 C°; szilárd: Fe

## Mag

A Föld magját döntően elemi állapotú vas (vas-nikkel ötvözet) alkotja.

Felépítésében kisebb mennyiségben *nikkel*, ritkábban *szilícium* és *kén* is részt vesz.

## Köpeny

A köpeny kémiaiailag erősen különbözik a magtól.

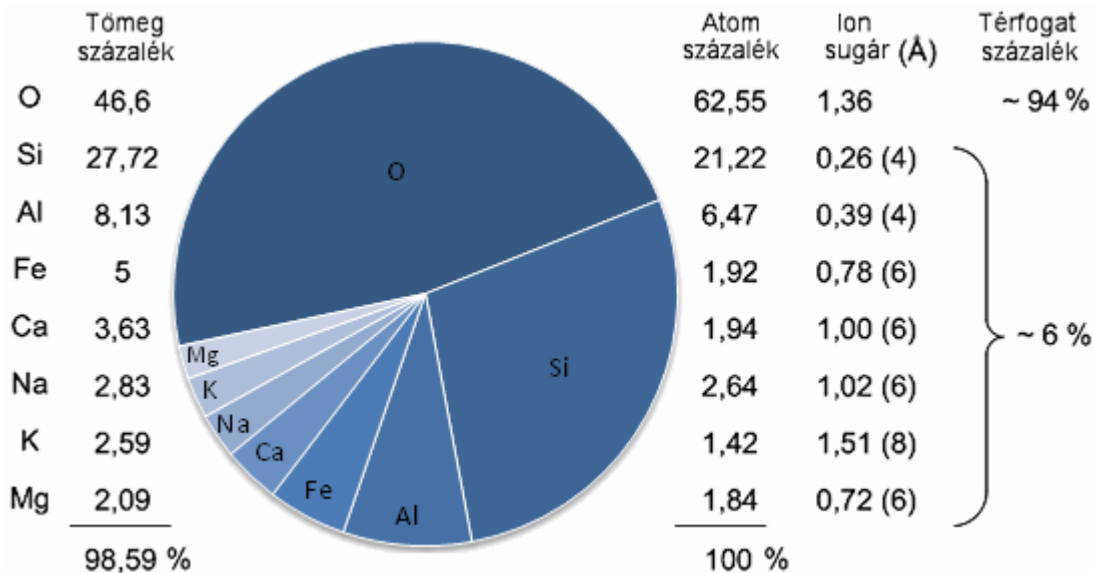
A köpeny uralkodó kémiai elemei a *magnézium*, *vas*, *oxigén* és *szilícium*, melyek, – a kőmeteoritokkal kapcsolatos analógiák alapján – szilikátos és oxidos vegyületekként fordulnak elő.

A köpeny felső zónájának anyagára vonatkozóan azonban már közvetlen információkkal is rendelkezünk, hiszen egyes vulkáni kőzetek nagy (akár több 100 km) mélységből származó kőzeteket (kőzetzárványokat vagy *xenolitokat*) szállítanak a felszínre vagy a felszín közelébe. Ilyen módon kerül a részben felsőköpeny-eredetű gyémánt is a felszín közelébe.

## Kéreg

A maghoz és köpenyhez képest elenyésző térfogatú kéreg a fentiekkel szemben mind kémiai, mind fizikai szempontból más jellegzetességeket mutat.

A kéreg uralkodó kémiai elemei az *oxigén* és a *szilícium*, a köpenyhez képest kevesebb a *magnézium* és *vas* mennyisége, viszont jelentősebb a *nátrium* és *kálium* aránya.



A földkéreg legnagyobb gyakoriságú kémiai elemei

Ezen belül jelentős kémiai különbség van a szárazföldi és óceáni kéregrészek között is.

Össességében azt mondhatjuk, hogy a Föld egy magasan frakcionálódott test.

Éppen ez a kémiai változatosság teszi a Földet egyedivé a Naprendszerben. Érdemes megjegyezni, hogy a kéregben, annak is főként a felszíni zónájában ismert vegyülettípusok (ásványok) nagy száma a döntően folyékony (hidroszféra) és légnemű (atmoszféra) anyagokat tartalmazó öveknek köszönhető. A víz és az oxigén jelenlétével roppant sokféle új vegyület (ásvány) jön létre, melyek ezek nélkül nem lennének jelen.

### Hidroszféra, atmoszféra

A hidroszféra és atmoszféra kémiai összetétele viszont jelentősen különbözik a Föld szilárd anyagától. Ez a két öv már eredetileg is főleg folyékony és gáznemű anyagokból állt és már a földfejlődés korai szakaszában elkülönült a Föld szilárd főtömegétől. Azóta az összetételük a vulkáni aktivitás, a kémiai mállás, a biológiai tevékenység, illetve az utóbbi évszázadokban az ipari szennyeződések által módosult.

### 4. FELADATOK

**Megoldások:** láthatók      nem láthatók

1. Milyen módon jöttek létre a vasnál kisebb tömegszámú kémiai elemek a Világegyetemben?

**Megoldás:** hidrogénből kiindulva, csillagokban történő magfúziós tevékenységgel.

2. A vasnál nagyobb tömegszámú kémiai elemek is csillagokban keletkeztek?

**Megoldás:** Nem, a nehéz elemek szupernova-robbanások során jöttek létre.

3. Egyenletes eloszlásban vannak jelen az elemek a Világegyetemben?

**Megoldás:** Egyáltalán nem. A hidrogén és a hélium gyakorisága 99%-os. Az összes többi elem aránya együttesen nem több 1%-nál.

4. A Föld és a Föld-típusú bolygók felépítésében is a hidrogén és a hélium a játssza a legfontosabb szerepet?

**Megoldás:** Egyáltalán nem. Ezek felépítésében a szilícium, oxigén, vas, magnézium és az alumínium szerepe a legfontosabb.

5. A Föld öves felépítésében szerepe van-e az elemek különböző gyakoriságának? Ismertesse a Föld öveinek leggyakoribb kémiai elemeit!

**Megoldás:** A mag vas-domináns kevés nikkellel, a köpeny szilícium, oxigén, magnézium és vas-domináns, míg a kéregben arányaiban több a szilícium, oxigén, kevesebb a magnézium és vas, illetve sokkal jelentősebb a nátrium, kálium mennyisége.