

„Nauka i wiara”: syllabus

- Wiedza
- Umiejętności
- Kompetencje społeczne

K1: ma świadomość specyfiki metod dyscyplin naukowych

K2: posiada umiejętność prowadzenia owocnego dialogu między osiągnięciami nauk ścisłych i teologii

K3: ma świadomość znaczenia relacji religia-nauka dla życia społecznego.

Cele wychowania wg. K. Sośnickiego

- Rozwój człowieka prowadzi do jego dojrzałości. Toteż wychowanie pozytywne ma ułatwić **osiągnięcie dojrzałości**. Na czym polega dojrzałość, jest dość trudne do określenia. Można jednak wyróżnić w niej następujące główne momenty:
 1. Polega ona na posiadaniu odpowiednich treści życiowych, a więc odpowiedniego zasobu wiadomości o życiu i jego warunkach, zarówno gdy idzie o życie jednostki, jak społeczeństwa, do którego jednostka należy, o jego roli w całości tego życia, o swojej pracy, prawach i obowiązkach.
 2. Na zyskaniu odpowiedniego wartościowania, opartego o pewien światopogląd. To wartościowanie i ten światopogląd nie muszą być już wykończone i zamknięte, ale w każdym razie powinny być tak opracowane, aby mogły stać się podstawą celowego działania człowieka.
 3. Z światopoglądem łączą się wytknięte cele życiowe, do których się dąży, oraz słuszna ocena możliwości osiągnięcia ich, oparta na znajomości siebie swoich zdolności, charakteru i indywidualności oraz warunków zewnętrznych. Jest to tworzenie własnego „planu życiowego” i przeprowadzanie go.

Prof. Kwieciński: „większość Polaków”

- Przyjrzyjmy się nieco bliżej tej większości, wciąż posługując się materiałem źródłowym z badań młodych dorosłych trzydziestolatków (1995 r.). Na 4831 respondentów 95,3% odpowiedziało że są katolikami [...], do obojętności religijnej przyznało się 3,6%.
- Na pytanie o bliższe związki z wiarą i praktykowanie kościelne 5,6% określiło się jako „głęboko wierzący i regularnie praktykujący”, 31% jako „wierzący i praktykujący”, podstawowa część tej zbiorowości (46,5%) uznała się za „nieregularnie praktykujących, a dalszych 10,9% za szczególnie polską kategorię „niewierzących ale praktykujących” i odwrotnie. 2% to niewierzący.
- Gdy zapytaliśmy o znaczenie religii w życiu to dla 31% było to poza jakąkolwiek możliwością odpowiedzi, 29% odwołało się do tradycji, dla 27% była to „potrzeba”, dla 7% „wzory zachowań”, a tylko dla 2,1% „źródło zasad etycznych”.

Św. Augustyn:

- Teolog w dyskusji z matematykiem musi być dobrze przygotowany, bo brakiem wiedzy ośmieszy nie siebie, ale wiarę

[Augustyn] Często powtarzał, że chrześcijanie, którzy niezupełnie rozumieją jakąś kwestię dotyczącą Ziemi, oddalenia gwiazd, czy orbit planet, natury kamieni itp. będą je usiłovali zrozumieć w taki sposób, jak gdyby należały one do doktryny chrześcijańskiej. Najgorsze, kontynuuje Augustyn, nie jest to, że te osoby wystawiają się na pośmiewisko, lecz to, że Pismo Święte zostanie zdyskredytowane, Jeśli ci, których nie wiąże autorytet Pisma Świętego:

kogoś z chrześcijan złapią na pomyłce w sprawach, na których dobrze się znają, a swoje zdanie poprą jakimś cytatem z naszych ksiąg, to dlaczego mieliby wierzyć tym księgom w kwestii zmartwychwstania, życia wiecznego i królestwa niebieskiego, kiedy uważają, że w kwestiach, które już potrafili rozstrzygnąć i niewątpliwymi dowodami poprzeć, księgi owe błędnie zostały zredagowane?

E. McMullin, *Ewolucja czy stworzenie?*

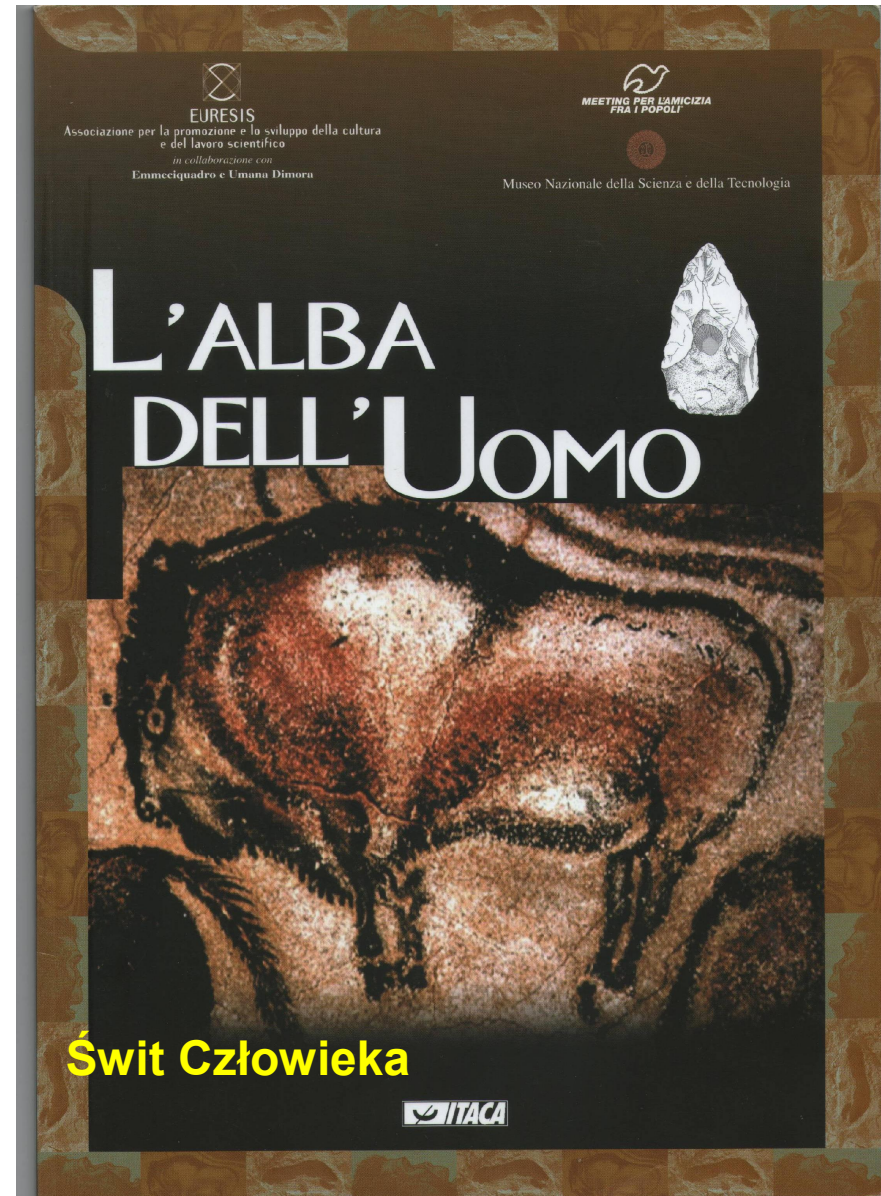
Wiara i nauka: konflikt czy współistnienie?

Część II: „Fizyka”

Wykład 3: Ziemia dla Człowieka

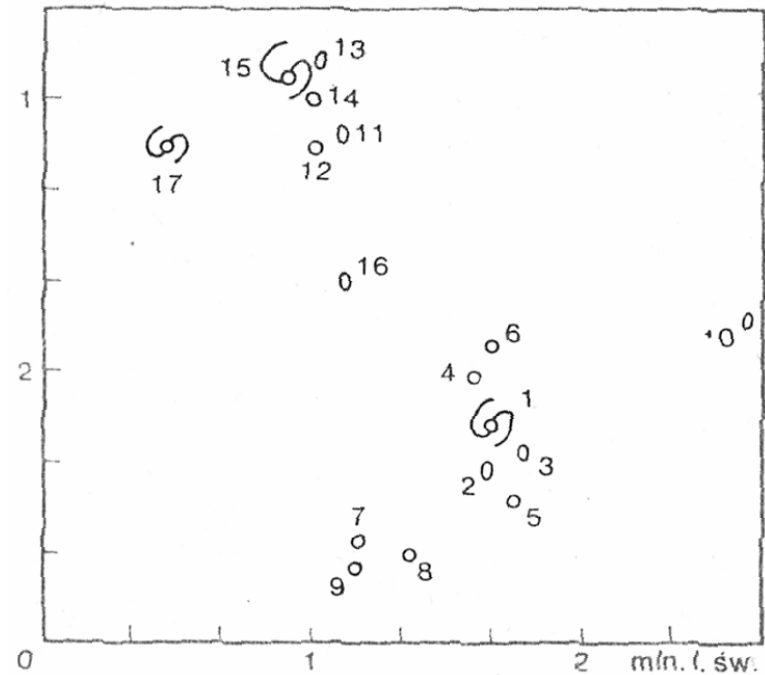
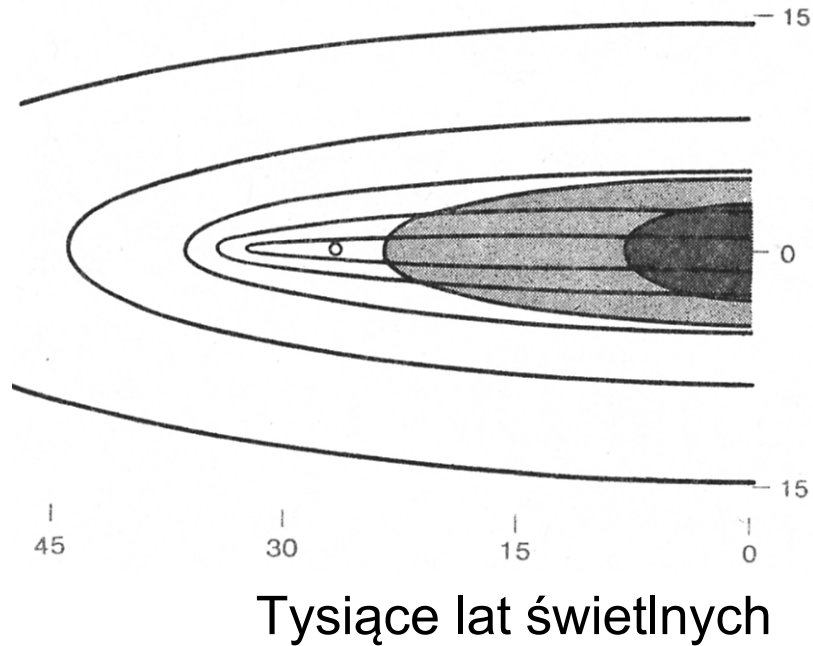
Grzegorz Karwasz

*Zakład Dydaktyki Fizyki
Uniwersytet Mikołaja Kopernika*



Itaca, Milano, 2001, 2002

Nasze miejsce w Galaktyce i gromadzie lokalnej



Taka sobie gwiazda, gdzieś ni to w środku
ni to na obrzeżach Galaktyki

Miliony lat świetlnych

„Galaxy” (wiki)



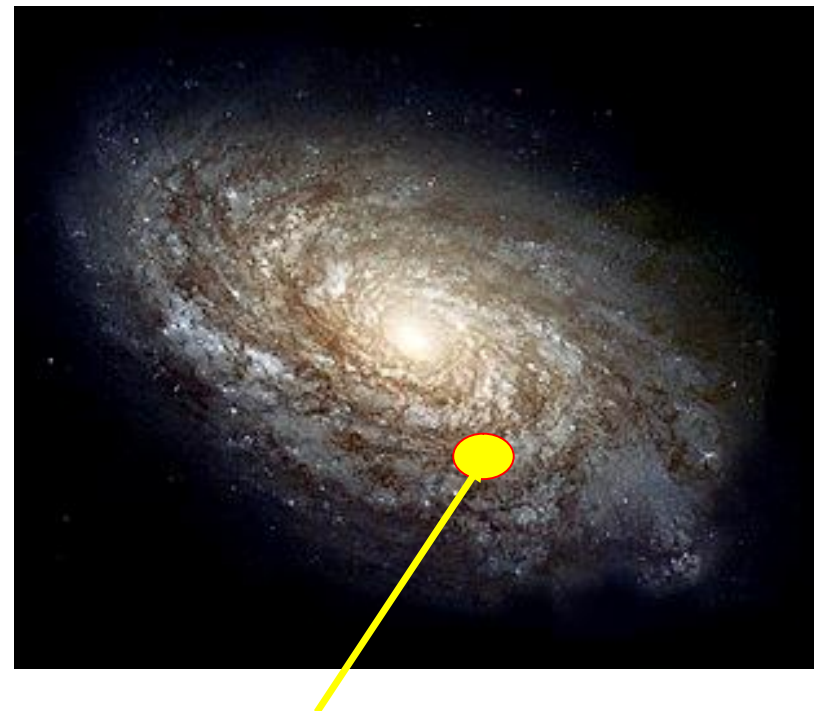
Widziana z ziemi: 400 (?) mld gwiazd

Widziana (?) z kosmosu

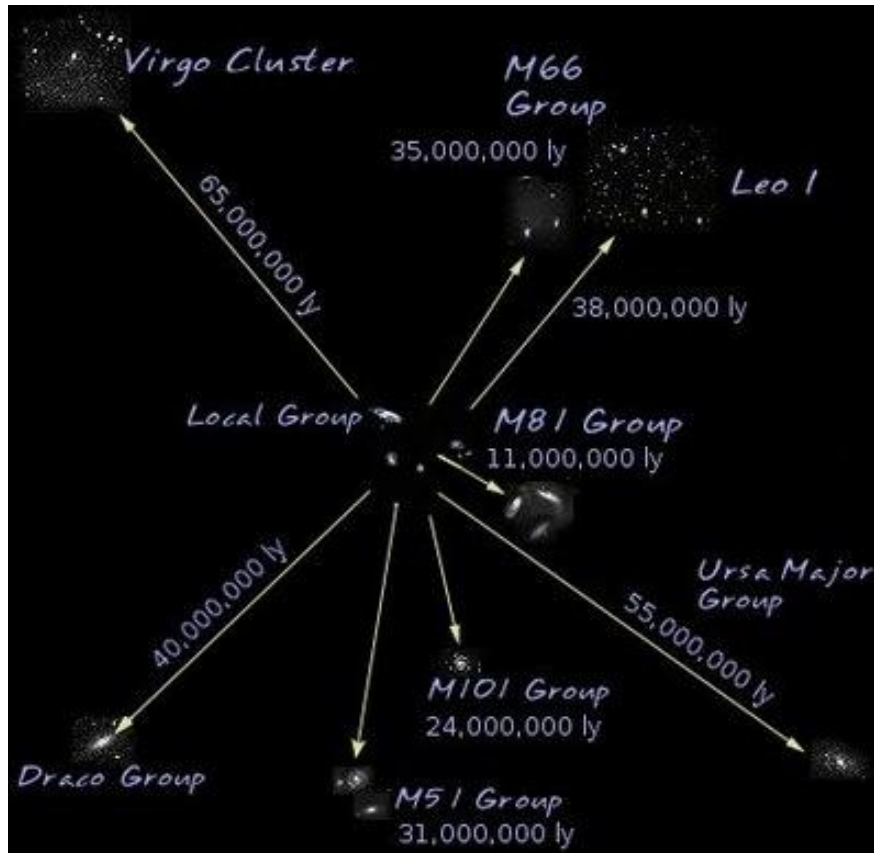
Ø 150 tys. lat świetlnych

[NGC 4414](#), a typical [spiral galaxy](#) in the [constellation Coma Berenices](#), is about 55,000 [light-years](#) in diameter and approximately 60 million light-years from Earth.

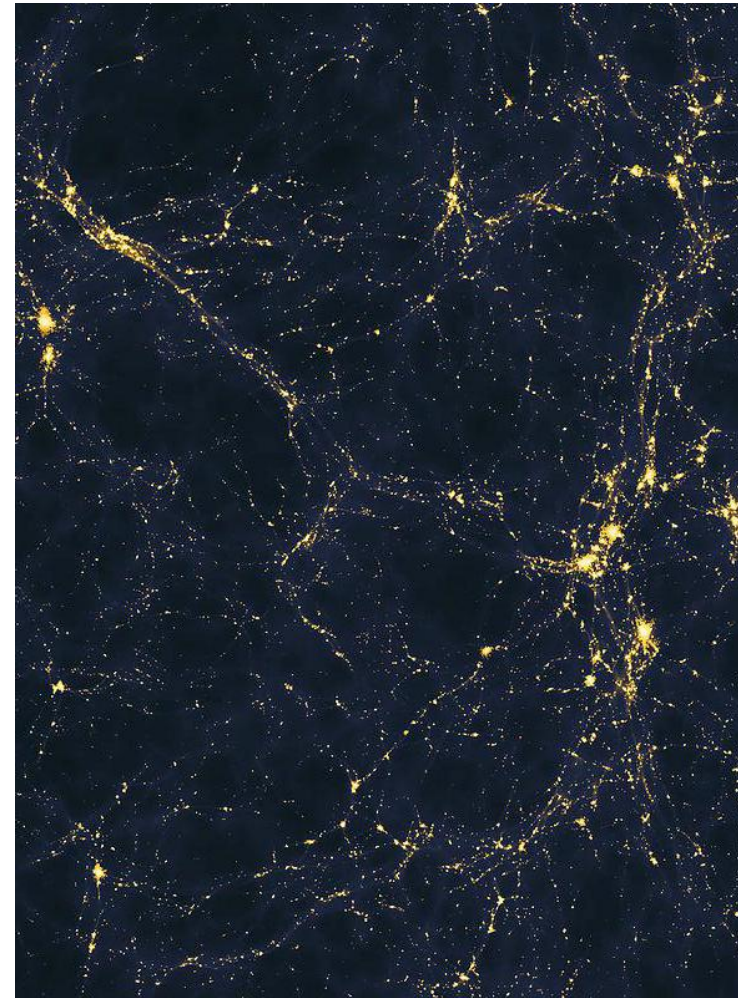
<https://en.wikipedia.org/wiki/Galaxy>



„Local group of galaxies”

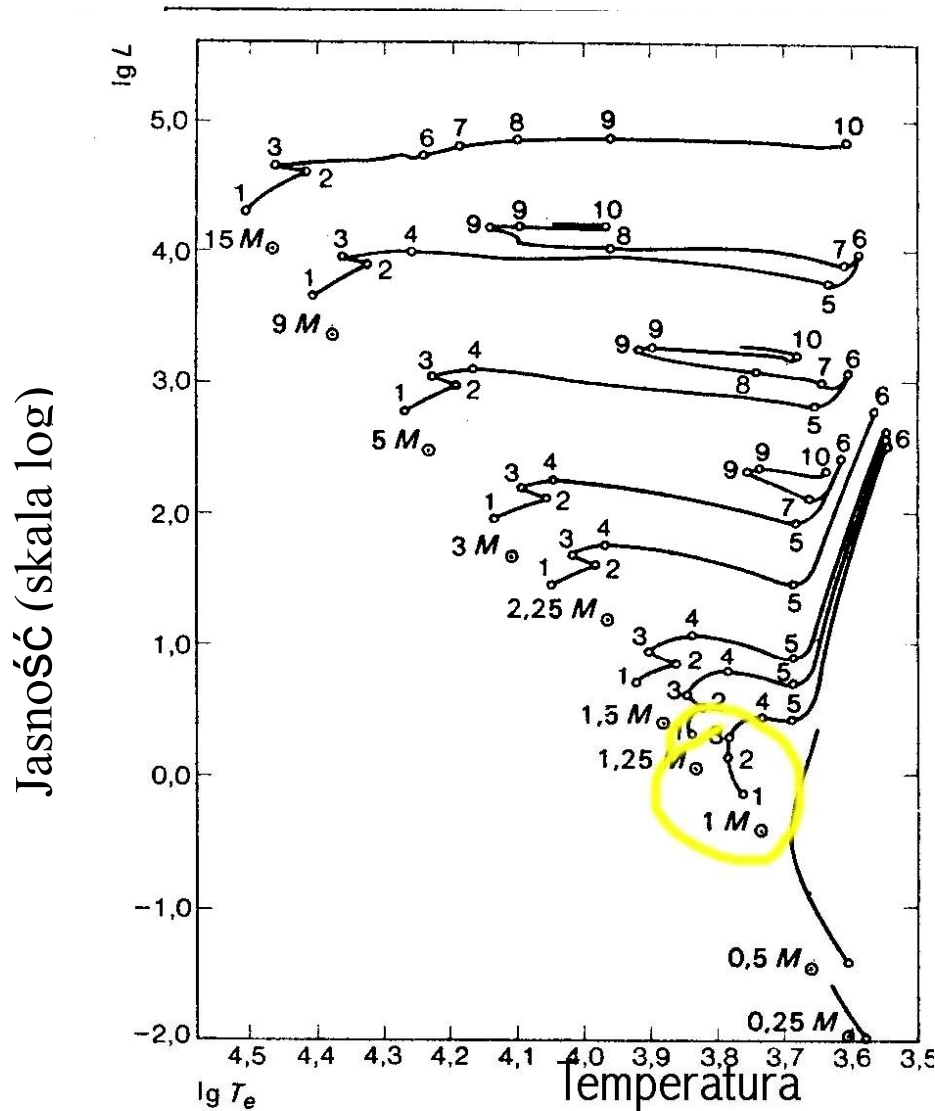


https://en.wikipedia.org/wiki/Virgo_Supercluster



Słońce – mała gwiazda

Czas ewolucji gwiazd w 10^7 lat



Rys. 1. Zmiany ewolucyjne gwiazd o różnych masach przedstawione na tzw. wykresie Hertzsprunga-Russella. L jest jasnością absolutną gwiazdy w jednostkach Słońca, T_e temperaturą powierzchni gwiazdy. Numery 1-10 oznaczają kolejne stadia ewolucji. Słońce znajduje się obecnie w punkcie 2 na torze ewolucyjnym gwiazdy o 1 masie Słońca

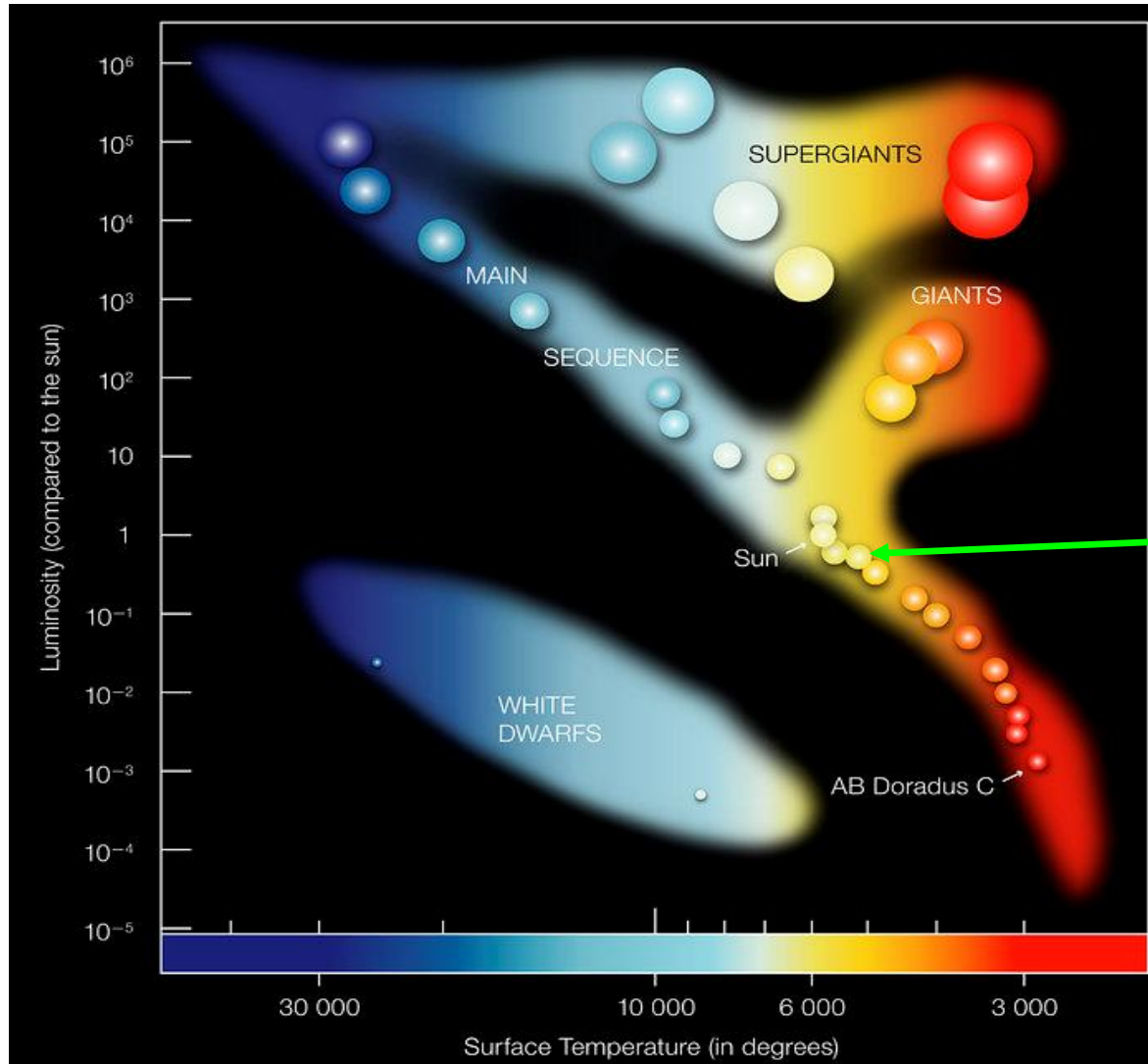
Tempo ewolucji gwiazd o różnych masach (masy gwiazd podane są w jednostkach masy Słońca, czas — w jednostkach 10^7 lat)

Punkty	Masa			
	9	5	2,25	1,25
1-2	2,144	6,547	46,02	280,3
2-3	0,060	0,217	1,647	18,24
3-4	0,009	0,137	3,696	104,5
4-5	0,015	0,075	1,310	14,63
5-6	0,006	0,049	3,829	40,0
6-7	0,049	0,605		
7-8	0,010	0,102		
8-9	0,328	0,900		
9-10	0,016	0,093		

= Słońce – gwiazda leniwa

Źródło: Encyklopedia fizyki współczesnej
PWN Warszawa, 1984

Ewolucja gwiazd



4,5 mld od wybuchu
a paliwa starczy na
dalsze 10 mld lat

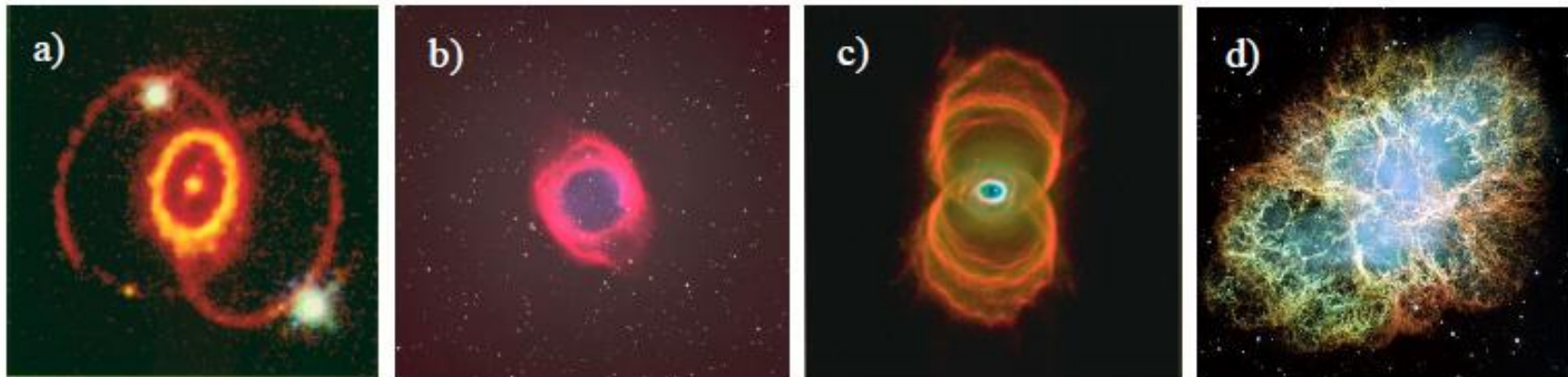
Hipoteza Lamarcka – pozostałości po wybuchu supernowej



Słońce - gwiazda z recyklingu

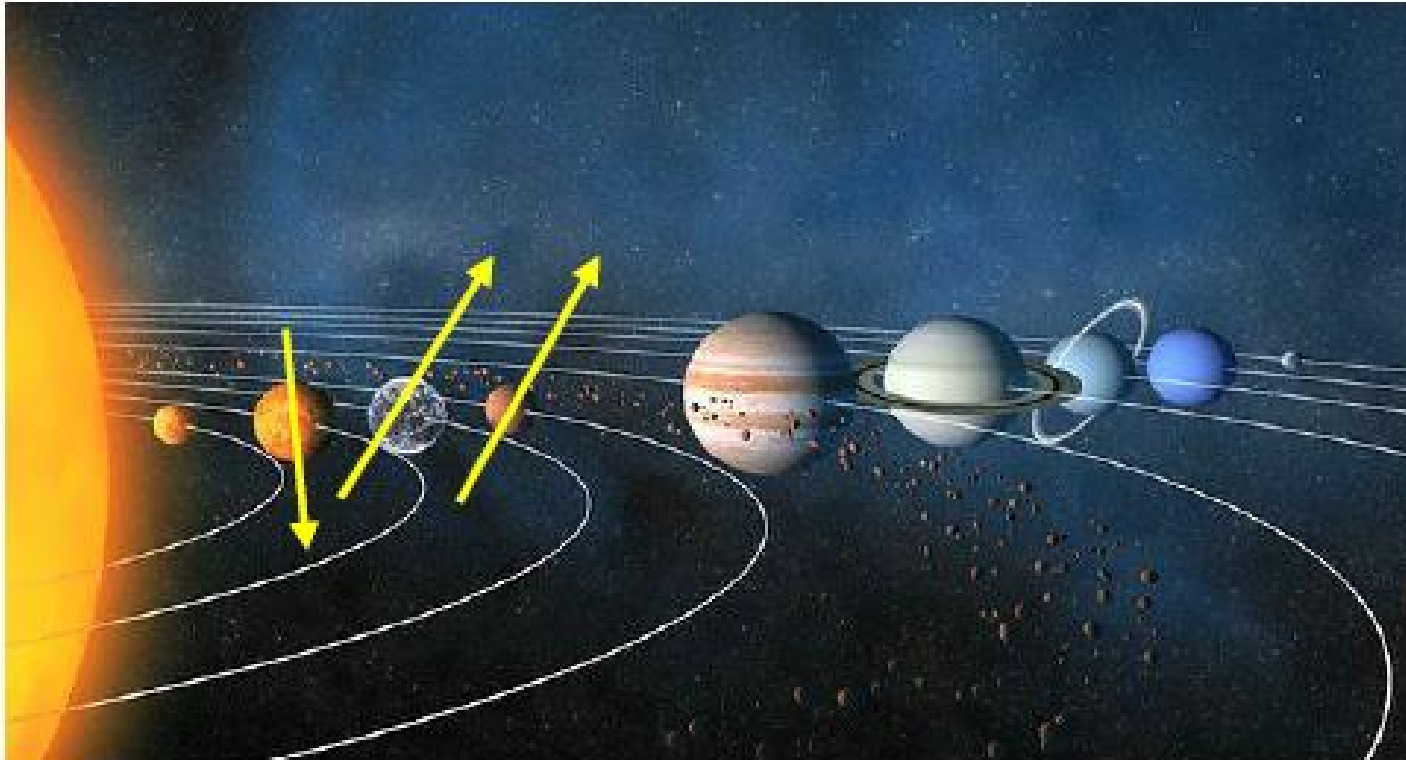
4.8. Budowa i powstanie Układu Słonecznego

Najbardziej wiarygodna do dziś hipoteza powstania Układu Słonecznego została sformułowana przez Immanuela Kanta i Pierre-Simona Laplace'a w połowie XVIII wieku. W myśl tej hipotezy, Układ powstał przez grawitacyjną kondensację chmury gazowo – pyłowej. Dziś, dzięki postępom astrofizyki i fizyki jądrowej, potrafimy stwierdzić, że chmura taka powstała w wyniku eksplozji innej gwiazdy, która poprzednio zajmowała miejsce Słońca. Gwiazda ta, masywniejsza od Słońca, wypaliła paliwo w swoim cyklu życiowym, zapadła się, ponownie rozgrzała i wybuchła, podobnie jak supernowe na fot. 4.16.



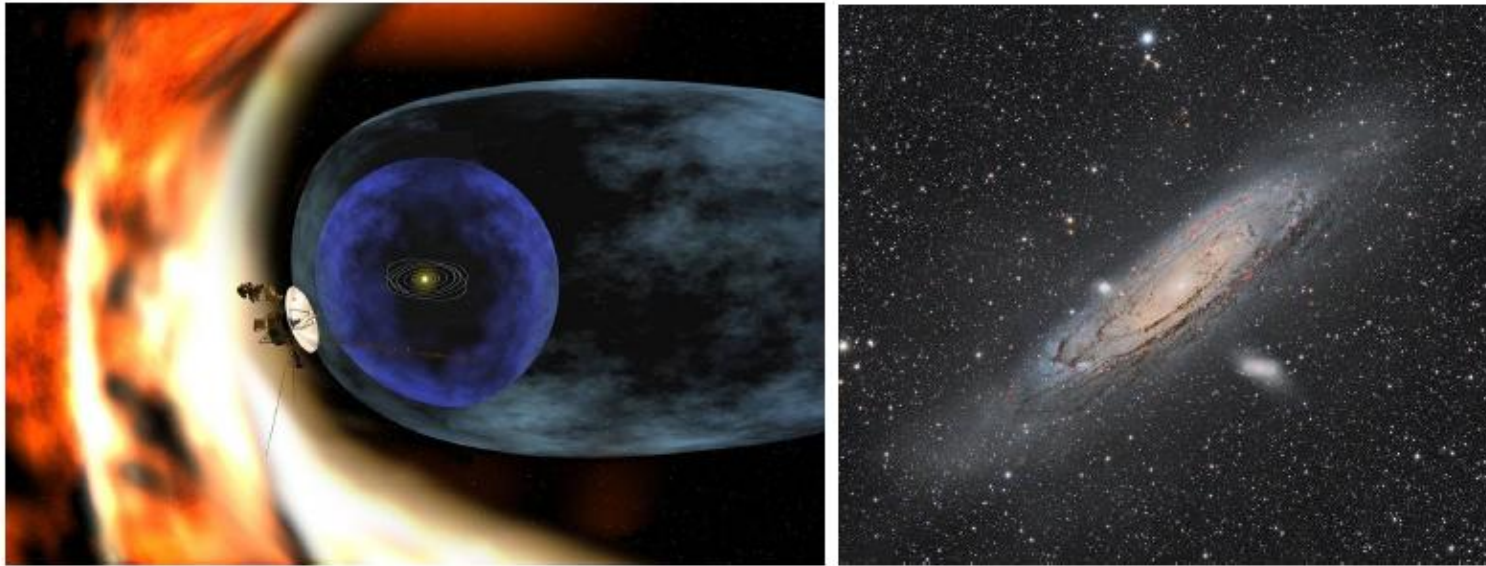
Fot. 4.16. Układ Słoneczny powstał w wyniku wybuchu supernowej, podobnego do obserwowanych dziś w dalekim kosmosie; Mgławica Kraba (d) to supernowa z 1054 r. (Źródło NASA)

Układ Słoneczny: 4+4



Rys. 4.3. Układ Słoneczny: cztery mniejsze planety, zbudowane z cięższej (metalicznej i skalistej) materii znajdują się wewnątrz (orbita Marsa ma promień 1,5 razy większy niż Ziemi). Planety zewnętrzne, znacznie większe, krążą na orbitach od 5-iu (Jowisz) do 30-tu razy (Neptun) dalszych niż Ziemia. Wszystkie te zewnętrzne planety, szczególnie Jowisz, spełniają rolę „osłaniania” Ziemia przed bombardowaniem meteoritami. Wszystkie planety kręcą się: Jowisz i Saturn z okresem około 10 godzin, Ziemia i Mars około 24 godziny, Wenus raz na 9 miesięcy (i w przeciwnym kierunku. <https://tragicocomedia.files.wordpress.com/2015/11/solar-system.jpg>.

„Słoneczne jajo”

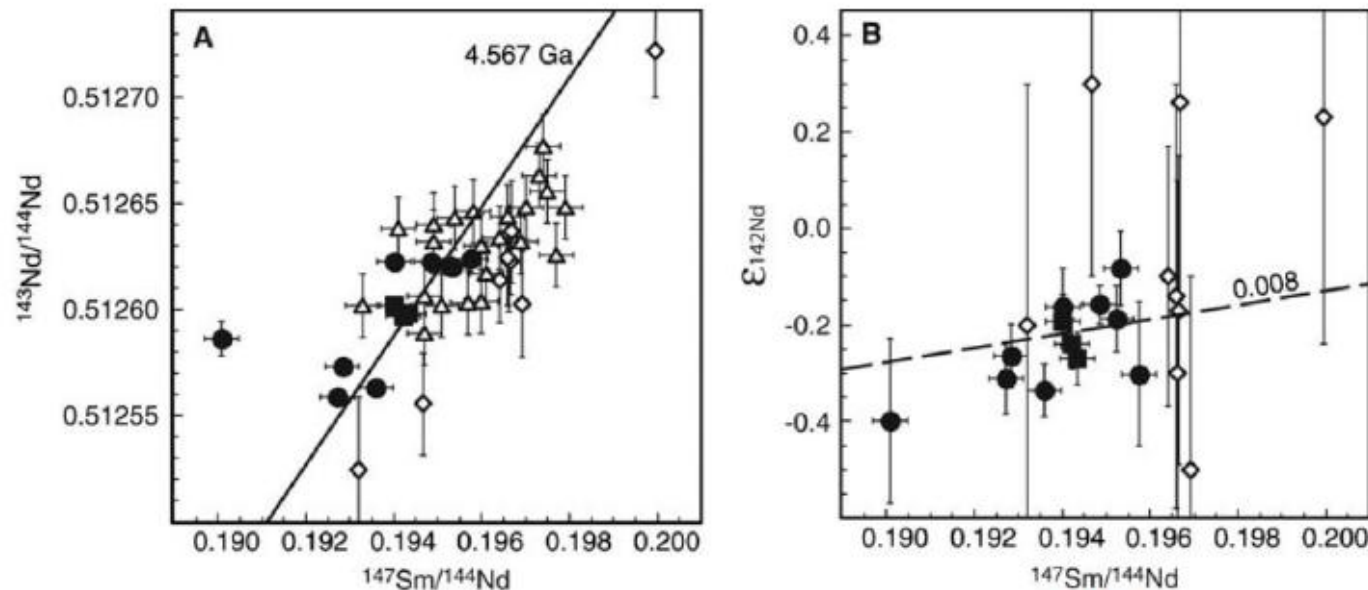


Rys. 4.2. (a) W 2012 r. sonda Voyager-1 doleciała do miejsca, które można by nazwać “otoczką” Układu Słonecznego – swego rodzaju skorupką jaja, granicą pomiędzy delikatnym wiatrem słonecznym i znacznie bardziej energetycznym strumieniem jonów z przestrzeni międzygwiazdowej. Ta granica znajduje się 130 razy dalej od Słońca niż Ziemia: światło potrzebuje 20 godzin, aby stamtąd dotrzeć. (b) Z dużą dozą pewności nasza Galaktyka jest podobna do widocznej gołym okiem galaktyki Andromedy. Słońce znajduje się mniej więcej w odległości $1/3$ do centrum Galaktyki, czyli daleko od źródła silnego promieniowania, jakim jest gigantyczna czarna dziura. ŹRÓDŁO: NASA; D. Vos.

G. Karwasz, *Scienza e Fede*, 2019

4,567 mld lat temu

Z obserwacji supernowych wiemy, że eksplozja zachodzi w ciągu paru dni i że materiał zostaje wyrzucony na miliardy kilometrów od gwiazdy. Tak zdarzyło się również z pra-Słońcem. Ale kiedy?



Rysunek 4.1. Badania względnej zawartości izotopu samaru ^{147}Sm i neodymu ^{144}Nd i ^{142}Nd , w skałach bazaltowych (czarne kwadraty na wykresie) i w meteorytach (inne symbole): wszystkie wskazują na wiek Ziemi (Układu Słonecznego) około 4,567 miliardów lat. ŹRÓDŁO: M. BOYET, R.W. CARLSON., «Science» 309 (2005), p. 576.

„Serce z żelaza”

Ziemia jak karuzela

Kiedy Mikołaj Kopernik doszedł do wniosku, że Ziemia się obraca, miał z tym poważny kłopot. Wiadomo, że z poruszającej się szybko karuzeli można wypaść. A nasza planeta kręci się bardzo szybko – punkty na równiku wirują z prędkością 40 tysięcy kilometrów w ciągu 24 godzin, czyli prawie 2000 kilometrów na godzinę! To dwa razy więcej niż wynosi prędkość najszybszego samolotu pasażerskiego. Na szczęście, dzięki grawitacji nie spadamy z tej rozkręconej kuli.

Wskutek szybkiego wirowania Ziemia nieco się spłaszczyła, jak kawałek gliny na kole garncarza. Jest przez to trochę grubsza na równiku niż na biegunach. Różnica ta wynosi około 30 kilometrów.

Żelazny środek

Na powierzchni Ziemi są rozległe morza i oceany. Pokrywają one dwa razy więcej jej powierzchni niż lądy. Jednak to nie z powodu wody nasza planeta jest taka ciężka. Wielką masę Ziemia zawdzięcza żelazu, które znajduje się w jej środku. Kula z żelaza ma promień około 3000 kilometrów,

- • • • •
- **ZADANIE DLA CIEBIE**
- *Zrób doświadczenie z kompasem.*
- *Podejdź do okna w słoneczne południe. Sprawdź, jaki kierunek wskazuje czerwony (nie zawsze taki jest) koniec igły kompasu. Powinno to być geograficzne południe.*
- • • • •



Promieniotwórczy
uran

Satelita, czyli towarzysz

powierzchnię pokrywa doskonale szkło, tak że pozostaje piękną kulą. Galileusz odpisał na to, że góry i doliny z tego szkła mogą być 10 razy większe niż te, które widzimy! W rzeczywistości te góry i doliny, które wywołały tyle zamieszania 400 lat temu, są śladami po wielkim bombardowaniu Księżyca przez gigantyczne meteoryty na samym początku jego istnienia. Jeden z największych i najlepiej widocznych z Ziemi kraterów nazywa się Kopernik. Spróbuj go znaleźć za pomocą lornetki!

Ukryta strona Księżyca

Zaraz po powstaniu Księżyca płynna lava spowolniła jego obrót tak, że po miliardzie lat przestał się kręcić. A raczej – kręci się wciąż dookoła własnej osi, ale dokładnie w tym samym czasie, w którym obiega Ziemię. Dlatego widzimy ciągle tę samą „twarz” Księżyca. Ludzie zobaczyli drugą stronę Księżyca dopiero, gdy wysłali tam statki kosmiczne. Pierwszym z nich była Luna (po łacińsku słowo to oznacza właśnie „księżyc”) w 1959 roku. Druga strona Księżyca nie jest taka „uśmiechnięta” jak ta zwrócona do nas – całą jej powierzchnię pokrywają kraterzyki. Wystygła szybciej i to w nią, na szczęście, uderzają wielkie meteoryty lecące ku Ziemi.



Jeśli przyjrzyysz się uważnie Księżycowi w nowiu, zauważysz, że jego ciemna część nie jest zupełnie czarna – wyraźnie widać resztę księżycowej kuli. To Ziemia, oświetlona przez Słońce, odbija światło na Księżyc.



Masa=1/81 masy Ziemi

$R=1738 \text{ km} (\sim 1/4R_0)$

$g'=1/6g$

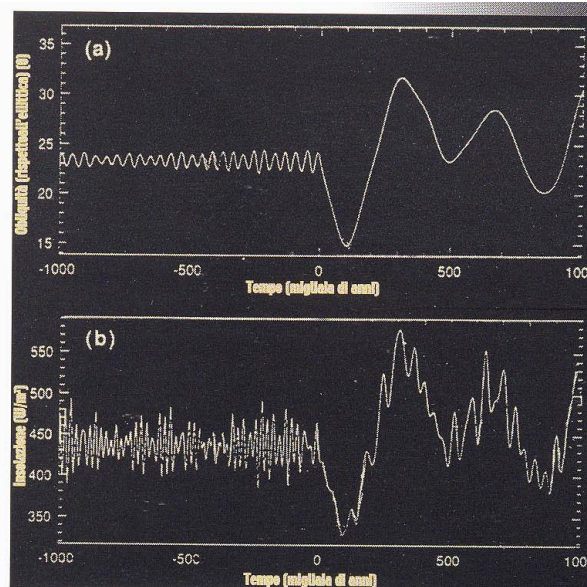
$d=3.34\text{g/cm}^3 = \text{krzemionka}$

odległość 384,000 km
(30 średnic Ziemi)

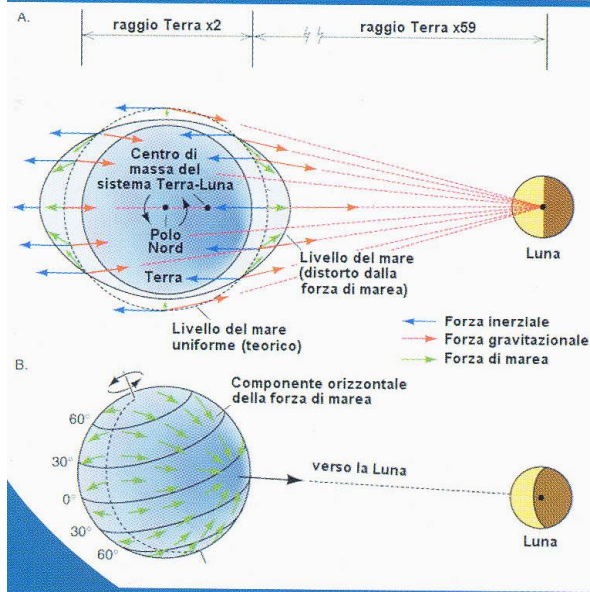
$T= -160^\circ\text{C} - +120^\circ\text{C}$

Księżyc = stabilizator

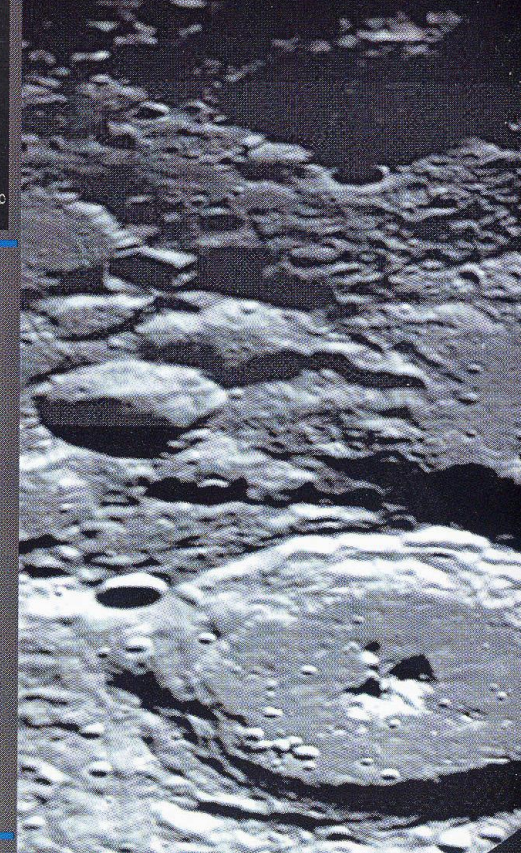
è un caso anomalo, nel quale le dimensioni del satellite sono paragonabili a quelle del pianeta compagno. Dettagliate simulazioni al computer hanno dimostrato che se la Luna non esistesse, o fosse molto più piccola, l'obliquità della Terra varierebbe caoticamente da 0° a 85° , mantenendosi oltre i 50° per milioni di anni. Ciò avrebbe conseguenze climatiche devastanti. Grazie al campo gravitazionale lunare l'inclinazione dell'asse terrestre è rimasta pressoché costante (entro appena $1,3^\circ$) per oltre 3 miliardi di anni, assicurando la necessaria stabilità climatica durante il lunghissimo periodo necessario per il fiorire della vita.



che questo abbia giocato un ruolo importante nel dar forma alla crosta terrestre. Se orbitasse in senso opposto, si allontanerebbe e si avvicinerebbe lentamente, finendo per collidere con la Terra. È ciò che accadrà a Tritone, il grande satellite di Nettuno, destinato a schiantarsi sulla superficie di Nettuno nel giro di un centinaio di milioni di anni.

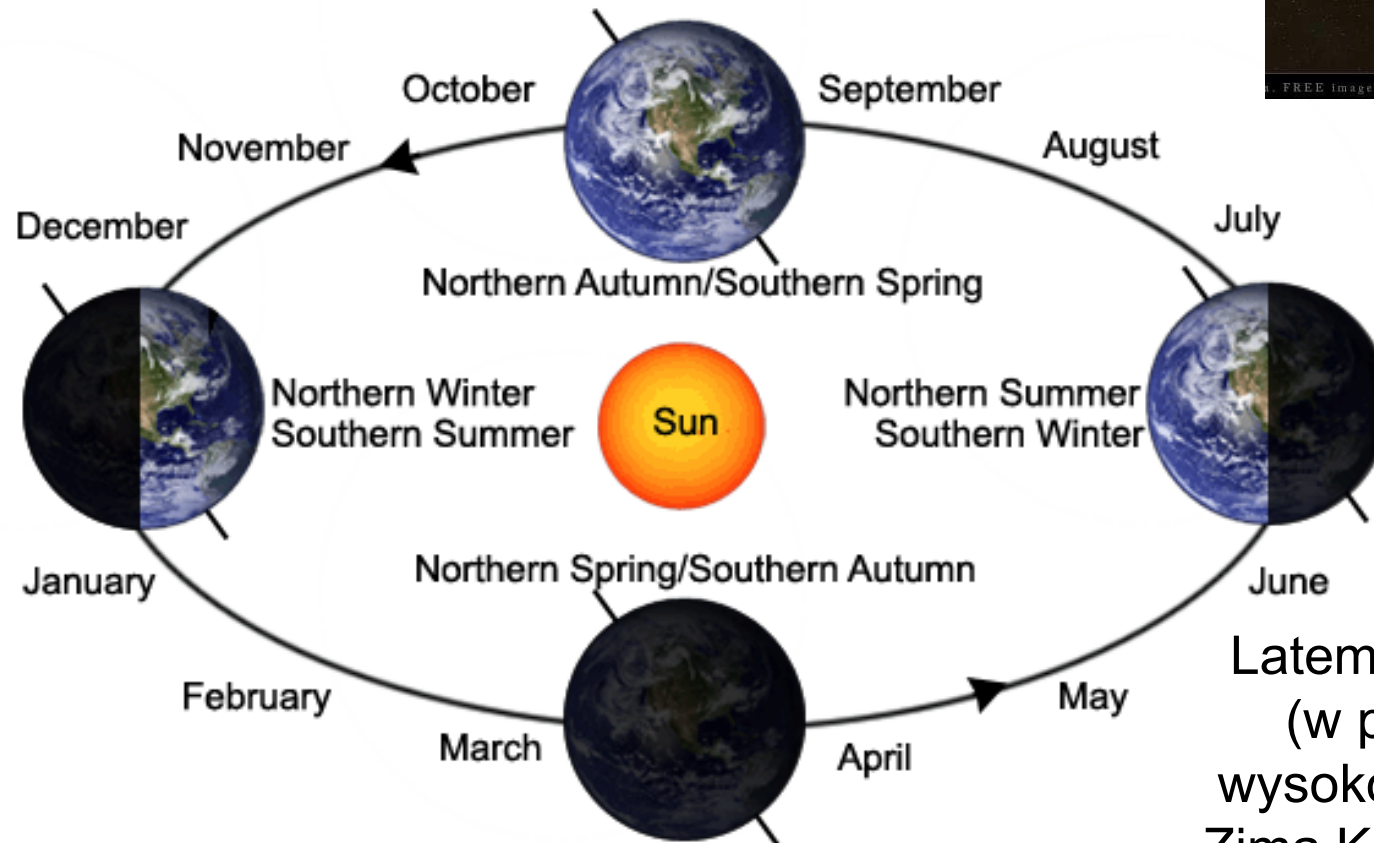


Le forze che producono gli effetti di marea sono generate dalla forza gravitazionale della Luna e dall'inerzia. Nel lato della Terra esposto verso la Luna la forza di gravità eccede la forza di reazione. La forza in eccesso distorce il livello dell'acqua negli oceani da quello di una sfera, e fa sorgere un incremento mareale. Nel lato opposto della Terra, dove la forza di inerzia supera quella gravitazionale della Luna, l'eccesso di forza di inerzia pure produce un incremento del livello del mare.



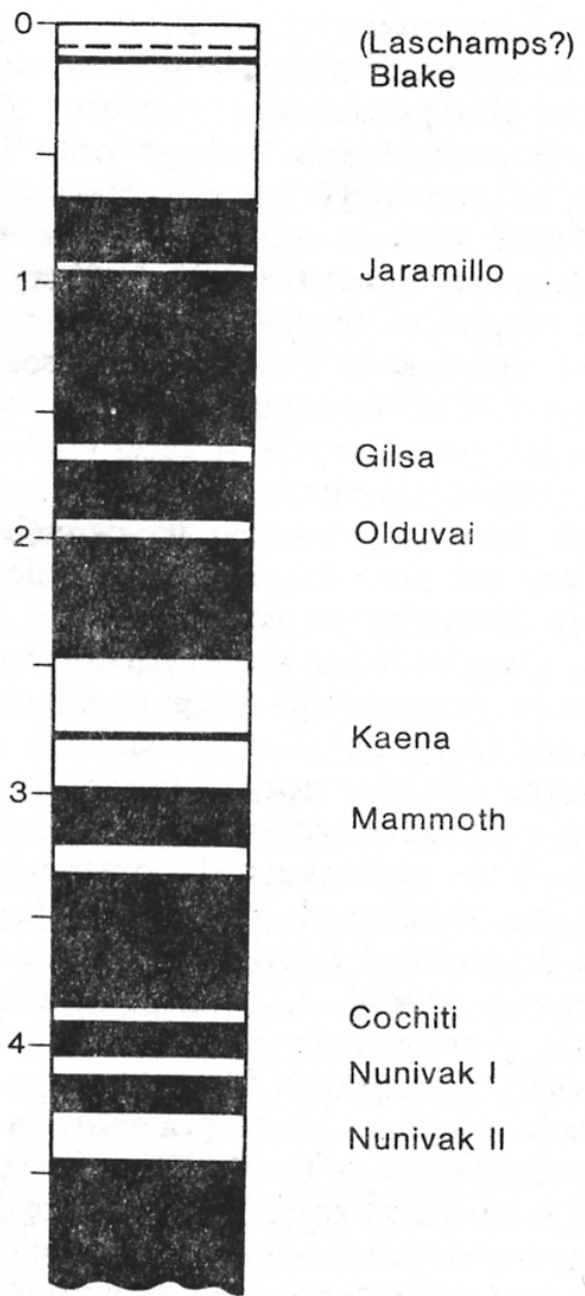
Skąd się biorą pory roku?

$$2 \times 23,5^\circ \approx 45^\circ = \frac{1}{2} z 90^\circ$$

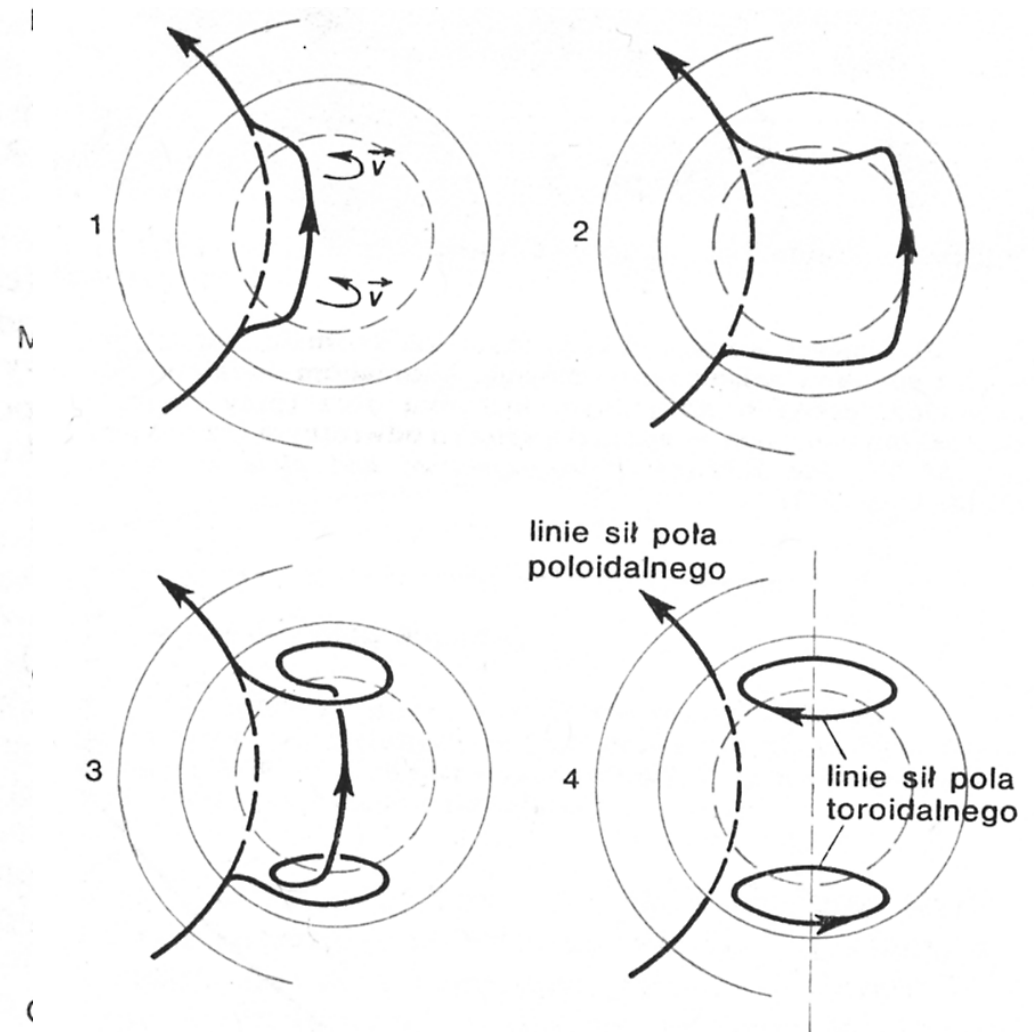


4,567 mld
+ 100 mln
lat temu

Latem (u nas) Słońce
(w południe) świeci
wysoko (na południu).
Zimą Księżyc (w pełni)
świeci wysoko o północy
- na południu



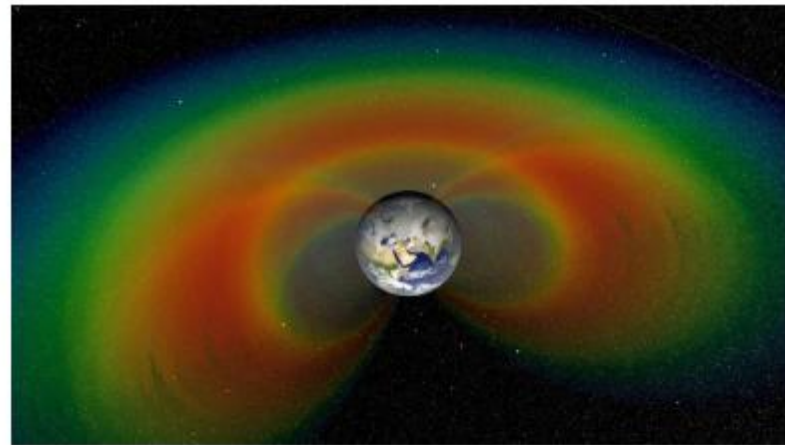
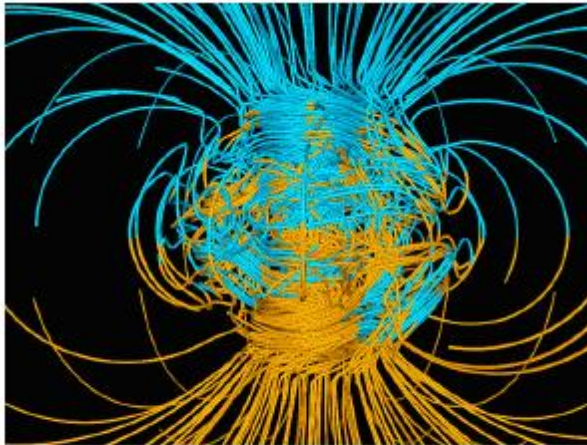
miliony lat temu



Mechanizm istnienia i zmiany pola magnetycznego Ziemi

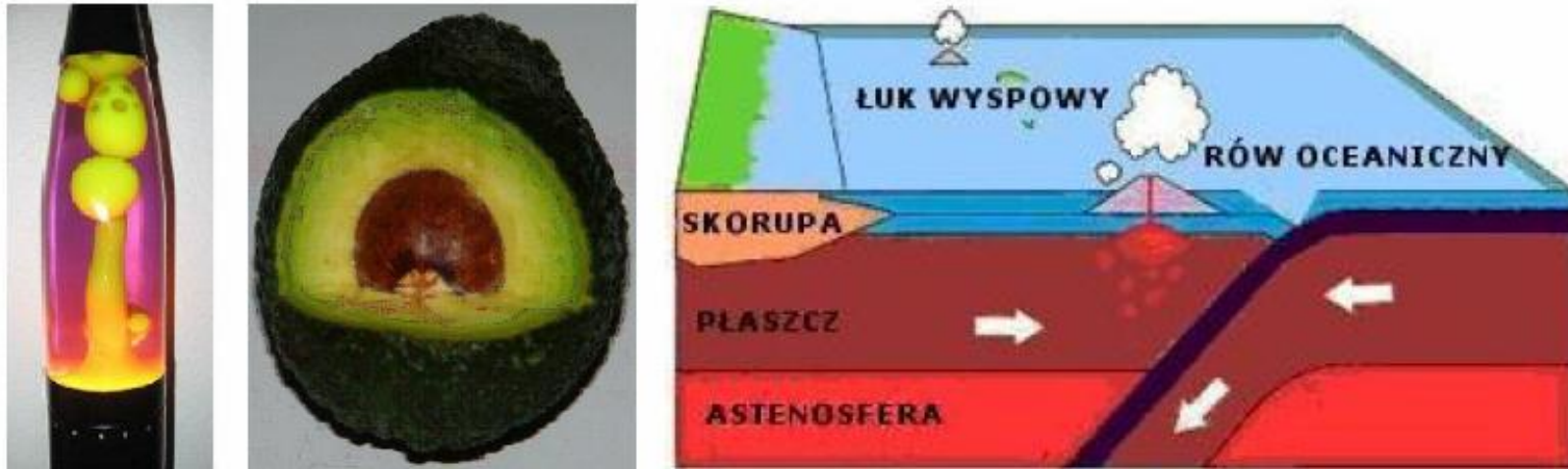
Magnetyczna tarcza

A i samo życia włączyło pole magnetyczne do swych procesów regulacyjnych: słowiki w Szwecji czekają na niewielki sygnał zmiany pola magnetycznego we wrześniu, aby zmienić upierzenie (i odlecieć na południe).



Rysunek 4.9. (a) Model dynamo magnetycznego Ziemi: skomplikowana struktura pola na powierzchni Ziemi jest spowodowana „skłębieniem się” linii wewnątrz żelaznego jądra, gorącego i kręcącego się (razem z całym globem). (b) Pole magnetyczne zabezpiecza nas przed napływem energetycznych cząstek ze Słońca (wiatrem słonecznym), które są niebezpieczne dla życia. Cząstki te zostają zogniskowane przez pole magnetyczne nad biegunami: obserwujemy zorzę polarną. ŹRÓDŁO: GARY A. GLATZMAIER; NASA/Goddard Space Flight Center.

Po co są wulkany?



Rysunek 4.6. (a) Strumień ciepła z wnętrza Ziemi wytwarza prądy konwekcyjne, które powodują erupcje wulkanów i dryf kontynentów, jak w tej lampie „lawa” (b) Przekrój Ziemi przypomina owoc awokado: mniej więcej połowa to żelazne jądro, płynne na zewnątrz i stałe w środku; kolejna warstwa, półpłynna jak miąższ awokado to płaszcz; jedynie wierzchnia warstwa, bardzo cienka (10 km pod oceanami, 70 km w Skandynawii) jest stała” łańcuch górskie to jak szorstka powierzchnia awokado. (c) Trzęsienia ziemi zdarzają się, kiedy przemieszczenia płyt kontynentalnych jest nierównomierne. Tu pokazujemy sytuację w Japonii: cienka płyta Pacyfiku wsuwa się pod grubą płytę Eurazji; na „przedmurzu” wyrastają wulkaniczne wyspy a na „szwie” zdarzają się trzęsienia ziemi. ŹRÓDŁO: GK.

To dryf płyt kształtuje pejzaż



Fot. 11a. Himalaje składają się m.in. ze skal wapiennych, zdrapanych w postaci grubego słoja skal osadowych z płyty indyjskiej (foto prof. J. Karwowski).

G. Karwasz, J. Chojnacka,
Wewnętrzny ogień Ziemi, Geografia w Szkole, 2012



Fot. 11b. Dolomity di Brenta, centralne pasmo Alp to grube, kilkukilometrowe pokłady wapieni, podobnie jak Himalaje zdrapane z innej płyty – najpierw oceanicznej a później wynurzonej (Passo Grosté, 2442 m n.p.m., foto M. Karwasz).

To dryf płyt kształtuje pejzaż



Fot. 12a. Jezioro Okama w Górach Zao w Japonii, zwane jeziorem o pięciu kolorach, leży w kraterze wygasłego wulkanu na wysokości 1840 m. Wyspy Japońskie powstały w wyniku kolizji płyty pacyficznej z płytą euro-azjatycką (foto G. Karwasz).



Fot. 12b. Jezioro Colbricon położone w Alpach na wysokości 1900 m (Dolomity, masyw wulkaniczny Lagorai). Otaczające je góry to głównie skały osadowe (wapień i podobne do nich dolomity), z osadów pochodzących sprzed jakiś 60 mln lat temu. Foto Matteo Visintainer (www.geo360.it)

To dryf płyt kształtuje pejzaż



Fot. 13a. Krajobraz Japonii wcale nie jest zdominowany przez wulkany – jest ich znacznie mniej niż w Andach. Na zdjęciu jeden z kilkudziesięciu aktywnych, w Kagoshimie na południu Japonii, przypominający nieco Wezuwiusz (foto M. Karwasz).



Fot. 13a. Wyspy Japońskie to stosunkowo niewysokie wypiętrzenie (max do nieco ponad 3 tys. m), głównie skał osadowych. Na zdjęciu archipelag Matsushima, jedno z najpiękniejszych (obok Hiroshimy) miejsc w Japonii, na wschodnim wybrzeżu Honsiu, nawiedzonym przez tsunami w 2011 (foto 2006, M. Karwasz)

To dryf płyt kształtuje pejzaż



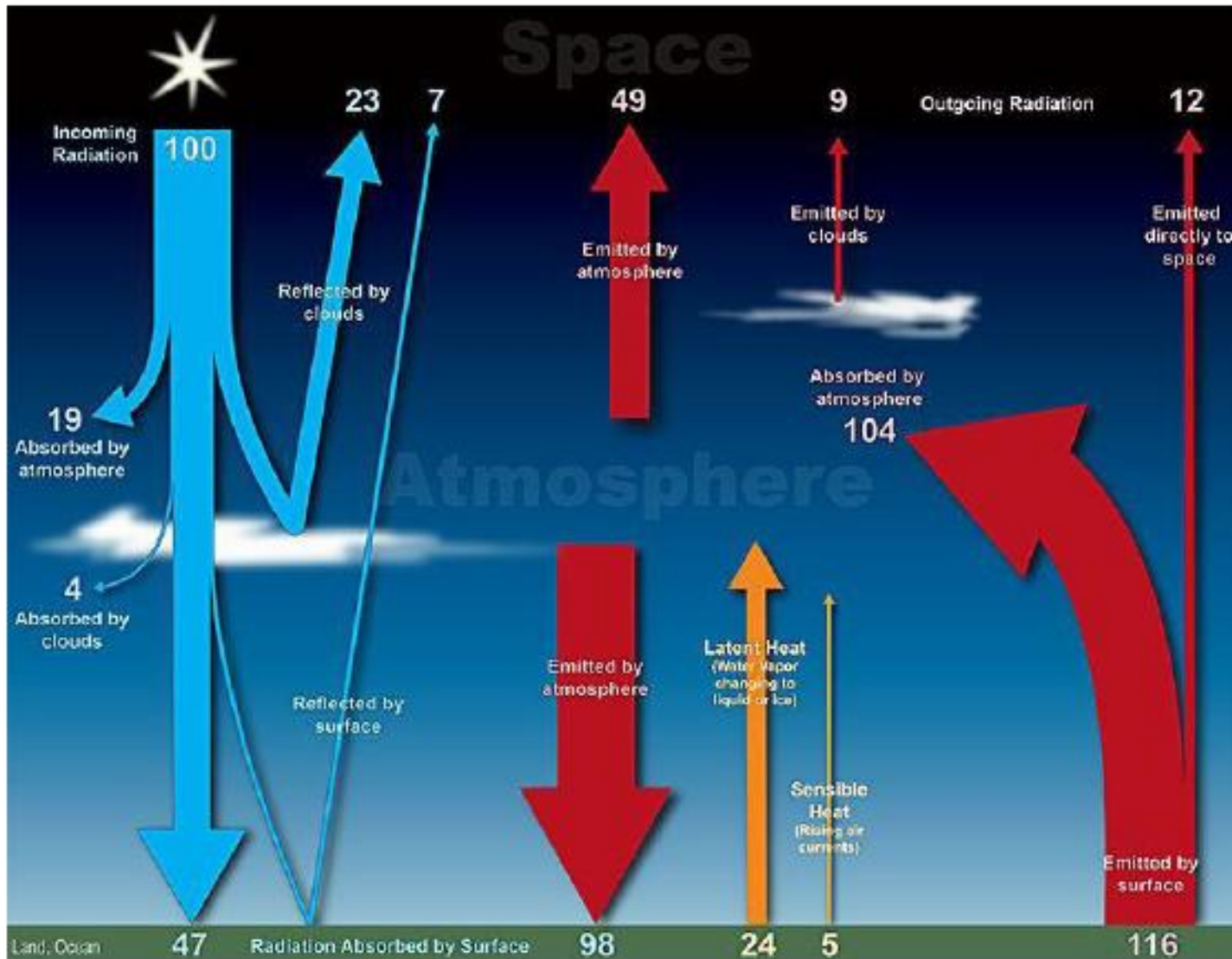
Fot. 14a. Alpy Australijskie ani w wyglądzie ani w swej geologicznej historii nie przypominają Alp europejskich. Są stosunkowo niewysokie i powstały jako wypiętrzenie brzegów ryftu, kilkadziesiąt milionów lat temu. Na pierwszym planie tracące korę eukaliptusy (Kosciuszko National Park, Yarrangobilly, foto M. Karwasz).



Fot. 14b. Krajobraz geologicznie podobny do Parku Kościuszki, czyli kontynentalnego ryftu, tylko że ciągle w fazie powstawania, znajdziemy na brzegu Morza Czerwonego. Plutoniczny (czyli magmowy) charakter skał nie sprzyja roślinności (Sharm-el-Sheik, foto M. Karwasz).

G. Karwasz, J. Chojnacka,
Wewnętrzny ogień Ziemi, Geografia w Szkole, 2012

Atmosfera: 116% energii



Źródło: NOAA

Samoistny efekt cieplarniany: +33K

Planeta sama się reguluje



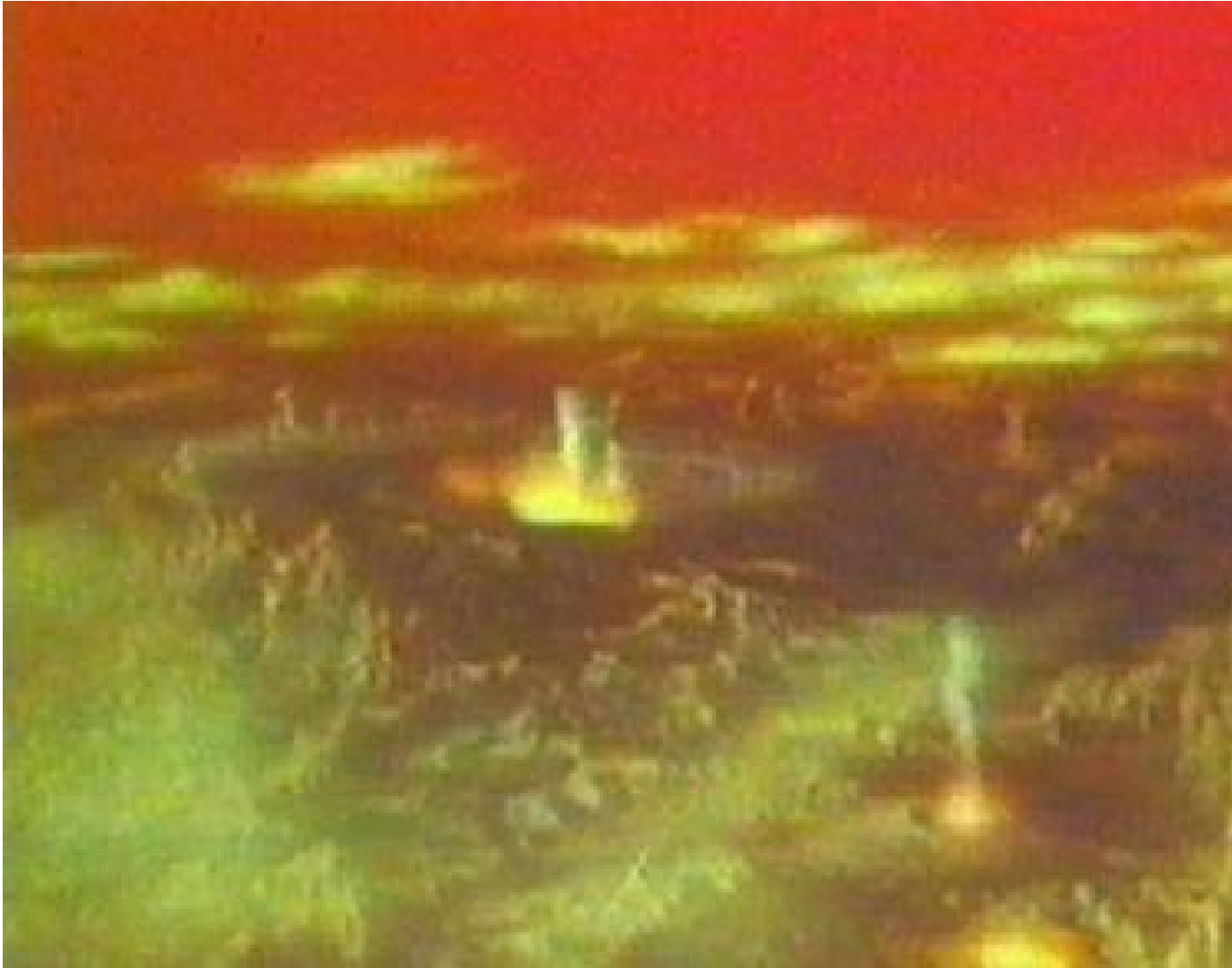
Rysunek 4.10. (a) W okresach globalnych zlodowaceń był już tlen w atmosferze: nad biegunami świeciła zora polarna - wzbudzone drobiny O_2 i NO (Geodium, Toruń, projekt GK). Być może, to właśnie obecność tlenu była powodem sporych wahań temperatury w skali globu. (b) Podmorskie kominy wulkaniczne są środowiskiem bogatym w różne, egzotyczne formy życia, które pozyskują energię do metabolizmu nie ze słońca, ale z reakcji chemicznych. (c) Pustynny pejzaż Marsa, bez wody i skał wapiennych. W czerwcu 2018 r. wydaje się, że znaleziono ślady substancji pochodzących z osadów organicznych: nie można wykluczyć, że w odległych epokach istniały na Marsie jakieś prymitywne formy życia. NASA Astrobiology.

Pejzaż Marsa – wizja artystyczna
widoczne kaniony wyschniętych rzek (?)



DeAgostini, *Lo Spazio*, kolekcja video VHS, 1996

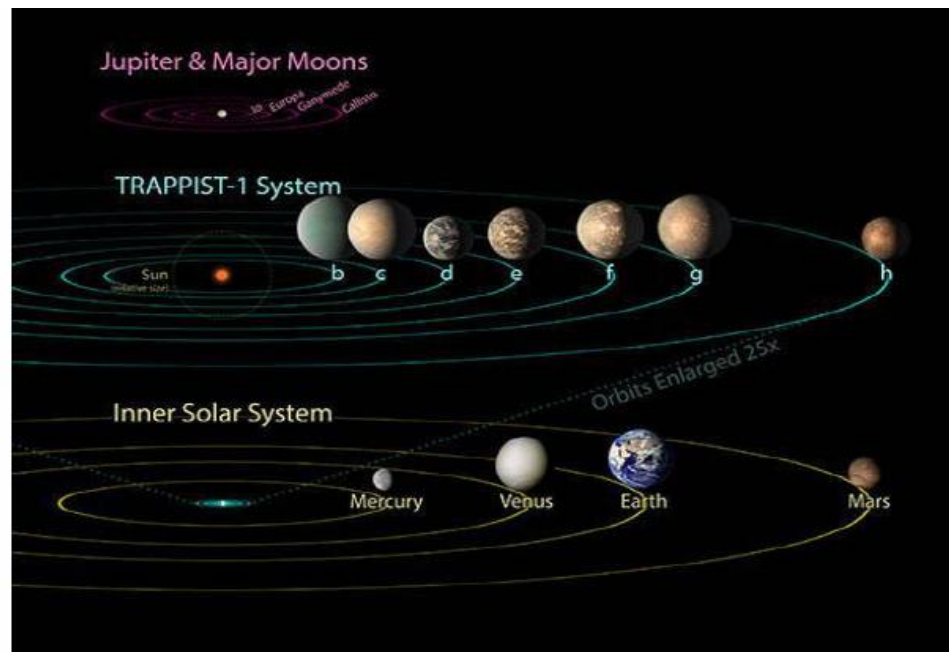
Pejzaż Wenus – wizja artystyczna
widoczne gejzery kwasu siarkowego (?)



DeAgostini, *Lo Spazio*, kolekcja video VHS, 1996

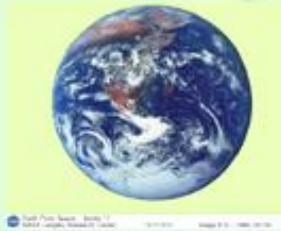
Życie na innych planetach?

- Vittorio Messori: Co Kościół uważa w kwestii życia na innych planetach? [Inchiesta sul cristianesimo]
- George Coyne (Dyrektor Papieskiego Obserwatorium Astronomicznego): Biblia w tej kwestii się nie wypowiada



Rysunek 4.12. Siedem planet systemu Trappist dookoła czerwonego karła. Niezależnie od pozornego podobieństwa z Układem Słonecznym, planety przypominają bardziej Jowisza i jego księżyce: z okresami obiegu kilku dni i odległościami od gwiazdy mniejszymi niż odległość Słońce – Merkury. ŹRÓDŁO: NASA/JPL-Caltech.

Czas



dla Ziemi

Ziemia, mimo szybkiej rotacji dnia/ nocy i powoli następujących pór roku, wydaje się być wieczna jak cały Wszechświat.

W rzeczywistości, **2/3 wieku** Wszechświata minęło bez Ziemi a nawet bez Układu Słonecznego.

Ziemia powstała zaledwie **4,5 mld** lat temu, z „mgławicy planetarnej”, po wybuchu jakiejś Super-Nowej, naszego Pra-Słońca.

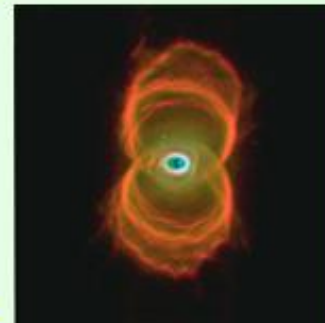
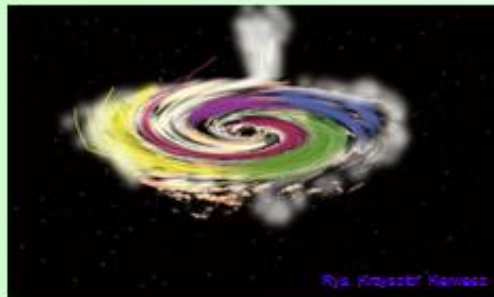
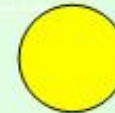


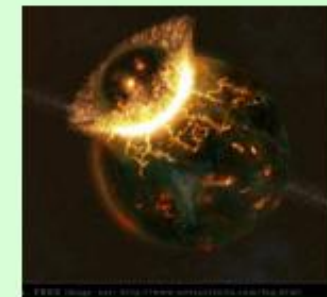
Foto: Hubble Heritage



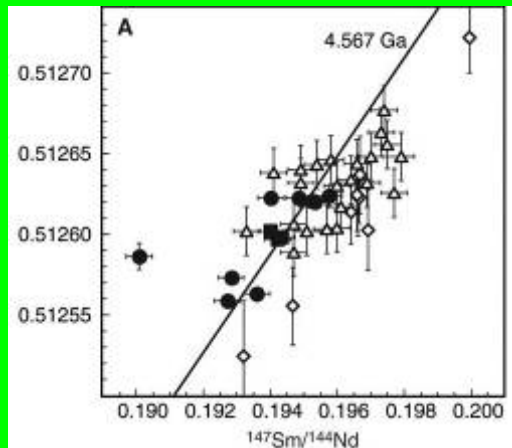
Rys: Krzysztof Kamiński

Ziemia powstała ze zlepków pyłów w wirującej chmurze, bardzo szybko po wybuchu, w ciągu jakiś **10 mln** lat. Około **100 mln** lat później w Ziemię uderzył obiekt wielkości Marsa.

To były najstraszniejsze 24 godziny w historii naszej planety: z wyrzuconej materii uformował się Księżyc.



Ile lat ma Ziemia?



Niedawne badania $^{147}\text{Sm} / ^{144}\text{Nd}$ w ziarenkach zyrkonii, pozwoliły określić wiek Ziemi na **4,567 mld lat**.
Jest to lepsza dokładność określenia czasu Ziemi niż pomiar Twojego biurka!

Śladem pierwszych, beztlenowych (cyjano?) - bakterii są australijskie stromatolity, piaskowce pozlepiane śluzem, tak z około **2,5-3 mld lat** temu.

Dopiero po paru miliardach lat fotosyntezy uzbierało się dość tlenu w atmosferze:
542 mln lat temu życie wyszło na ląd



Szereg czynników czyni Ziemię planetą nadzwyczajną

- Układ Słoneczny leży na „peryferiach” Galaktyki, z dala od śmiertelnej czarnej dziury
- Ziemia znajduje się w „właściwej” odległości od Słońca, tak aby woda nie była ani zestalona ani zbyt gorąca
- Oś Ziemi jest nachylona tak, że występują pory roku
- Masywny i bliski Księżyc stabilizuje to nachylenie osi
- Właściwa atmosfera zapewnia efekt cieplarniany +33K
- Pole magnetyczne zapewnia ochronę przed wiatrem słonecznym
- Konwekcja w płaszczu zapewnia dopływ CO₂ do atmosfery (i powoduje trzęsienia ziemi)
- Wegetacja zapewniła, przez 1-2 mld lat obecność O₂

Szukasz pięknej planety do zamieszkania? Wyjrzyj za okno!

Bibliografia

- J. D. Barrow, Frank J. Tipler, *The Anthropic Cosmological Principle*, 1986
- Nick Lane, *Life Ascending*, 2009
- Michael Gazzaniga, *Human*, 2009
- Ernan McMullin, *Ewolucja i stworzenie*, Copernicus Center, Kraków, 2014
- G. Karwasz, *Mały astronom*, Publicat, Poznań, 2016
- G. Karwasz, *Scienza e Fede*, Aracne Editrice, Roma, 2019
- G. Karwasz, *Toruński po-ręcznik do fizyki. IV Fizyka współczesna*, UMK Toruń, 2020

Wyjrzyj za okno



Dolomiti di Brenta, 2018, foto Maria Karwasz