

Alapfogalmak

A földtan mint tudomány

A földtan tárgya

- az ásványok és kőzetek keletkezése
- a földkéreg mozgásai, a kontinensek, óceáni medencék, hegységek keletkezése, az ezzel kapcsolatos események sorrendje
- a nyersanyagok és energiahordozók keletkezése, előfordulása
- az élet kialakulása és fejlődése
- a földtani folyamatok és az emberi tevékenység kölcsönhatásai

A földtan módszere

- empirikus
- experimentális
- teoretikus

A természettudományok és a geológia fejlődése

Arisztotelész (Kr. e. 384-322): csillagászati és biológiai jelenségek leírása, geocentrikus elmélet

Arisztarkusz (Kr. e. 312-230): heliocentrikus elmélet

Ptolemaiosz (Kr. u. 150): geocentrikus elmélet, bolygók mozgásának geometriája

N. Copernicus (1473-1543): heliocentrikus elmélet kidolgozása

J. Kepler (1571-1630): bolygók mozgástörvényei

G. Galilei (1564-1642): új csillagászati és fizikai felfedezések

I. Newton (1642-1727): a tömegvonzás és az égitestek mozgásának törvényszerűségei

G. Agricola (1546): ásványtani és bányászati könyvek

N. Steno (1638-1686): települési törvények

J. Hutton (1726-1797): uniformitarizmus elve

Ch. Lyell (1797-1875): aktualizmus elve

A. Wegener (1880-1930): kontinensvándorlás elmélete

H. Hess (1906-1969): lemeztectonikai elmélet



Kép Georgicus Agricola 1556-ban megjelent *De Re Metallica* című könyvéből

A Föld mint égitest és rendszer

A világegyetem kialakulása

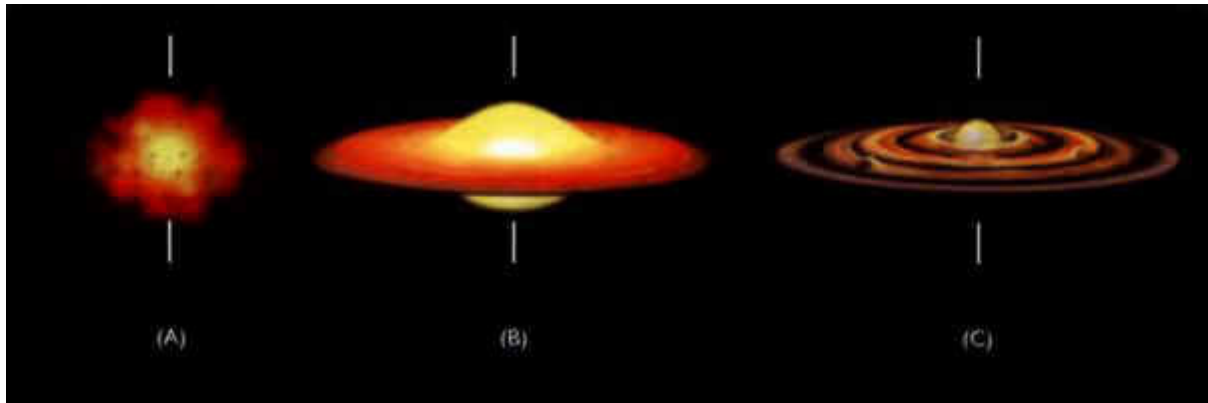
"Big Bang": kb. 15 Md évvel ezelőtti ősrobbanás

- Táguló hidrogén és hélium gázfelhő
- Protogalaktikus gázfelhők - nebulák
- Nebulák sűrűsödése - termonukleáris reakció - csillagok - szupernovák

A Tejútrendszer elvi felépítése. A fiatalabb csillagok a spirális karokban helyezkednek el. A mi Naprendszerünk a Tejútrendszer peremvidékén található

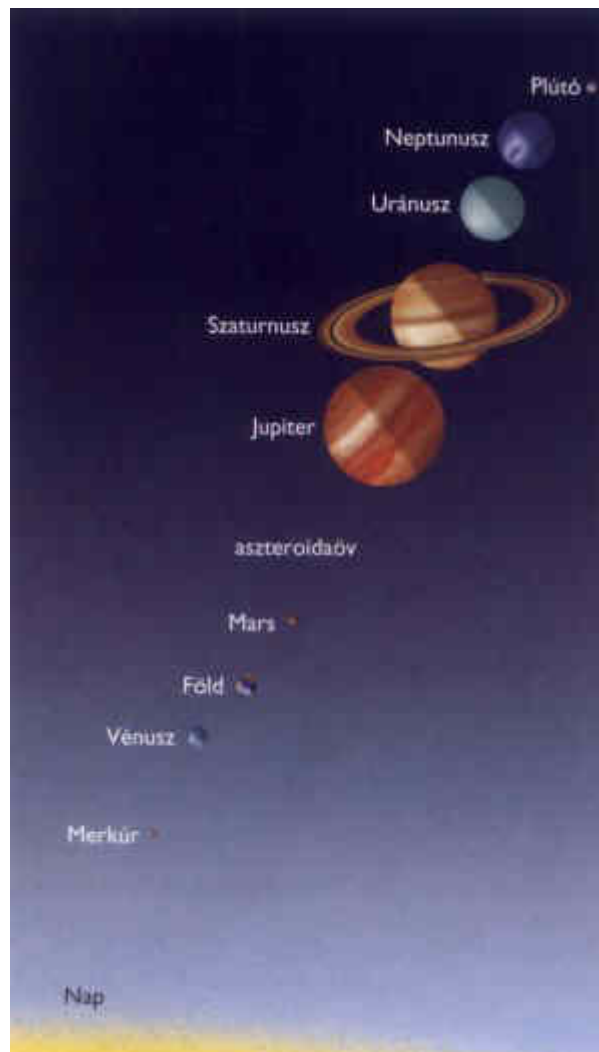


A Naprendszer keletkezése



A Naprendszer kialakulása. A: A gáz- és por anyagú kozmikus felhő sűrűsödni kezd. B: A tömeg a forgó mozgás miatt szétlapul. C: A külső részekből gyűrűk szakadnak le, melyeknek anyaga bolygókká tömörül

A Naprendszer felépítése

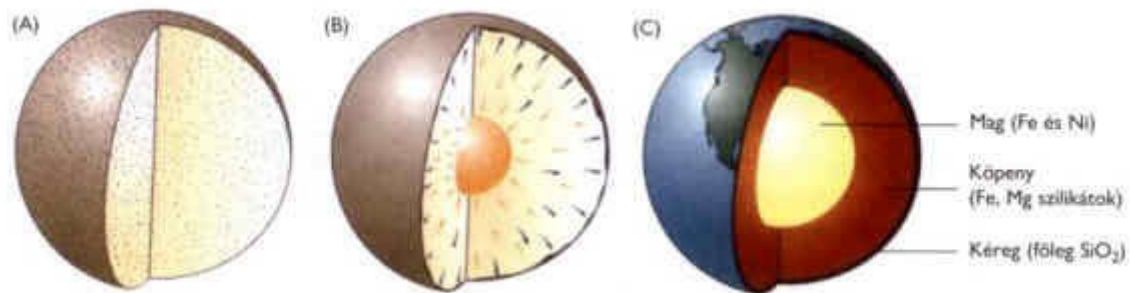


A Naprendszer felépítése. A méretkülönbségek jelzik a bolygók méreteinek eltérését

A Naprendszer bolygóinak adatai

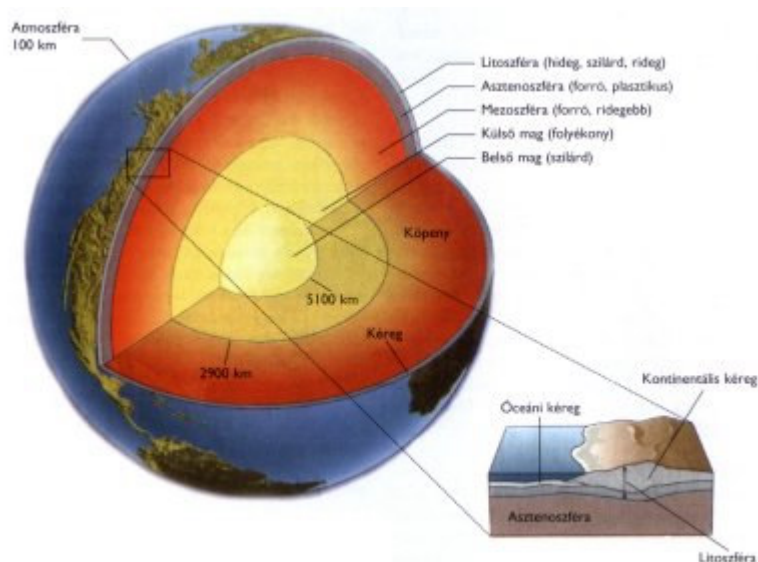
	Átmérő (km)	Tömeg (Föld = 1 egység)	Sűrűség (g/cm ³)	Holdak száma	1 nap hossza (földi órákban)	A Nap körüli keringési idő (földi években)	A Naptól való átlagos távolság (millió km)
Merkúr	4 880	0,055	5,44	0	1416	0,24	58
Vénusz	12 104	0,815	5,2	0	5832	0,62	108
Föld	12 756	1	5,52	1	24	1,00	150
Mars	6 787	0,108	3,93	2	24,6	1,88	228
Jupiter	142 800	317,8	1,3	16	9,8	11,86	778
Szaturnusz	120 000	95,2	0,69	18	10,2	29,5	1427
Uránusz	51 800	14,4	1,28	15	17,2	84,0	58
Neptunusz	49 500	17,2	1,64	8	16,1	164,9	4497
Plútó	6 000	0,003	2,06	1	154	247,7	5900

A Föld övezetességének kialakulása



A kezdetben szilárd állapotú Föld anyagi eloszlása homogén volt (A). Az elkülönülési folyamatok a földtömeg megolvadása révén váltak lehetővé (B). Az elkülönülés során a nehéz elemek a magban, a könnyebbek a külső övekben koncentráálódtak (C)

A Föld öves felépítése



Információforrás:

P és S hullámok terjedése

A Föld belső övei összetétel alapján:

- mag
- köpeny
- kéreg

A Föld belső övei fizikai jellemzők alapján:

- belső mag
- külső mag
- mezoszféra
- asztenoszféra
- litoszféra

A Föld belső övei. A külső, merev litoszférát a szilárd, de képlékeny ("gyenge") asztenoszféra követi, majd a mezoszféra ismét ridegebb. Az alatta lévő külső mag folyékony, majd a belső mag - bár kémiai összetétele hasonló a külső magéhoz, az óriási nyomás miatt szilárd jellegű. A litoszférán belüli kéreg kontinentális és óceáni kéregre tagolható

Külső és belső eredetű geológiai folyamatok

Külső eredetű (exogén) folyamatok:

- Mállás
- Lepusztulás
- Üledékképződés

Energiaforrás: a Nap hője

Belső eredetű (endogén) folyamatok:

- Magmás tevékenység
- Diagenézis
- Metamorfózis
- Kőzetdeformáció
- Földrengések
- Lemeztektonika

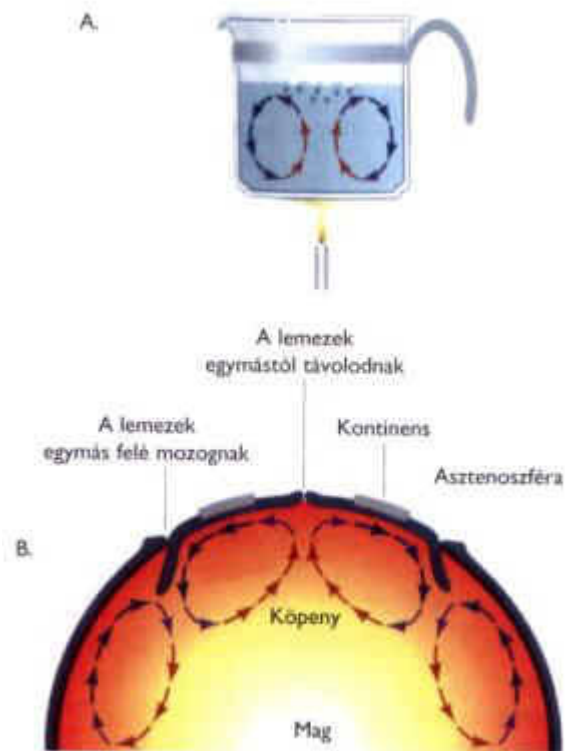
Energiaforrás: a Föld belső hője (radioaktív bomlás, kristályosodás, atomátalakulás, földi maradványhő)

A földi hő terjedése

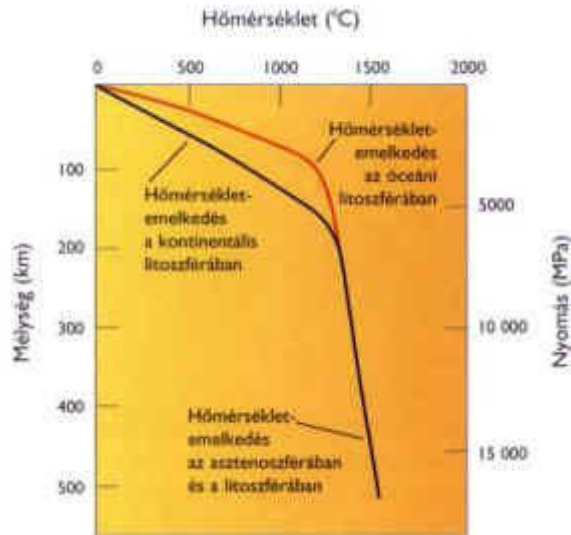
Hővezetés (kondukción): szilárd anyagban

Hőáramlás (konvekció): folyadékokban vagy gázokban

Geotermikus gradiens: hőmérséklet-emelkedés mértéke a Föld belseje felé haladva ($^{\circ}\text{C}/\text{km}$)

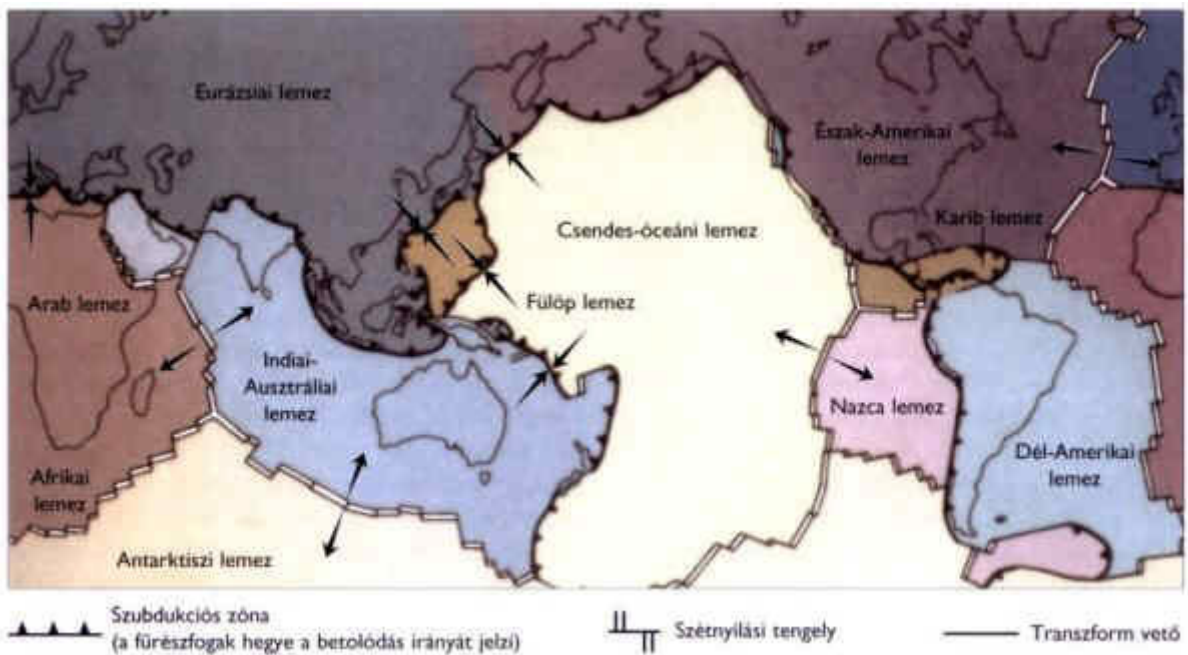


Konvekciós áram kialakulásának magyarázata. A felmelegedett, kisebb sűrűségű anyag felfelé mozog (A). Az asztenoszférában lassú anyagmozgással zajló konvekciós áramlás tartja mozgásban a litoszféra-lemezeket (B)



Geotermikus gradiens a kontinentális és óceáni litoszférában. Az utóbbiban a hőmérsékletemelkedés jelentősebb. Az asztenoszférában a gyorsabb konvekciós hőátadás és az adiabatikus tágulás miatt a geotermikus gradiens nagymértékben csökken

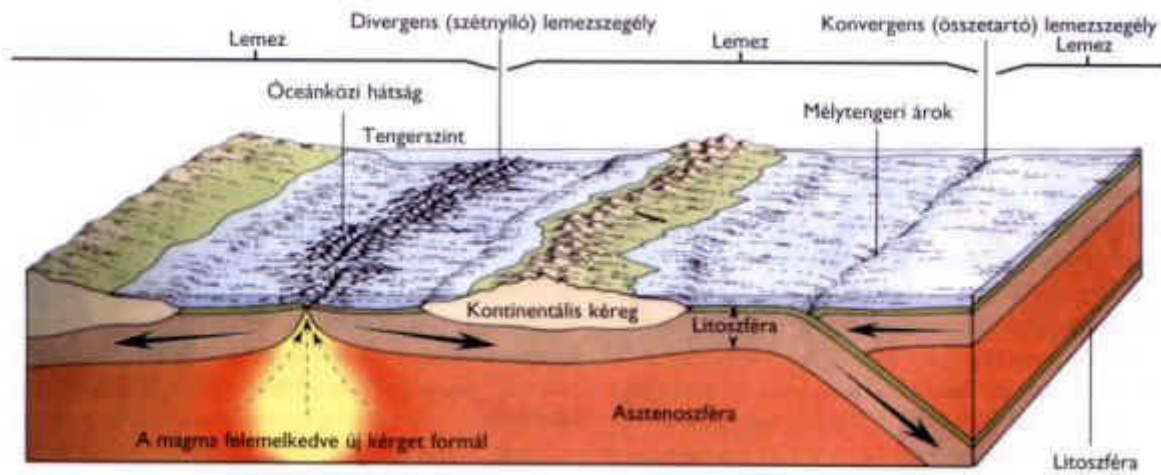
Lemeztektonikai alapfogalmak



A Föld jelentősebb litoszférai lemezei. A lemezhatárok nem esnek egybe a kontinensek határaival. A lemezek mozgásának irányát a nyilak jelzik

Lemezszegélyek típusai:

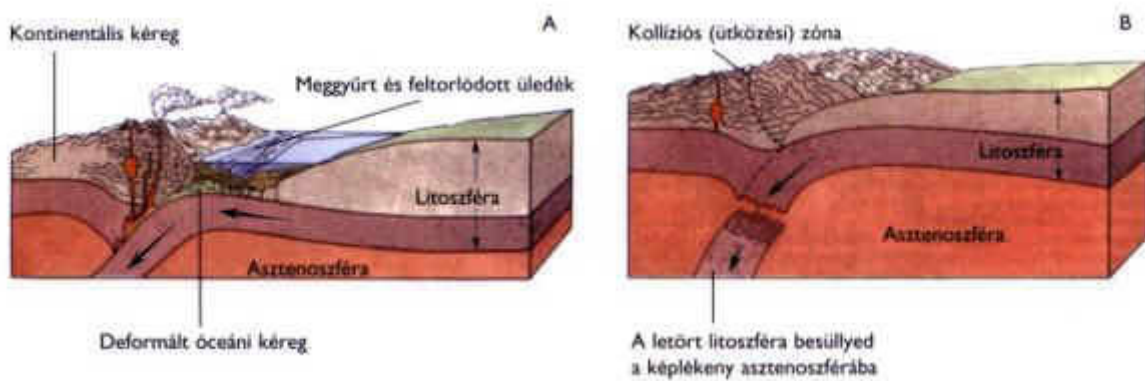
- Divergens (szétnyíló, akkréciós, épülő)
- Konvergens (összetartó, konzumációs, felemészthető)
- Transzform vetős



Divergens és konvergens lemezzegélyek vázlata a lemezhatárok feltüntetésével. Az előbbinél óceánközi hátság, az utóbbinál mélytengeri árok jön létre

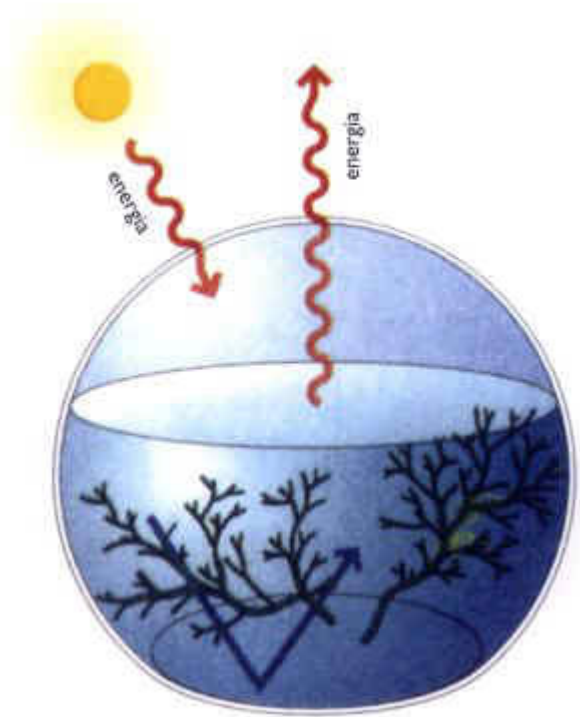
Szubdukció és kollízió

- Konvergens lemezzegélyeknél következik be
- Hegyláncok kiemelkedésével zárul



Hegyláncok kialakulása kollízióval. Az alábukó lemez az üledékrétegeket a kontinens szegélyéhez nyomja és deformálja. A lehajló óceáni kéreg olvadni kezd, a magma vulkánok formájában felszínre kerül. A két kontinens ütközésével az óceán eltűnik, a vulkanizmus megszűnik, gyűrt, deformált rétegekből álló hegylánc jön létre

A Föld mint rendszer



*Rendszer (természettudományos):
az univerzum bármely lehatárolható része*

A rendszerek típusai

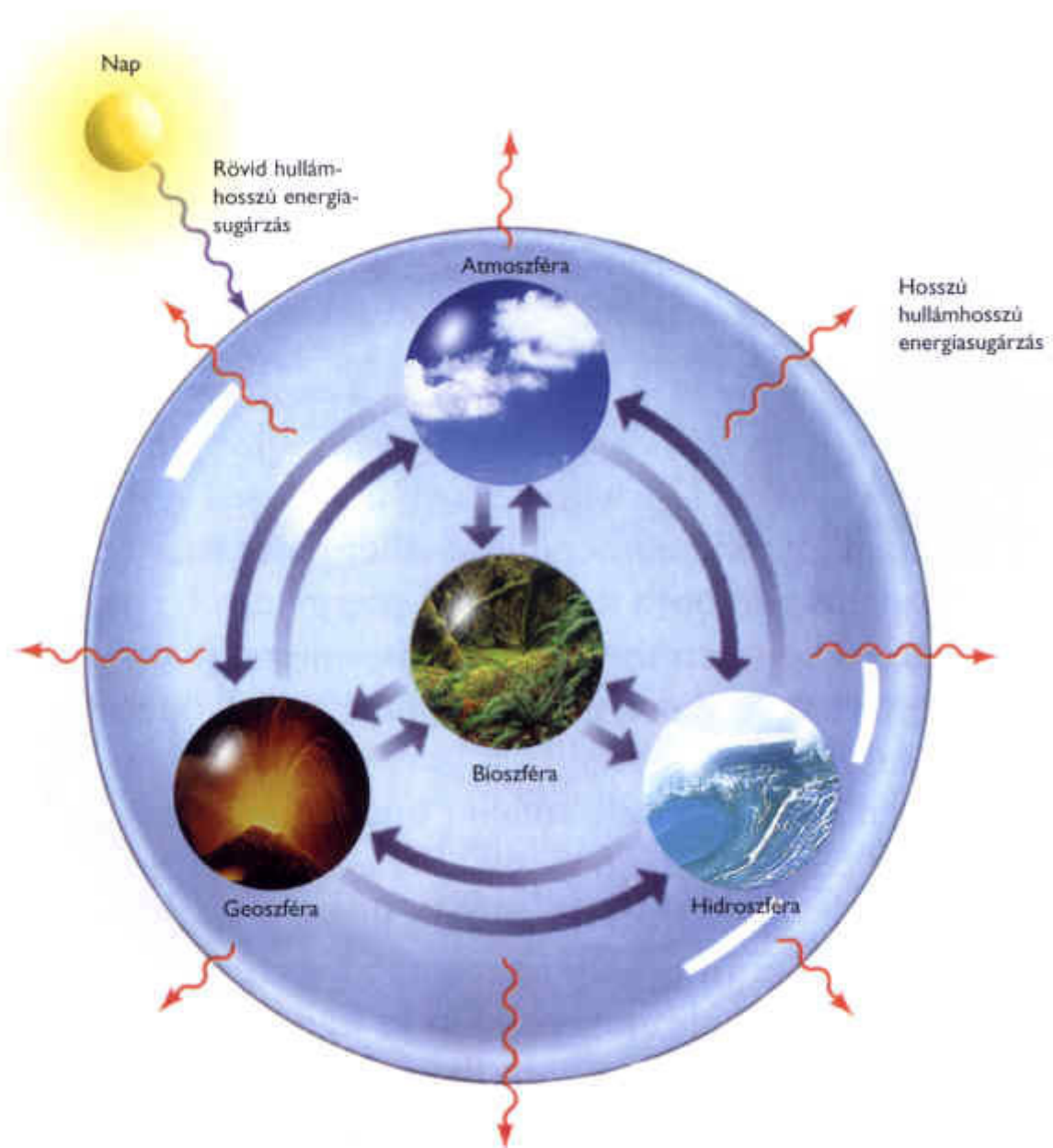
- Izolált
- Zárt
- Nyitott
- Dinamikus
- Statikus

Nagy földi rendszerek:

- Atmoszféra
- Hidroszféra
- Bioszféra
- Geoszféra (litoszféra)

Akváriumgömb mint zárt rendszer. A külvilágtól üveggallal elszigetelt nyitott rendszerek (víz és növények) között anyagkicserélődés van, de az egyensúly miatt a rendszer sokáig stabil. Az üvegfalon keresztül csak energia kicserélődés lehetséges

A Föld mint zárt rendszer



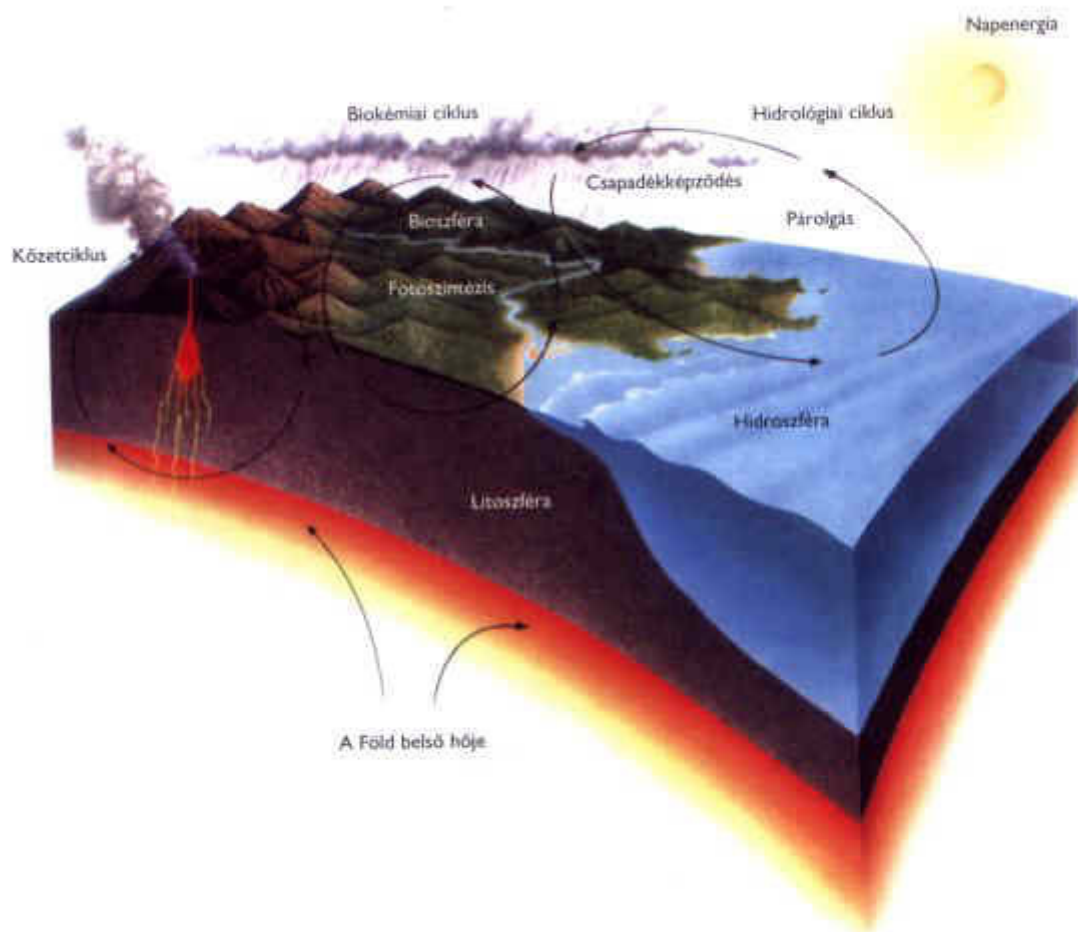
A Föld mint zárt rendszer. Energiaáramlás működik a határain keresztül, de anyagáramlás - eltekintve az elhanyagolható meteoritoktól illetve az eltávozó hidrogéntől - nincs. A Föld négy fő alrendszere között anyag és energia kicserélődés is zajlik

A nagy földi ciklusok

Visszacsatolás (feedback):

- Pozitív
- Negatív

A negatív visszacsatolás stabilizálólag hat a rendszerre: ciklusok jönnek létre.



A nagy földi ciklusok. Minden földi folyamat működésének alapja az energia. A földi rendszerek közötti anyag- és energia kicserélődés révén körfolyamatok jönnek létre.

A litoszféra építőanyagai: ásványok és kőzetek

Ásványok:

- Meghatározott kémiai összetétel és kristályszerkezet jellemzi őket
- Ismert ásványok: kb. 4000 ásványfaj
- Kőzetalkotó ásványok: kb. 15
- Kémiai elemek: 90 (természetben)
- Kőzetalkotó ásványokat felépítő elemek: 8

Elem	tömeg %
oxigén	45,20
szilícium	27,20
alumínium	8,00
vas	5,80
kalcium	5,06
magnézium	2,77
nátrium	2,32
kálium	1,68
titán	0,86
hidrogén	0,14
mangán	0,10
foszfor	0,10
az összes többi elem	0,77
összesen	100,00

A földkéreg felépítésében legjelentősebb szerepet játszó elemek

- Atom: atommag + elektronok
- Atommag: proton + neutron
- Izotóp: azonos rendszám, különböző tömegszám
- Ion: kation vagy anion, szilárd anyagokban összekapcsolódnak
- Kötéstípusok: ionos, kovalens, fémes, van der Waals, hidrogénkötés



Kősó (NaCl) kristályok. A szabályos (köbös) rendszerben kristályosodó ásványban a kémiai alkotók ionos kötéssel kapcsolódnak



A termésmégekben fémes kötés jellemző. Terméssarany, Verespatak, Románia

Az ásványok kristályosodása: az atomok összekapcsolódása

Történhet

- magmából
- gőzökből
- oldatból

Oka:

- a termális energia lecsökken
- oldat koncentrációja nő

A kristályok 7 kristályrendszerbe sorolhatók



Azurit: $Cu_3(CO_3)_2(OH)_2$

Ásványosztály	Jellemző anion	Példák
terméselemek	(nincs töltéssel rendelkező ion)	terméssarany (Au), termésszéz (Cu)
szulfidok	(S^{2-})	galenit (PbS), pirit (FeS ₂)
oxidok	(O^{2-})	kvarc (SiO ₂), hematit (Fe ₂ O ₃)
hidroxidok	(OH)	goethit (FeOOH)
szilikátok	(SiO ₄ ⁴⁻)	olivin (Mg,Fe) ₂ SiO ₄
foszfátok	(PO ₄ ³⁻)	apatit [Ca ₅ F(PO ₄) ₃]
szulfátok	(SO ₄ ²⁻)	gipsz (CaSO ₄ •2H ₂ O)
karbonátok	(CO ₃ ²⁻)	kalcit CaCO ₃
halogenidek	(Cl ⁻ , F ⁻ , Br ⁻ , I ⁻)	kősó (NaCl), fluorit (CaF ₂)

Az ásványok rendszerezése az anionelv alapján

Kőzetek:

Fő jellemzőjük: ásványos összetétel és közetszövet

A kőzetek genetikai csoportjai: magmás, üledékes, metamorf

Ásvány neve	Idealizált kémiai összetétel	Kőzettípus
kvarc	SiO_2	magmás, üledékes, metamorf
ortoklász	KAlSi_3O_8	magmás, metamorf, (üledékes)
plagioklász csoport	$\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8 + \text{NaAlSi}_3\text{O}_8$	magmás, metamorf, (üledékes)
olivin csoport	$(\text{Mg, Fe})_2\text{SiO}_4$	magmás, (metamorf)
piroxén csoport	$(\text{Mg, Fe})_2\text{Si}_2\text{O}_6$	magmás, metamorf
amfibol csoport	$(\text{Ca}_2\text{Mg}_5)\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$	magmás, metamorf
biotit (csillám)	$\text{K}(\text{Mg, Fe})_3\text{O}_{10}(\text{OH})_2$	magmás, metamorf (üledékes)
muszkovit (csillám)	$\text{KAl}_3\text{Si}_3\text{O}_{10}(\text{OH})_2$	magmás, metamorf (üledékes)
agyagásvány csoport	K, Mg, Ca, Na-Al-hidroszilikátok	üledékes
kalcit	CaCO_3	üledékes
dolomit	$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$	üledékes
klorit csoport	$(\text{Mg, Fe, Al})_6(\text{Si, Al})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8$	metamorf
szerpentin csoport	$\text{Mg}_6(\text{Si}_4\text{O}_{10})_2(\text{OH})_2$	metamorf
epidot csoport	$\text{Ca}_2\text{Al}_3(\text{SiO}_4)_3(\text{OH})$	metamorf

A legfontosabb kőzetalkotó ásványok összetétele. A kőzettípus oszlopban az látható, hogy az adott ásvány milyen eredetű kőzetekben gyakori.