ASTRONOMA SORULAR

Doç. Dr. Hasan H. Esenoğlu

2021

Konu Başlıkları

1) Evren
2) Güneş Sistemi
3) Büyük Ölçekli Evren
4) Evren'in Yapısı
5) Temel Bilim Seçme Sorular

Alt Konu Başlıkları

16) Dünya nasıl bir gezendir?

2) Güneş Sistemi

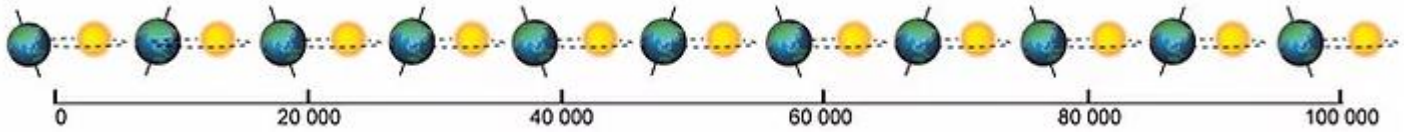
16. Dünya nasıl bir gezendir?

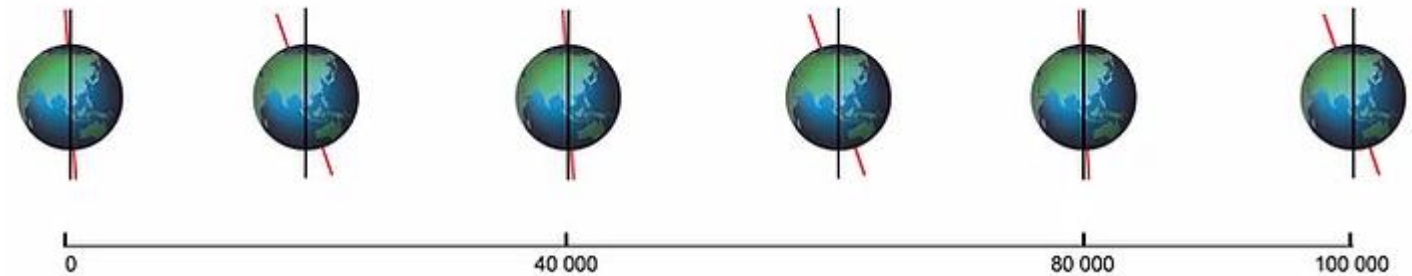
Gezegenimiz Dünya, Ay'dan bakıldığında, mavi-beyaz renkli bir bilye gibi görünür. Güneş Sistemi'nin üçüncü gezegeni ve karasal gezegenlerin de en büyüğüdür. Yeterince büyük kütleli bütün gökcisimleri gibi, Dünya da kütleçekim kuvveti (yerçekimi de denir) nedeniyle küre şeklindedir. Daha doğrusu küreye yakın bir şekildedir. Kendi ekseninde bir dönüşünü 23 saat 56 dakikada tamamlayan Dünya'nın ekvatordaki hızı saatte 1650 km dolayındadır. Bu yüksek hız nedeniyle ekvator bölgesi biraz (21 km kadar) şişkindir. O nedenle Dünya'nın kutuplarında 12.713 km olan çapı, ekvatorda 12.756 km'dir. Kutupları hafif basık, ekvatoru da biraz şişkin olan Dünya'nın bu şekline geoid denir.

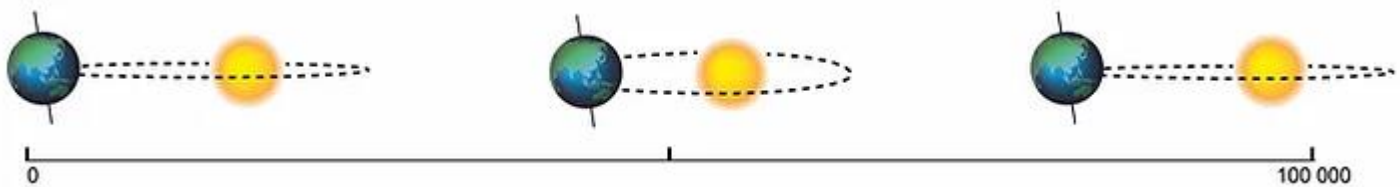
Dünya, Güneş'in çevresindeki yaklaşık 940 milyon kilometrelik yörüngesinde, saatte ortalama 108.000 km hızla ilerler. Yörüngesi çembere yakın bir elips şeklindedir. Güneş de bu elipsin merkezlerinden birinde yer alır. Yörüngenin üzerinde yer aldığı düzleme ekliptik düzlem (kısaca ekliptik) denir. Dünya'nın ekseni ekliptiğe dik değildir; dik ile arasında 23,5°lik bir açı vardır. Bir başka deyişle Dünya'nın ekseni, ekliptikle 66,5°lik açı yapar.

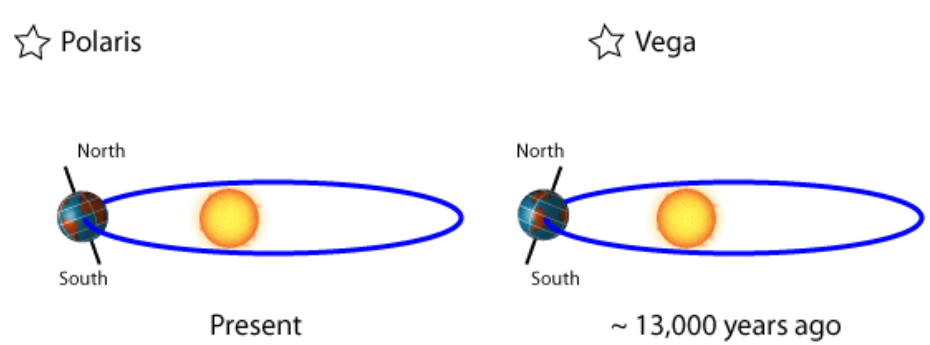
Dünya yörüngesinde ilerlerken, Güneş'e en yakın noktasına (günberi) Ocak ayında, en uzak noktasına da (günöte) Temmuz ayında ulaşır. Günberi ile günöte arasında yüzde 3'lük (5 milyon km) uzaklık farkı vardır. Bu da Dünya'nın günberi noktasındayken yüzde 7 daha çok güneş ışığı almasına yol açar. Dünya'nın zaman zaman Güneş'e yakınlaşıp, zaman zaman uzaklaştığı elips şeklindeki yörüngesi, eksen eğikliğiyle birlikte Dünya'ya gelen enerji miktarının ve yeryüzünde geldiği yerin değişmesine, dolayısıyla da mevsimlerin olmasına yol açar. Mevsimlerin oluşumunda asıl belirleyici olan Dünya'nın ekseninin eğik oluşudur.

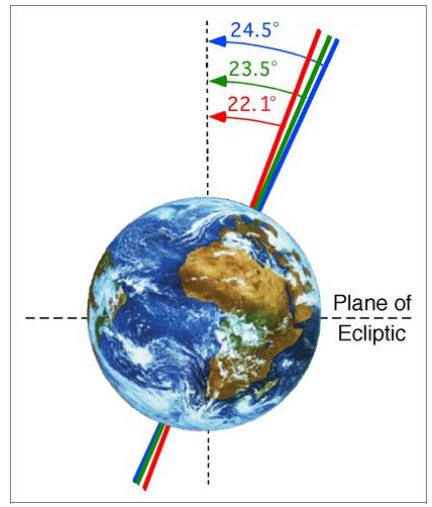
Dünya'nın yörüngesinin elips şekli Güneş Sistemi'ndeki öteki gezegenlerin, özellikle de iki dev gezegen Jüpiter ve Satürn'ün kütleçekim kuvvetlerinden etkilenir. Elipsin basıklığı 100.000 yıllık bir periyotla değişir. Aslında değişken olan yalnızca Dünya'nın yörüngesi değildir; Dünya'nın eksen eğikliği de değişkendir. Dünya'nın ekseninde bugün 23,5° olan eğiklik 41.000 yıllık bir periyotta 22,1° ile 24,5° arasında salınır. Bunun yanında eksenin yönü de 26.000 yıllık bir periyotta yalpalar. İlk kez ünlü Sırp bilim insanı Milutin Milanković'in çalıştığı bu değişimler, onun adıyla **Milanković çevrimler**i olarak anılır. Bu çevrimlerin Dünya'nın ikliminde, buzul çağları gibi, uzun dönemli etkilerinin olduğu düşünülmektedir.

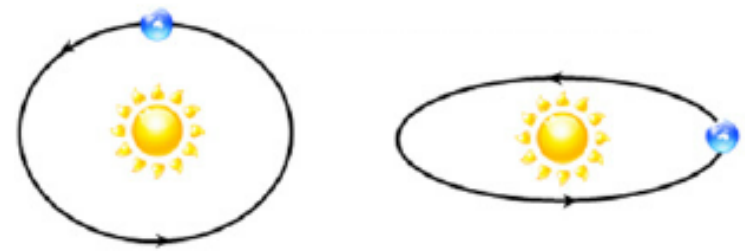








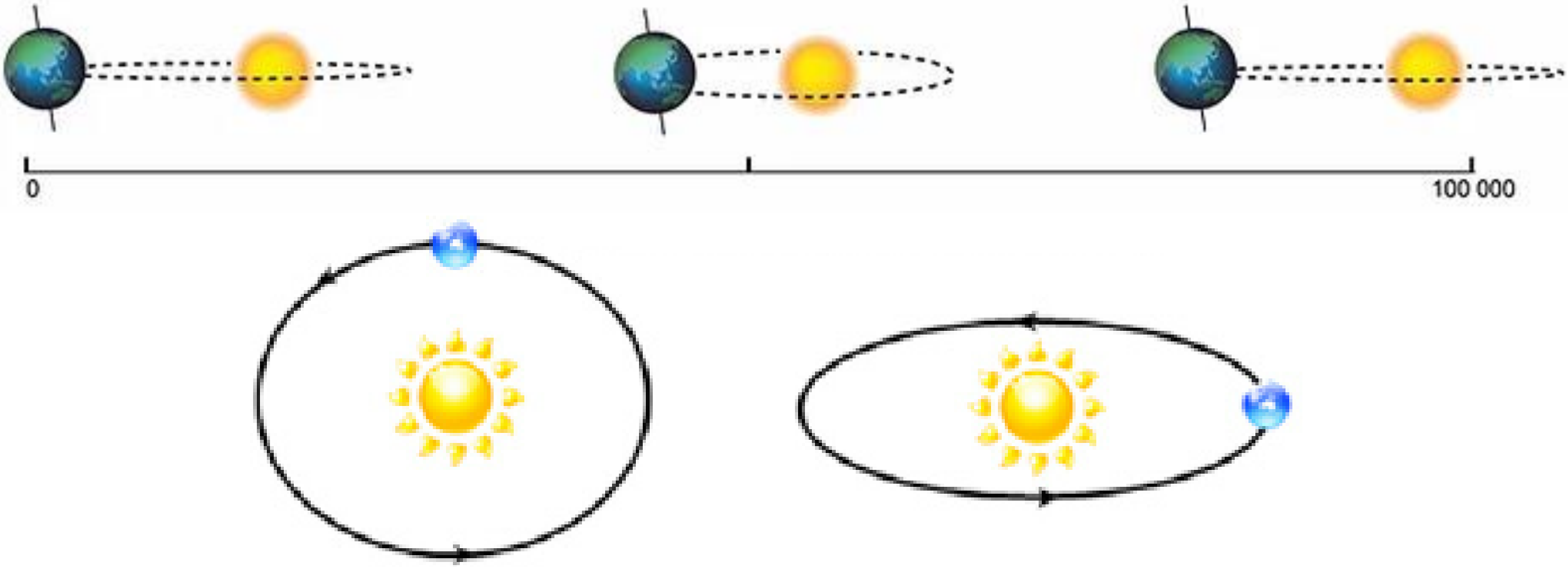




Milanković çevrimleri

Dünya'nın Güneş çevresindeki hareketi dev gezegenlerin çekim kuvvetlerinden etkilenerek periyodik bir değişim gösterir. Bununla birlikte ekseni de iki farklı şekilde periyodik olarak değişir. Bu çevrimleri jeofizikçi Milutin Milanković 1. Dünya Savaşı sırasında hesaplamıştır.

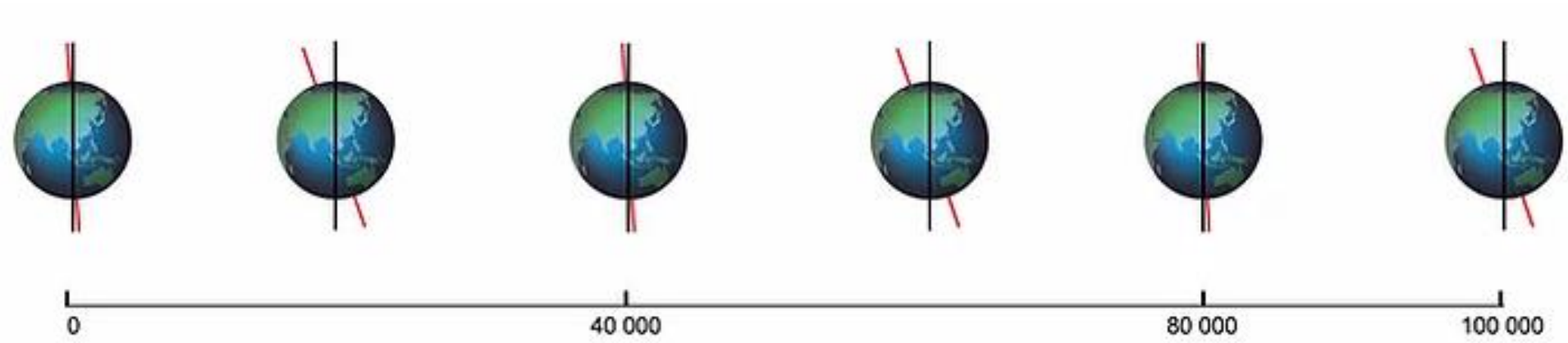
Dünya’nın yörüngesinin elipsliği yaklaşık 100.000 yıllık bir periyotla değişir.

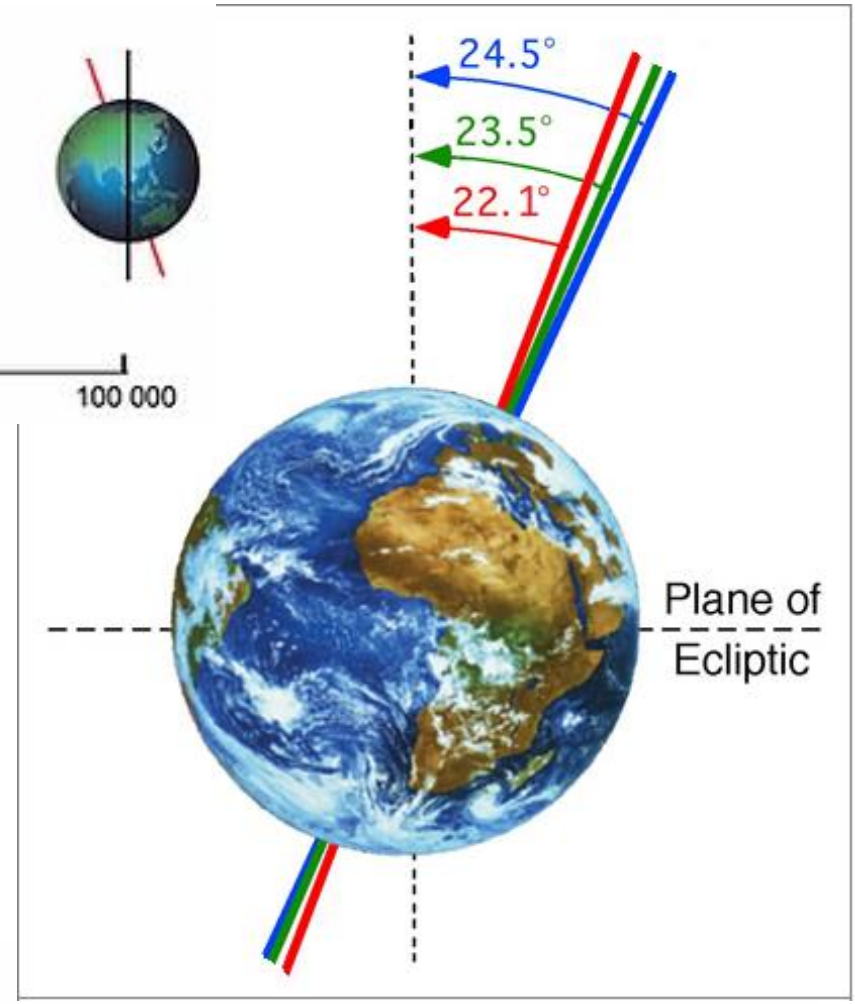


Milanković çevrimleri

Dünya’nın Güneş çevresindeki hareketi dev gezegenlerin çekim kuvvetlerinden etkilenerek periyodik bir değişim gösterir. Bununla birlikte ekseni de iki farklı şekilde periyodik olarak değişir. Bu çevrimleri jeofizikçi Milutin Milanković 1. Dünya Savaşı sırasında hesaplamıştır.

Dünya’nın ekseninin ekliptikle yaptığı açı 41.000 yıllık bir periyotla değişir.

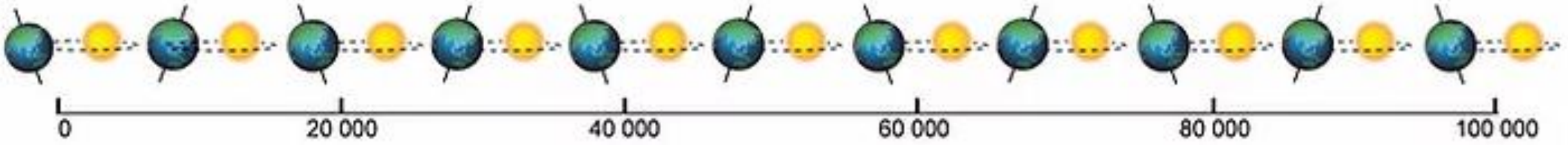


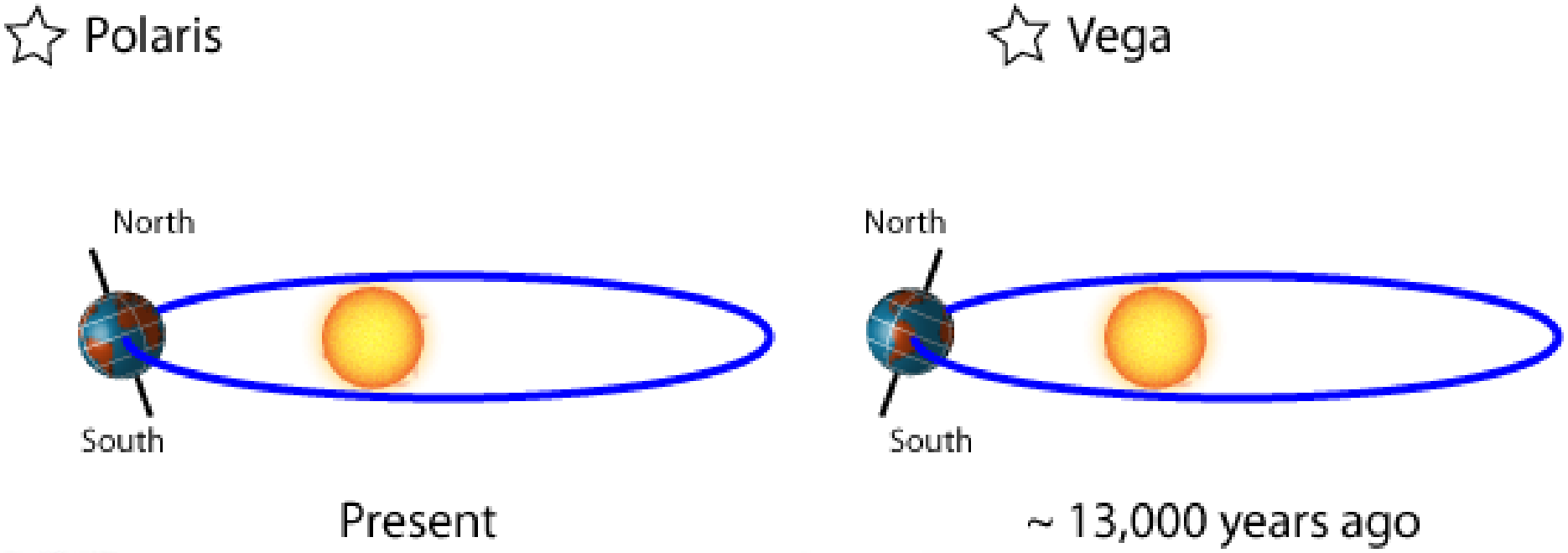


Milanković çevrimleri

Dünya’nın Güneş çevresindeki hareketi dev gezegenlerin çekim kuvvetlerinden etkilenerek periyodik bir değişim gösterir. Bununla birlikte ekseni de iki farklı şekilde periyodik olarak değişir. Bu çevrimleri jeofizikçi Milutin Milanković 1. Dünya Savaşı sırasında hesaplamıştır.

Dünya'nın ekseni yaklaşık 26.000 yıllık bir periyotla yalpalar.





Milanković çevrimleri

Dünya'nın Güneş çevresindeki hareketi dev gezegenlerin çekim kuvvetlerinden etkilenerek periyodik bir değişim gösterir. Bununla birlikte ekseni de iki farklı şekilde periyodik olarak değişir. Bu çevrimleri jeofizikçi Milutin Milanković 1. Dünya Savaşı sırasında hesaplamıştır.

Soru: Bir yıldızın ortalama koordinatları $\alpha_o = 7^h 11^m 28\overset{s}{.}431$, $\delta_o = -18^\circ 46' 38\overset{''}{.}27$ Besselin gün sayıları formüldeki sırasıyla

$$0\overset{''}{.}18 \quad 0\overset{''}{.}35 \quad 0\overset{''}{.}80 \quad -0\overset{''}{.}23 \quad 0\overset{''}{.}06$$

ve

$$a = 0.81 \quad b = 0.36 \quad c = 0.48 \quad d = 0.04$$

$$a' = 0.15 \quad b' = -0.21 \quad e' = 0.67 \quad d' = 0.10$$

olarak verildiğine göre yıldızın görünen koordinatlarını ve presesyonunun yıldızın rektesansyon ve deklinasyona etkilerini hesaplayınız. (12.2.1973 Astrometri Sınavı)

Milyonlarca tür canlının, yüzlerce çeşit mineralin, suyun, buzun, su buharının, atmosferdeki değişik gazların bulunduğu gezegenimizin yüzeyi gerçekten de madde çeşitliliği açısından çok zengindir. Ne var ki aynı durum yüzeyin 30-40 km altından aşağılarda, yani gezegenin yüzde 99'luk bölümünde, hiç de öyle değildir. Orada yalnızca sıcak, yoğun kayalar, mineraller ve metal karışımları vardır. Dünya, tıpkı bütün karasal gezegenlerde olduğu gibi, üç temel katmandan oluşmuştur: Çekirdek, manto ve kabuk. Bu katmanların içerikleri ve yapıları farklıdır; yoğunluk, sıcaklık ve basınç merkeze inildikçe artar. Çekirdek ve manto hakkındaki bilgilerimiz sismik dalgalar, manyetik alan çalışmaları ve laboratuvar deneyleri gibi dolaylı araştırma ve incelemelere dayanır. Çünkü üst manto dışında bu katmanlardan doğrudan kaya örneği elde edilemez.

Dünya'nın merkezinde 6900 km çaplı çekirdek bulunur. Çekirdek demir ile nikelden oluşmuştur; ama yüzde 8-12 kadar başka elementler de içerir. İki farklı bölümü vardır: dış çekirdek ve iç çekirdek. Dışta kalan 2250 km kalınlığındaki erimiş, metal tabaka (dış çekirdek), katı olduğu düşünülen 2400 km çaplı bir küreyi (iç çekirdek) sarar. Dış çekirdeğin yoğunluğu 10 g/cm^3'tür. Sıcaklığı mantoya yakın bölgelerde 3500°C kadarken iç çekirdeğe yakın bölgelerde 4000°C dolayındadır. İç çekirdeğin yoğunluğuysa 12 g/cm^3'tür. Sıcaklığı da dış çekirdeğe yakın bölgelerde 4000°C dolayında, merkeze yakın bölgelerde de 4700°C kadardır. Çekirdeğin hâlâ bu denli sıcak olmasının temel nedeni, içerdiği potasyum-40, uranyum-238, uranyum-235 ve toryum-232 gibi radyoaktif izotopların bozunması sırasında ortaya çıkan ısıdır. Bunun yanında Dünya'nın oluşumundan kalan bir ısı da vardır.

Plaka tektoniği etkinliklerinin kaynağı çekirdeğin bu ısısıdır. Dış çekirdekte elektriksel olarak iletken, sıvı haldeki demir ve nikelin hareketinin (oluşturduğu akımların) Dünya'nın dönüşüyle birlikte Dünya'nın manyetik alanını meydana getirdiği düşünülmektedir.

Çekirdeğin üstünde manto yer alır. Bu katman yoğunluğu 5,5 g/cm^3 olan yaklaşık 2990 km kalınlığındaki alt manto ve yoğunluğu 3,5 g/cm^3 olan ve kalınlığı 5-70 km arasında değişen üst manto diye iki kısımdan oluşur. Mantonun büyük bölümü demir ve magnezyum açısından zengin, yoğun kayadır. Bu katman, çarpmaların etkisiyle kırılabilir; ama basınç ve yüksek sıcaklık altında da akışkan özellik gösterir. Örneğin yıl ölçeğinde katı bir cisim gibi davranan manto, milyonlarca yıl içinde sıvı gibi davranır ve çok kıvamlı bir akışkan olarak akar. Her yıl 4-5 cm ilerler. Yerkabuğuyla mantonun en alt bölgesi arasındaki büyük sıcaklık farkı, yüksek basıncın da etkisindeki mantoda milyonlarca yıl süren konveksiyon akımlarının oluşmasına ve böylece ısı iletimine yol açar. Bu süreçte, tıpkı sıvılarda olduğu gibi, sıcak madde yükselir, soğuyan (daha ağır) madde de çöker. Litosferi oluşturan plakaların hareketinin de temelinde bu ısı iletimi yatar.

Mantonun en üst kısmıyla yerkabuğuna birlikte litosfer denir. Litosfer tek bir bütün halinde değildir. Kırılmıştır ve kırık parçalara plaka adı verilir. Yerkabuğu on milyonlarca kilometrekare büyüklüğündeki yedi büyük ve çok sayıda küçük plakadan oluşur. Bunların en büyüğü olan Pasifik plakası 108 milyon kilometrekare genişliğindedir. Plakalar, altlarındaki mantonun yarı erimiş haldeki bölgesinin üstünde "yüzer"ler. Plakaların çoğunun üzerinde hem okyanus tabanlarının bir bölümü, hem de bazı kıtaların bir bölümü yer alır. Bazılarının üstünde de yalnızca okyanus tabanlarının bir bölümü bulunur. Kısacası okyanus tabanlarını ve kıtaları (karaları ve denizleri) bu plakalar taşır. Okyanus sırtları, yüksek sıradağlar ve yanardağlar gibi birçok yeryüzü şekli, aslında plakaların sınırları boyunca gerçekleşen bazı süreçlerin sonucunda oluşmuştur ve hâlâ da oluşmaktadır.

Günümüzde plakalardan bazıları birbirleriyle çarpışır, bazılarıysa birbirlerinden uzaklaşır ve bazı plakalar da birbirine sürtünür. Ama bunlar yılda ancak birkaç santimetreyi bulan aşırı yavaş hareketlerdir. Plakaların birbirinden uzaklaşmasının sonucunda, okyanus ortası sırtları meydana gelir ya da kıtalar ayrılır (parçalanır). 40.000 km'yi bulan ve Atlas Okyanusu'ndan başlayıp Hint Okyanusu'na kadar uzayan okyanus ortası sırtı ile Doğu Afrika Yarık Vadisi böylesi bir hareketin sonucunda oluşmuştur. Bazı plakalar da derin deniz hendeklerinde ya da dağ sıralarında birbirlerine yaklaşır ya da çarpışırlar (biri ötekinin altına girer). Himalaya dağ sistemi ve Tibet platosu, Hindistan Plakasının Avrasya Plakasına çarpmasıyla ve altına girmesiyle oluşmuştur.

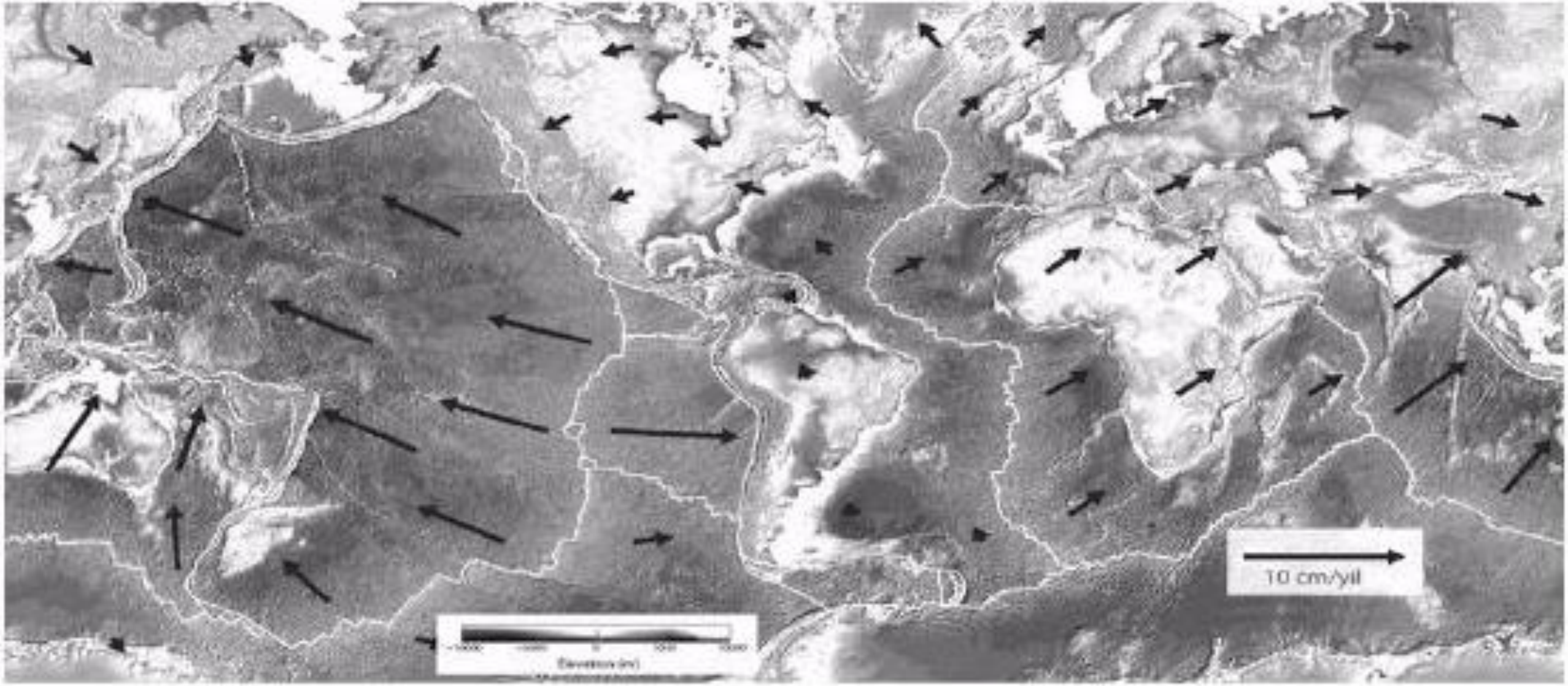
Gerçekte plakaların bu hareketleri durmuş değil, hâlâ sürüyor: Atlas Okyanusu her yıl 2,5 cm kadar genişliyor, Afrika Yarık Vadisi giderek açılıyor ve Himalayalar da her yıl 5 mm kadar yükseliyor. Bu hareket belki çok az gibi görünür, ama on milyonlarca yıl içinde, yüzlerce kilometrelik bir ilerlemeye karşılık gelir.

200 milyon yıl önce yeryüzünde tek bir süper kıta vardı; Dünya'daki bütün karalar Pangea adlı bir kıtada birleşik durumdaydı. Daha sonra Pangea, plaka hareketleri yüzünden parçalandı. Zamanla kıtalar bugünkü konumlarına geldi. Dünya haritasına ilk bakışta bile aralarında 5000 km bulunan Güney Amerika ile Afrika'nın birbirlerine bakan kıyılarının bir yap-bozun iki parçası gibi birbirini tamamladığı fark edilir. Her iki kıtanın kıyı bölgelerinde de aynı tip kaya yapısı vardır; aynı bitki ve hayvan fosilleri bulunmuştur. Bu iki kıtanın birbirinden ayrılması hâlâ (her yıl birkaç santimetre) sürmektedir.

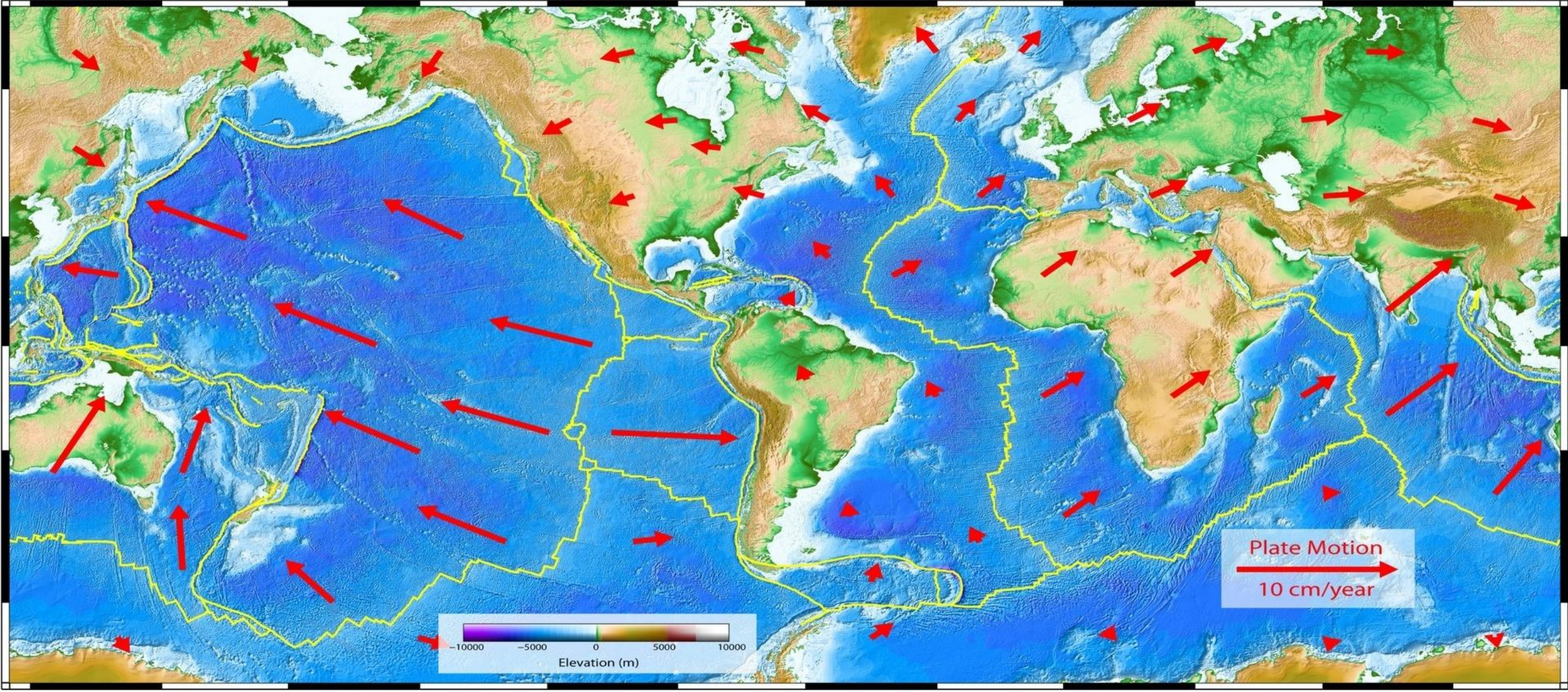
Plakaların birbirleriyle olan yavaş ama şiddetli etkileşimi, yerkabuğunu sürekli yok eder ve yeniden üretir. Dağların oluşumu, depremler ve volkanik etkinlikler, hep bu plakaların hareketleri nedeniyle olur. Dünya'nın en tehlikeli deprem bölgeleri ve en etkin yanardağları hep bu plakaların sınırlarında yer alır. Dünya'nın bu oldukça etkin tektonik yapısı, yani jeolojik açıdan canlı oluşu Güneş Sistemi'nde tektir.

Yerkabuğu ince ve katı bir katmandır. Bazıları yaklaşık 3,96 milyar yaşında olan değişik kayalardan oluşur. Kayaların hem içerdiği mineraller hem de oluşum süreçleri (plaka hareketleri, yanardağ patlamaları, tabakalaşma ve tortulların sıkıştırması, canlılarla ve atmosferle etkileşim) farklıdır. Ama yine de büyük bölümü silisyumdioksit açısından zengindir. Yerkabuğu ortalama 35 km kalınlıktadır. Bu kalınlık okyanusların altında incelirken, kıtaların olduğu bölgelerde kalınlaşır. Okyanusların altında 0-11 km arasında, yüksek dağların olduğu bölgelerde de 0-70 km arasında değişir. Yerkabuğu granit ve bazalt gibi hafif kayalardan oluşmuştur. Hafif ve daha az yoğun granit kayalar kıtaları, daha ağır ve daha yoğun bazalt kayalar da okyanus tabanlarını oluşturmuştur. Yerkabuğunun üst kısmı bazı bölgelerde atmosferle, bazı bölgelerde hidrosferle (sularla) ve her bölgesinde de biyosferle (canlılarla) sürekli etkileşim halindedir.

Dünya’yı öteki gezegenlerden ayıran özelliklerinden biri de, gerek atmosfer olayları ve iklim değişimi nedeniyle, gerekse gezegenin içindeki bazı kuvvetlerin etkisi sonucunda yüzey şekillerinin yavaş yavaş, ama sürekli olarak değişmesidir. Hava durumu ve iklim değişikleri nedeniyle kayalar aşınır, çöller büyür-küçülür, ırmak yatakları değişir, buzullar erir, deniz düzeyleri alçalır-yükselir, karaların alanı daralır-genişler, kıyılar aşınır vs. Bunlar onlarca yıl ile yüzlerce yıl gibi görece kısa sürede gerçekleşen değişimlerdir. Bir de tektonik etkinlikler nedeniyle çok daha uzun zaman dilimlerinde, milyonlarca yılda gerçekleşen büyük değişimler vardır: Kıtaların kayması ve şekil değiştirmesi, yeni dağların ve okyanusların oluşması vs. Yeryüzündeki canlılar da hem yeryüzü şekillerinin hem de doğal koşulların değişimlerine göre uyarlanır, evrim geçirir.



Plakalar sabit değildir; her yıl değişik yönlerde birkaç santimetre ilerler.



Plakalar sabit değildir; her yıl değişik yönlerde birkaç santimetre ilerler.

225 milyon yıl önce (myö)

135 (myö)

Laurasia

Laurasia

Pangaea

Gondwana

Gondwana

Laurasia

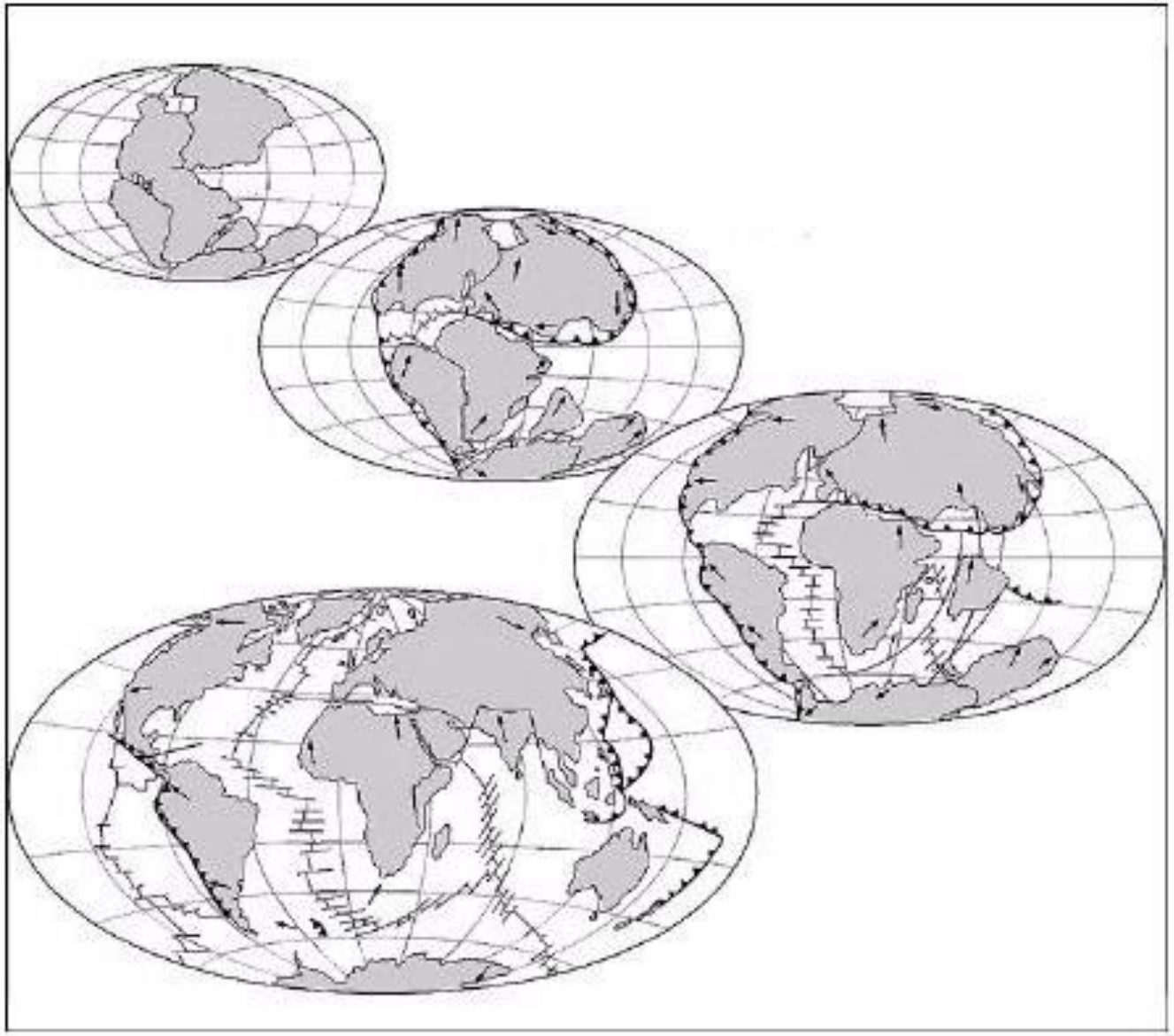
65 (myö)

Günümüz

Tetis Okyanusu

K. Amerika

G. Amerika



Amerika Plakası

Antartika Plakası

Pasifik Plakası

Pasifik Plakası

Hint-Avustralya Plakası

Afrika Plakası

Avrupa

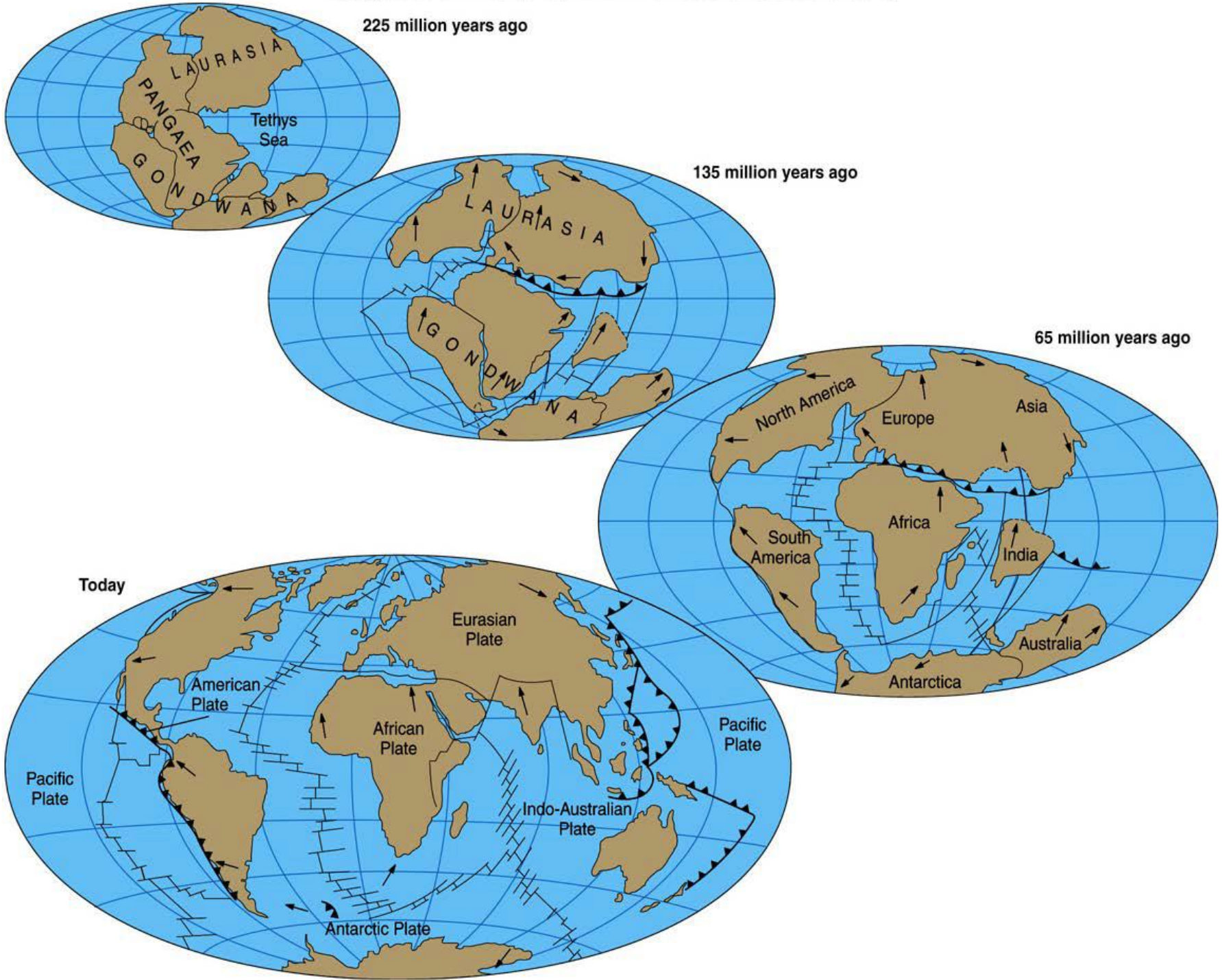
Afrika

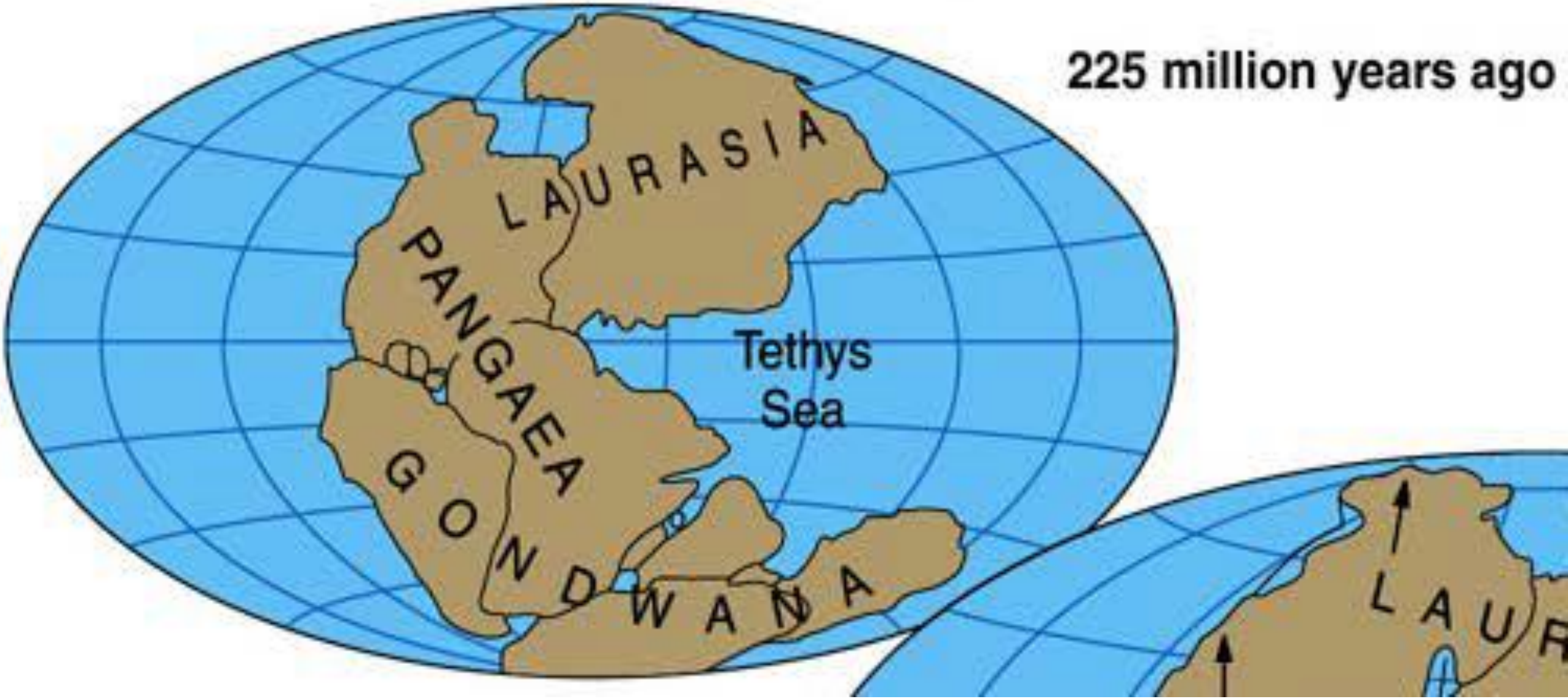
Hindistan

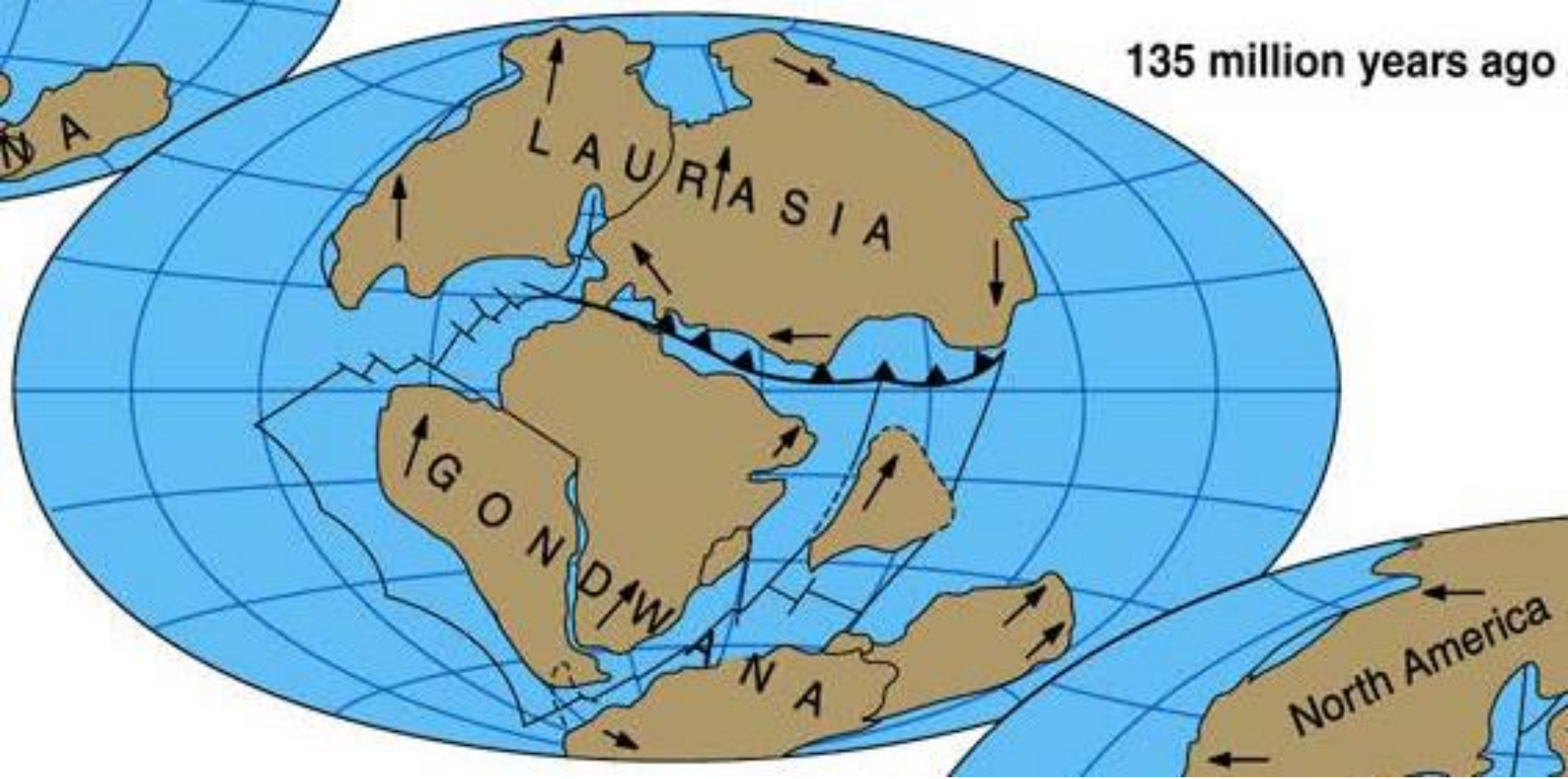
Avustralya

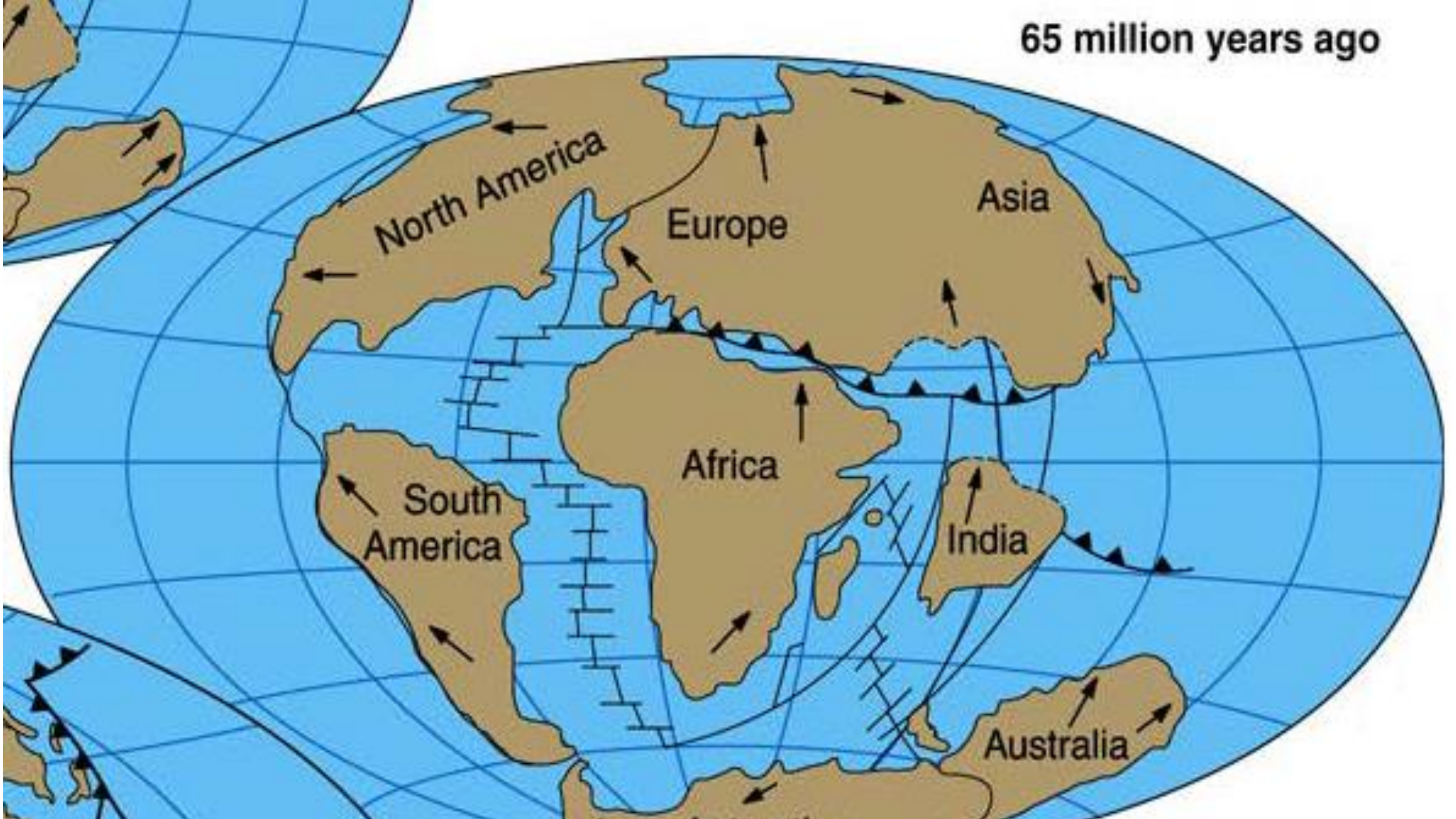
Antartika

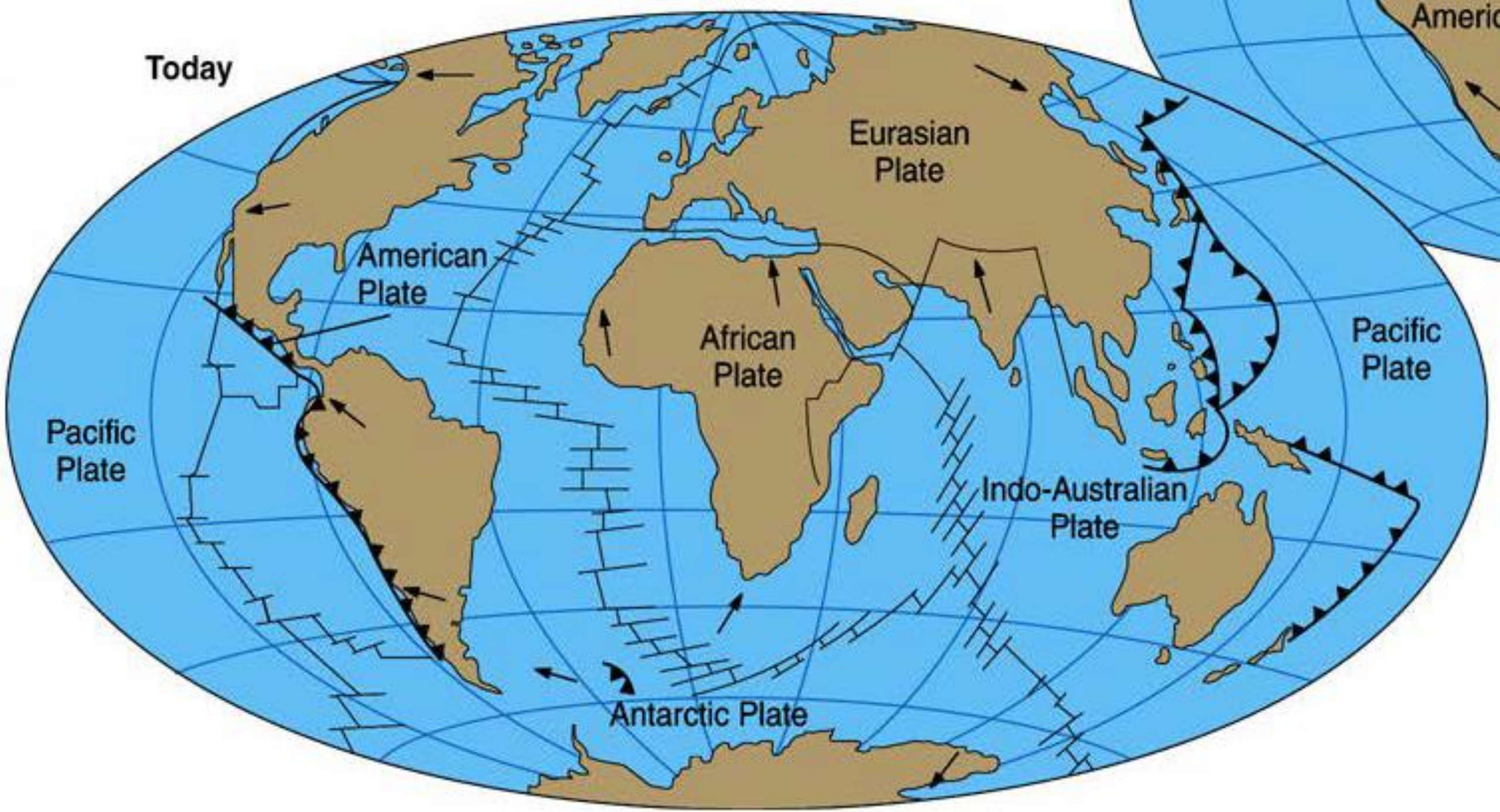
Asya


225 million years ago
LAURASIA
PANGAEA
GONDWANA
Tethys Sea
135 million years ago
LAURASIA
GONDWANA
65 million years ago
North America
Europe
Asia
Africa
South America
India
Australia
Antarctica
Today
Eurasian Plate
American Plate
African Plate
Pacific Plate
Pacific Plate
Indo-Australian Plate
Antarctic Plate


225 million years ago
LAURASIA
PANGAEA
GONDWANA
Tethys
Sea
LAUR


135 million years ago
LAURASIA
GONDWANA
North America

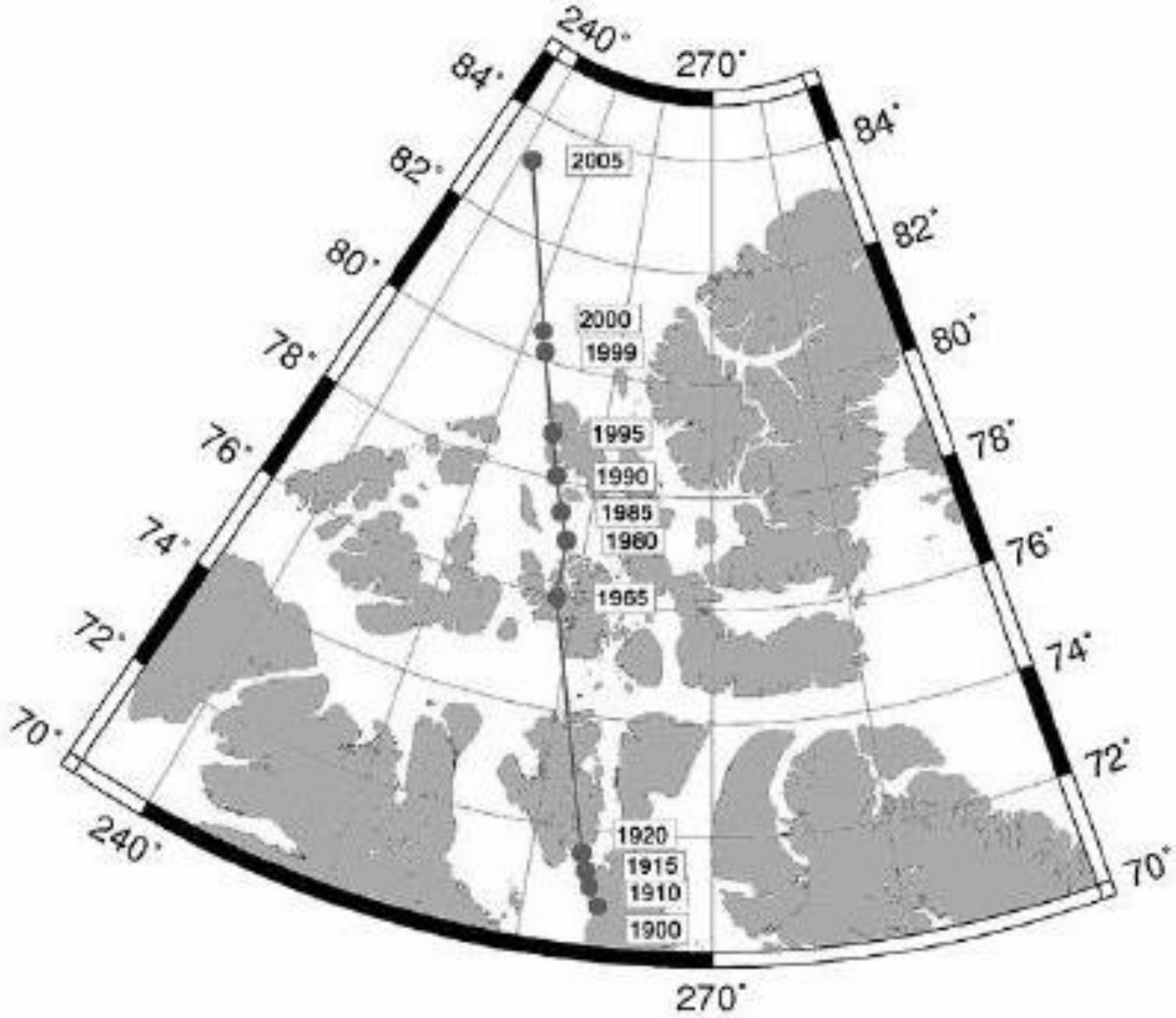

65 million years ago
North America
Europe
Asia
Africa
South America
India
Australia


Today
Eurasian Plate
American Plate
African Plate
Pacific Plate
Pacific Plate
Indo-Australian Plate
Antarctic Plate

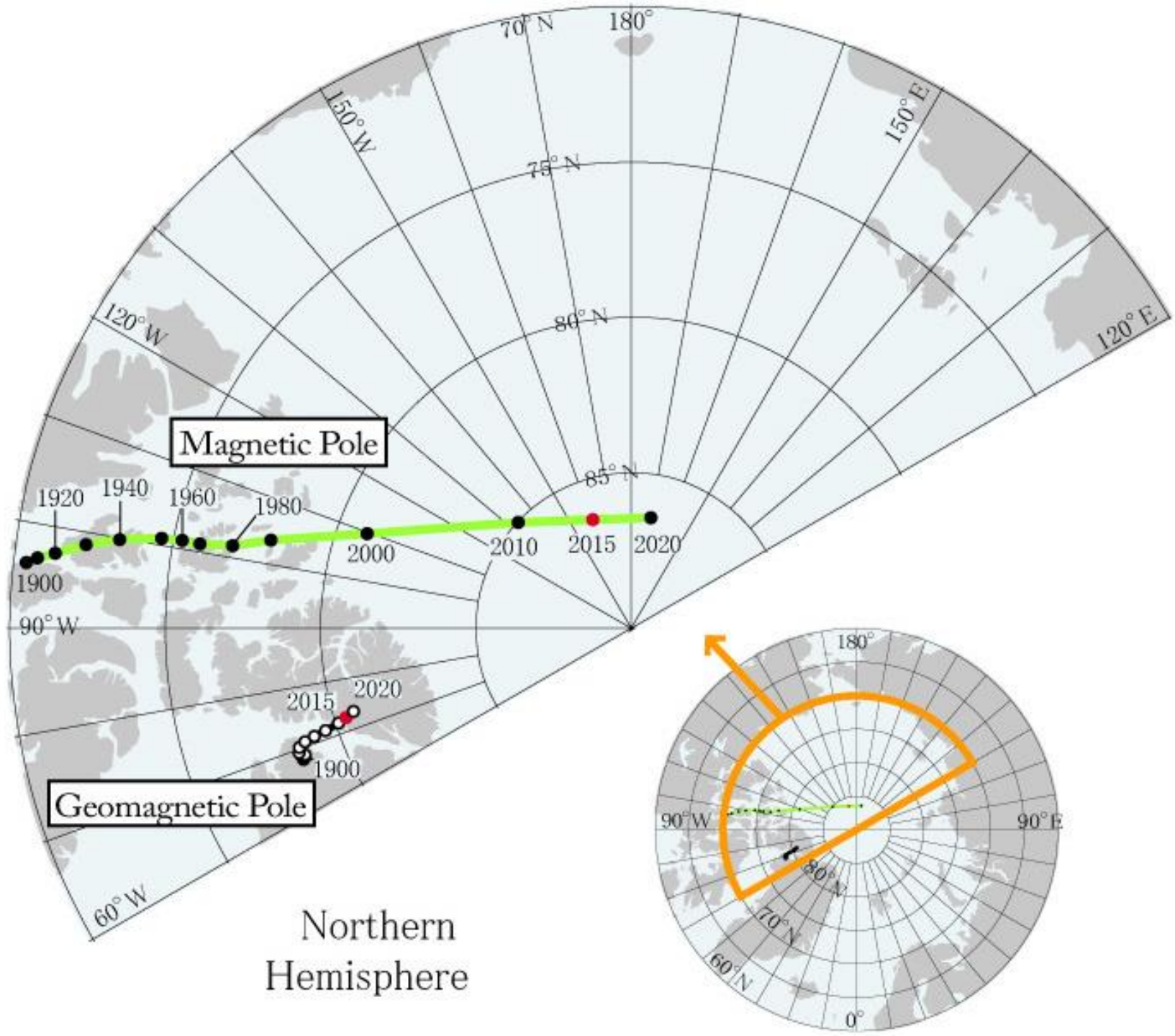
Dünya’nın yaklaşık 3,5 milyar yıldır, güçlü bir manyetik alanı vardır. Bu manyetik alan sanki Dünya’nın içinde, ekseni boyunca uzanmış dev bir çubuk mıknatısın oluşturduğu manyetik alan gibi davranır. Pusulalar bu nedenle kuzey-güney doğrultusunu gösterir. Dünya’nın manyetik alan çizgileri kuzey ve güney manyetik kutuplardan çıkar. Dünya’nın içindeki dış çekirdekte sıvı haldeki demir ve nikelin hareketi kaotik bir yapıda olduğundan, Dünya’nın manyetik kutupları da gerçekte sabit değildir, sürekli hareket halindedir, yer değiştirir. Bir başka deyişle coğrafi kutuplarla çakışmazlar. Şu anda coğrafi kutuplar ile manyetik kutupların arasında 11°lik bir açı vardır.

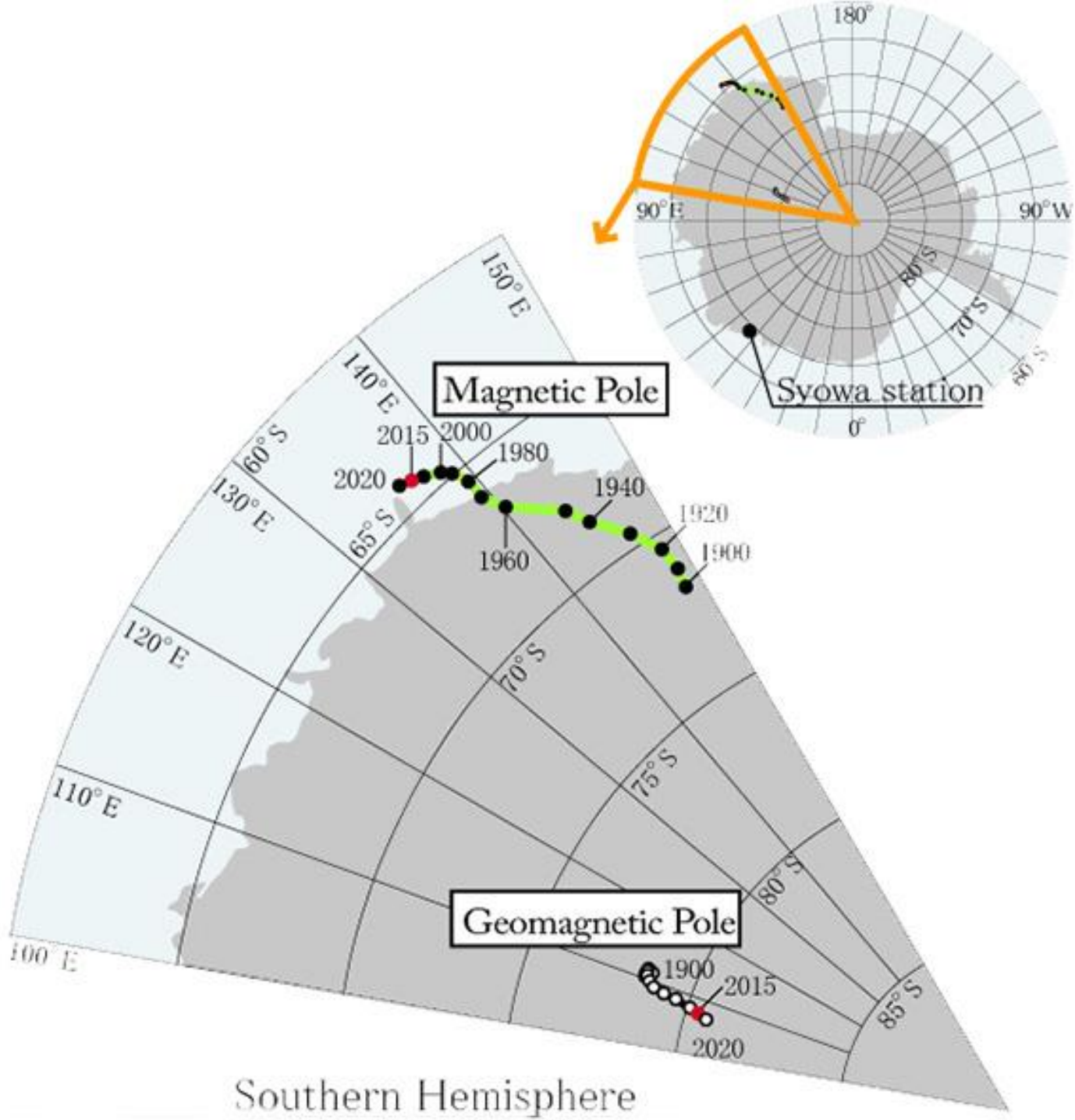
Dünya’nın manyetik alanı Dünya için koruyucu bir kalkan görevi görür. Güneş rüzgârı şeklinde Dünya’ya doğru gelen yüksek hızlı ve elektriksel olarak yüklü parçacıkların Dünya’ya çarpmasını engeller. Bu parçacıkların küçük bir bölümü manyetik kutuplardan içeri girer ve yerden yaklaşık 80 km yukarıda (genellikle de 65°-72° enlemleri arasında) atmosferdeki azot ve oksijen atomlarıyla çarpışır. Bu çarpışmalar da gökyüzünde aurora denen renkli ışıkların oluşmasına yol açar.

Volkanik etkinlikler sonucunda, yeryüzünde oluşan kayaların içerdiği demir atomları lavın soğuyup katılaşması sırasında, Dünya'nın o anki manyetik alanı doğrultusunda, tıpkı birer minik pusula gibi konumlanır. Yerkabuğundaki volkanik kaya tabakaları üzerinde yapılan manyetik çalışmalar, Dünya'nın manyetik kutuplarının, 5 binyıl ila 50 milyon yıl arasında değişen aralıklarla yer değiştirdiğini ortaya koymuştur. Bir başka deyişle manyetik kuzey bazen 5000 yıl gibi jeolojik açıdan çok kısa bir süre içinde manyetik güney olmuş ve bir sonraki değişime kadar da öyle kalmıştır. Bu değişimlerin bir düzeni ya da dönemselliği yoktur. Böylesi en son değişim 740.000 yıl kadar önce gerçekleşmiştir. Değişimler sırasında manyetik alanın gücü önce sıfırlanır ve sonra da ters yönde artar. Bu dönemlerde Dünya'nın, güneş rüzgârına karşı savunmasız kaldığı düşünülüyor. Güneş rüzgârının yüksek enerjili parçacıkları, canlıların genetik yapısını değiştirebilecek güçtedir. Ama yapılan araştırmalarda manyetik kutupların yer değiştirdiği dönemlerle yeryüzündeki evrim arasında bir ilişki henüz kurulamamıştır. İçinde bulunduğumuz dönemde kutupların yer değiştirme sürecine girdiği düşünülüyor. On yılda bir manyetik alan şiddetinin yüzde 1 kadar azaldığı saptanmış; manyetik kutupların ilerleyişi de hızlanmış durumda. Bu sürecin -eğer başladıysa- birkaç binyıl gibi kozmolojik açıdan çok kısa bir sürede gerçekleşeceği tahmin ediliyor.



Dünya'nın manyetik alanı sürekli hareket halindedir. 2005'te Kanada'nın kuzeyindeki Ellesmere Adası dolaylarından (82,7°K 114,4°B) yılda 55-60 km'lik bir hızla Rusya'ya doğru ilerliyordu.


70° N
180°
150° W
150° E
75° N
120° W
120° E
80° N
85° N
Magnetic Pole
1920
1940
1960
1980
2000
2010
2015
2020
1900
90° W
2015
2020
1900
Geomagnetic Pole
60° W
Northern
Hemisphere
180°
90° W
90° E
80° N
70° N
60° N
0°


180°
90° E
90° W
0°
80° S
70° S
80° S
Syowa station
Magnetic Pole
2015
2000
1980
2020
1940
1920
1900
1960
150° E
140° E
60° S
130° E
65° S
120° E
70° S
110° E
75° S
80° S
100° E
Geomagnetic Pole
1900
2015
2020
85° S
Southern Hemisphere

Dünya, yüzlerce kilometre kalınlıkta ve yerden uzaklaştıkça yoğunluğu hızla azalan bir gaz tabakasıyla kuşatılmıştır. Bu tabakaya atmosfer denir. Atmosferdeki gazların bir bölümü çok eskiden olmuş volkanik etkinlikler sırasında yeraltından çıkan gazlardır. Oksijen gibi bazıları da canlılar tarafından sonradan üretilmiştir.

Güçlü yerçekimi, atmosferi oluşturan gazların uzaya kaçmasını engeller. Oksijenin bulunduğu günümüz atmosferi, Dünya'nın bir başka koruyucu kalkanıdır. Güneş'ten gelen ve yaşam için tehlikeli morötesi ışınları soğurur, sera etkisiyle yeryüzünü belli bir sıcaklıkta tutar ve gündüz ile gece arasındaki sıcaklık farkını azaltır.

Yerçekimi nedeniyle atmosferin yeryüzüne yakın bölümleri yoğundur. Yükseklik arttıkça atmosferin yoğunluğu hızla azalır. Yükseklikle birlikte sıcaklık değişir ve basınçta belirgin bir düşüş olur. Atmosfer gerçekte hem bileşim hem de yoğunluk ve sıcaklık gibi özellikler açısından farklı katmanlardan oluşur. Ancak katmanlar arasında belirgin sınırlar yoktur.

En altta troposfer bulunur. Troposfer, kutuplarda 8 km, ekvatorda 16 km kalınlığındadır. Bütün atmosferin kütlesinin %75'ini içerir. Hava dediğimiz gaz karışımı (%78.09 azot, %20.95 oksijen ve %0.93 argon, %0.039 karbondioksit ve çok az miktarda da öteki gazlar) yalnızca troposferde bulunur. Öteki katmanların bileşimleri farklıdır. Troposferin en yüksek kesimlerinde sıcaklık -52 °C'ye kadar düşer. Hava durumu dediğimiz ve sürekli değişen sıcaklık, hava akımları (rüzgar), nem ve yağışlar da, yalnızca troposferde olur. Yeryüzünde atmosferin ortalama sıcaklığı 14-15 °C'dir.

Troposferin üstünde sırasıyla stratosfer, mezosfer ve termosfer katmanları bulunur.

Stratosfer, troposferden 50 km'ye kadar olan katmandır. Güneş'ten gelen morötesi ışınları soğuran ozon tabakası burada yer alır. En yüksek kesimlerde sıcaklık -3 °C'ye kadar yükselir ve basınç da deniz düzeyindeki basıncın anda binde biri kadardır.

(Troposferin üstünde sırasıyla stratosfer, mezosfer ve termosfer katmanları bulunur.)

Stratosferden başlayıp 80 km'ye kadar olan katman mezosferdir. Burada sıcaklık -93 °C'ye kadar düşer. Su buharı donmuş halde bulunur ve buz bulutlarını oluşturur. Buz bulutları genellikle 50-70 derece enlemlerinde arasında, yaz aylarında ve alacakaranlıktan sonra gökyüzünde beyaz olarak görülür; ufkun altından gelen güneş ışınlarını yansıtırlar. Bu nedenle bunlara "gece parlayan" bulutlar denir. Dünya'ya gelen minik göktaşlarının büyük bölümü mezosferde yanar ve meteor oluşturur. Bu katmanda ayrıca "cin" adı verilen bir tür şimşek de görülür.

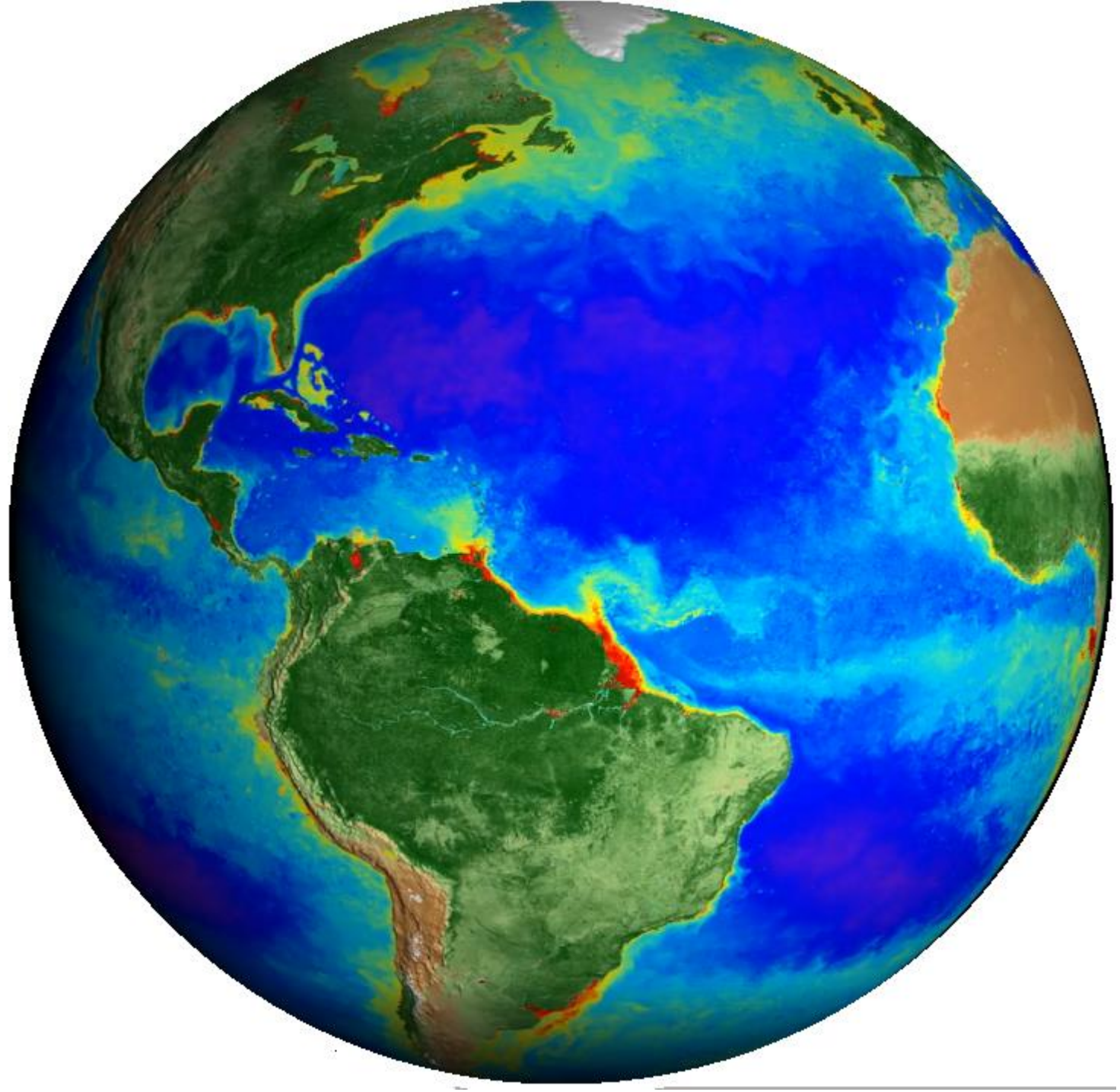
(Troposferin üstünde sırasıyla stratosfer, mezosfer ve termosfer katmanları bulunur.)

Son katman olan termosfer deniz yüzeyinden 600 km yukarıya kadar uzanır. Yoğunluğu çok düşüktür. Sıcaklık alt kesimlerinde aniden yükselir; üst kesimlerde ise sıcaklık artışı aşamalı olur ve 1700 °C'ye kadar çıkar. Uluslararası Uzay İstasyonu'nun yörüngesi termosferde, 320 km ile 380 km arasında yer alır.

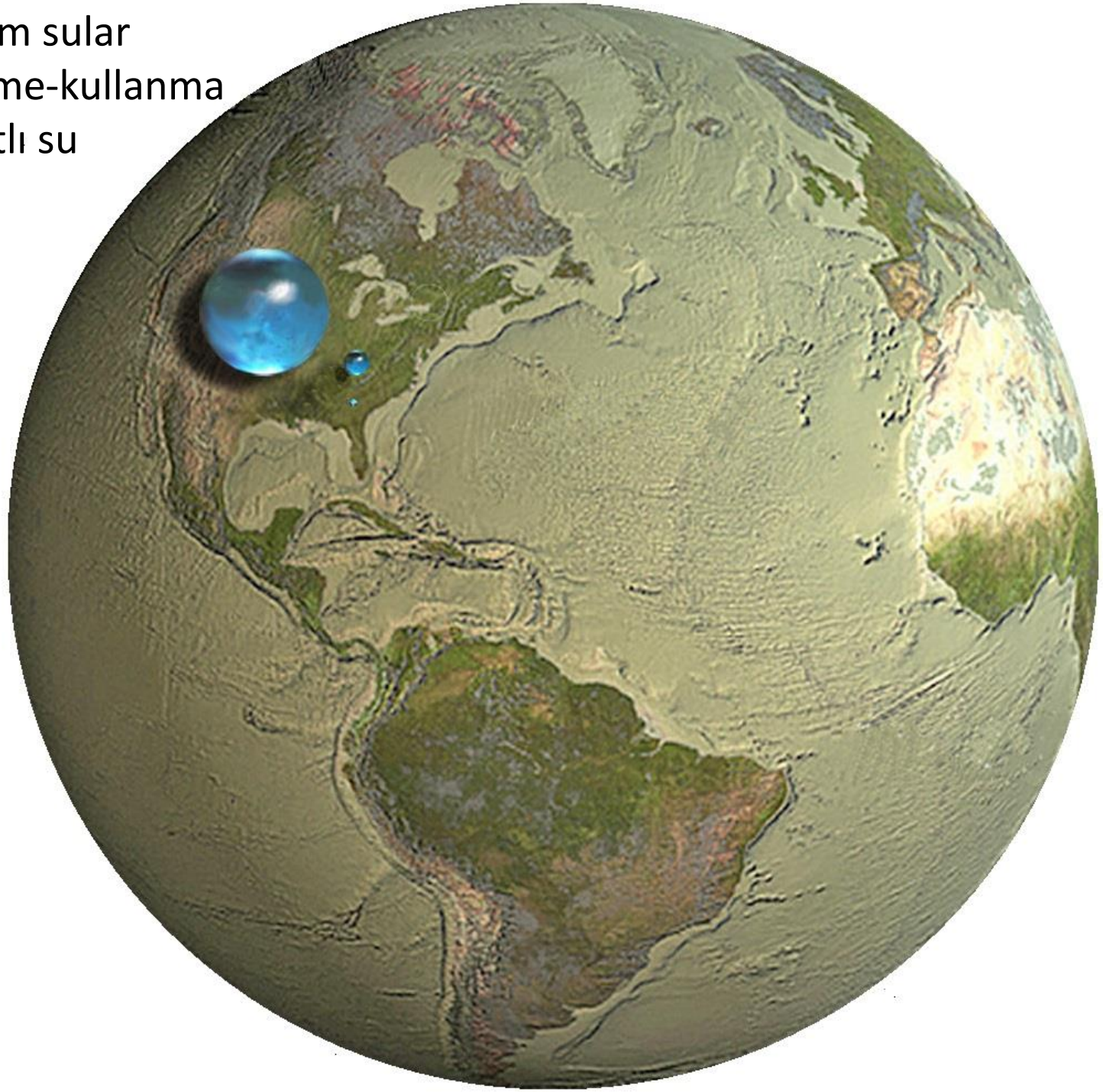
Dünya ilk atmosferini Ay'ın oluşumuna yol açan büyük çarpışma sırasında yitirmiştir. Sonra oluşan ikinci atmosfer de zaman içinde büyük oranda değişmiştir. İkinci atmosfer bugünkünden çok daha fazla karbondioksit ve metan içeriyordu. Bu gazların ikisi de kızılötesi ışınları soğurduklarından etkili sera gazlarıdır. Bunların atmosferdeki varlıkları Güneş'in yüzde 30 daha az parlak olduğu o dönemde Dünya'nın sıcak kalmasını sağlamıştır. Yaşamın ortaya çıkmasıyla birlikte, atmosferin yapısı da değişmeye başlamıştır. Klorofil taşıyan mikroorganizmaların yaklaşık iki milyar yıl kadar önce atık olarak sürekli oksijen salmaları atmosferdeki oksijen oranını giderek yükseltmiştir. Oksijen sayesinde ozon (O3) tabakası oluşmuş, bunun sonucunda canlılar için öldürücü morötesi ışınların yeryüzüne erişimi engellenmiş ve bu sayede yaşam da denizlerden karalara sıçrayabilmiştir.

Dünya'nın en belirgin özelliği yüzeyinde sıvı halde su bulunmasıdır. Yüzey alanı 510.000.000 km^2'dir. Bu alanın yüzde 71'i ortalama derinliği 3,8 km olan suyla (yaklaşık 1,3 milyar km^2) kaplıdır. Dünya'daki bütün suyun yüzde 97,5'i okyanuslarda, yüzde 1,7'si kutuplarda ve buzullarda, yaklaşık yüzde 0,75'i de yeraltında bulunur. Geri kalan bölümü de (yüzde 0,4 kadarı) ırmaklarda, göllerde ve atmosferdedir. Su, yeryüzünde üç halde de bulunur: katı, sıvı ve gaz.

Okyanuslardaki suyun önemli işlevlerinden biri gezegenin sıcaklığını kararlı tutmasıdır. Ama kuşkusuz en önemli işlevi, yaşamın ortaya çıkıp gelişmesi için uygun bir ortam sağlamış olmasıdır.



çapı 1385 km: tüm sular
çapı 272.8 km: içme-kullanma
çapı 56.2 km: tatlı su



Su aslında Güneş Sistemi'nde oldukça bol, ama genellikle buz halinde bulunur. Yüzeyinde sıvı olarak bulunduğu tek gezegen Dünya'dır. Bu durum Dünya'nın Güneş'ten "uygun" bir uzaklıkta bulunmasından kaynaklanır. Yeryüzü, suyun sıvı kalacağı kadar sıcaktır. Kuşkusuz bunda kalın atmosferimizin de rolü vardır. Atmosfer, yeryüzündeki sıcaklığı düzenleyen bir battaniye gibi davranır. Ayrıca uyguladığı basınçla suyun buharlaşmasını da belli ölçüde engeller.

Yeryüzündeki en yaşlı tortul kayalar –ki bunlar suyun bulunduğu bir süreçte oluşurlar– 3,9 milyar yaşındadır. Buradan da sıvı suyun o tarihten beri yeryüzünde olduğunu çıkartıyoruz. Ama bunun da ötesinde 4,4 milyar yıllık zirkon denen zirkonyumsilikat kristalleri bulunmuştur. Bunların yapısındaki oksijen izotopları o dönemde bile sıvı suyun bulunduğunu göstermektedir.

Yeryüzündeki suyun büyükçe bir bölümünün uzaydan geldiği düşünülüyor. Buz içeren dev göktaşları oluşum dönemindeki Dünya'ya ve öteki gezegenlere de çarptıkça, içerdikleri suyu da boşaltıyorlardı. Kuşkusuz kimse bu göktaşlarının o dönemde ne kadar su getirdiğini bilemez. En yaygın göktaşı tipi olan kondritler ortalama yüzde 0,1 oranında su içerir.

4,5 milyar yıl önce ile 3,8 milyar yıl önce arasındaki ağır bombardıman evresinde Dünya'ya çarpan dev göktaşlarının bugün okyanusları oluşturan sudan daha çok su getirdiği tahmin ediliyor. Ama bu göktaşlarının geldiği yer pek bilinmiyor. Genel kanı onların Asteroit Kuşağı'ndan gelmiş oldukları yönünde. Buradan gelen ve küçük bir gezegen büyüklüğünde olan birkaç göktaşının Dünya'ya çarptığı düşünülüyor. Bir başka olası kaynak da, gökbilimcilerce ''kirli kartopu'' olarak bilinen ve buz ile tozdan oluşan kuyrukluyıldızlardır.

Dünya'yı öteki gezegenlerden ayıran bir başka özellik de yaşamdır. Sıvı halde su, yaşamın yapıtaşı olan organik moleküllerinin büyük bölümü için ideal bir çözücüdür. Onların birbirleriyle kolayca tepkimeye girmeleri için uygun bir ortamdır. Dünya'da yeşeren yaşam, tıpkı bir astronomik ya da jeolojik etken gibi yeryüzünü ve atmosferi değiştirmiştir. Atmosferin bugünkü bileşimi ilk iki milyar yıl boyunca fotosentezle sürekli oksijen üreten mikroorganizmaların eseridir. Yaşamın karalara çıkması da yine canlıların bu oksijen üretimi sayesinde olmuştur. Atmosferde biriken oksijen bir süre sonra üç oksijen atomlu ozon moleküllerinden bir tabakanın oluşmasına yol açmıştır. Ozon tabakası yeryüzünü Güneş'ten gelen morötesi ışınlara karşı korur. Öldürücü morötesi ışınlara maruz kalmayan canlılar da çok kısa bir sürede denizlerden karalara geçebilmiştir. Karaya çıkan ve hızla büyük bölümünü örten bitkiler hava durumunu ve iklimi etkileyen önemli bir öğe haline gelmiştir. Yaşam yerkabuğunun 3-4 km içinden atmosferde 10 km kadar yüksekliğe kadar olan bir bölüme yayılmış, bir anlamda Dünya gezegeniyle bütünleşmiştir.