

Evolution of the Universe. A graph showing the evolution of the universe's expansion. The x-axis is 'Time in billions of years' (Czas w miliardach lat) from -10 to 30. The y-axis is 'Radius of the Universe' (Promień Wszechświata) from 0 to 4. Three curves are shown for different density parameters: $\Omega_m = 0.3, \Omega_\Lambda = 0.7$ (red), $\Omega_m = 0.3, \Omega_\Lambda = 1.0$ (blue), and $\Omega_m = 0.3, \Omega_\Lambda = 5.0$ (green). The curves show that the universe is expanding, with the rate of expansion increasing over time.

Stacja kosmologiczna

W 1915 r., Albert Einstein opublikował równania ogólnej teorii względności, które łączą geometrię Wszechświata z ilością zawartej w nim materii i energii. Dla uwzględnienia statycznego Wszechświata (w który wówczas wierzono), dodał termin zwany stałą kosmologiczną, Λ . Kiedy w 1929 r. stało się jasne, że Wszechświat się rozszerza, Einstein oświadczył, że wprowadzenie Λ było największym błędem jego życia.

Przez większość XX wieku, Λ było ignorowane. Jednak w 1998 r., używając supernowych typu Ia, które są silniejszymi wskaźnikami odległości niż Cefeidy, dwie grupy obserwatorów odkryły, że ekspansja Wszechświata przyspiesza. Otrzymali oni za to odkrycie Nagrodę Nobla w 2011 r.

12

Promieniowanie reliktywne

Następnym etapem ekspansji Wszechświata jest jego schładzanie. Dziś jego temperatura to jedynie 3 stopnie powyżej zera absolutnego (3 K lub -270°C). Jest on skąpany w promieniowaniu będącym reliktem Wielkiego Wybuchu.

Promieniowanie to zostało przypadkowo odkryte w 1965 r. przez radioastronomów Arno Penziasa i Boba Wilsona pracujących przy odbornikach fal milimetrovych. Zaintygowani słabym sygnałem ze wszystkich stron świata skonsultowali się z astrofizykiem Robertem Dicke i jego kolegami, którzy zasugerowali, że jest to promieniowanie kosmiczne Wielkiego Wybuchu. Za to odkrycie Penzias i Wilson otrzymali w 1978 r. nagrodę Nobla.



Wielki Wybuch

Zakładając, że Wszechświat się rozszerza to początkowo musiał być bardzo gęsty i gorący. Astronom Fred Hoyle nie lubił tego modelu kosmologicznego. W 1949 r. w programie BBC nazwał go **Wielkim Wybuchem** i ta nazwa z nami została!



Jeden z pierwszych argumentów na rzecz Wielkiego Wybuchu zaproponowali George Gamow i jego uczeń Ralf Alpher w 1948 r. Wykazali oni, że jedynie w ekstremalnych warunkach gęstości i temperatury Wielkiego Wybuchu może wytworzyć się ilość helu, deuteru i litu odpowiadająca ich ilościom obserwowanym w obecnym Wszechświecie.



Horyzont Wszechświata

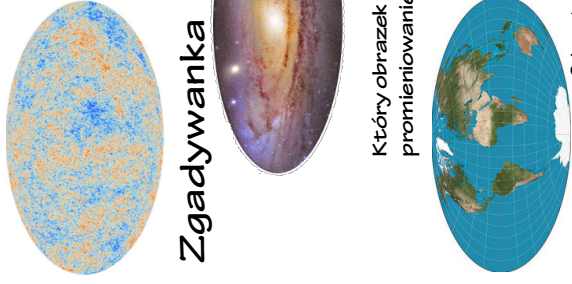
Dziś możemy prześledzić większość historii Wszechświata, zaczynając od Wielkiego Wybuchu (patrz str. 10). Liczne obserwacje potwierdzają ten model kosmologiczny, a astronomowie zbadali już wiele obserwowalnego Wszechświata. Nie mogą obserwować odległości przekraczającej określony dystans, ponieważ sygnały przybywające na Ziemię nie mogą podróżować szybciej od światła, którego prędkość to 299 792 km/s. Zatem obserwowanie odległych obiektów to jakby cofanie się w czasie. Fotony, które widzimy dzisiaj z pierwszych galaktyk, zostały wemitowane 12-13 miliardów lat temu. Widzimy więc te galaktyki w okresie ich młodości.

Podczas obserwacji fotonów promieniowania reliktyowego, patrzymy w przeszłość o 13,8 miliardów lat (popatrz na stronę 12).

Zgadywanka

Który obrazek pokazuje promieniowanie reliktywne?

Odpowiedz na odwrócie



Wielki Wybuch

Wszechświat w mojej kieszeni

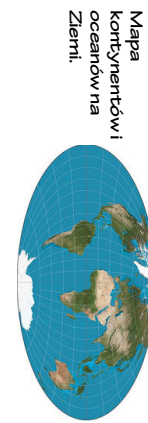
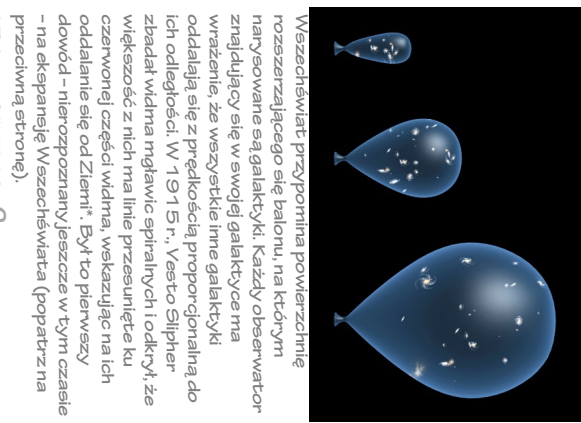
Françoise Combes
Observatorium Paryskie

TUIMB
Nr 12
THE UNIVERSE IN MY POCKET

Wszechświat w mojej kieszeni

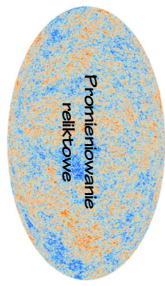
Wszechświat w mojej kieszeni

* Zobacz TUMIP 10. 2



Mapa kontynentów i oceanów na Ziemi.

Odpowiedz



Przekład na język polski:
Natalia Zywicka-Hejzner
TUMIP Creative Commons



Aby dowiedzieć się więcej o tej serii o temacie zaprezentowanym w tej książeczce odwiedź:
<https://www.tumip.org>



Źródło: NASA/WMAP
(zobacz również stronę 10).

Wszelkie prawa zastrzeżone. Książeczka została napisana w 2020 przez François Combes z Obserwatorium paryskiego (Francja).

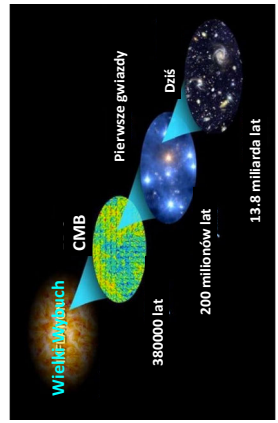
Wszelkie prawa zastrzeżone. Książeczka została napisana w 2020 przez François Combes z Obserwatorium paryskiego (Francja).

Ciemna energia

Ekspanja miała zostać spowolniona przez przyciąganie grawitacyjne całej materii we Wszelkim świecie.

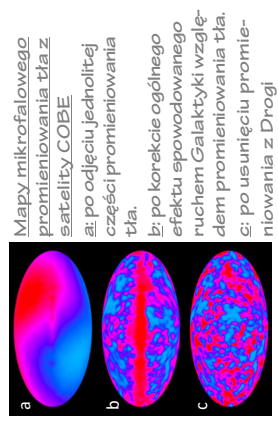
Jeżeli ekspansja przyspiesza, jak obecnie myślimy, oznacza to, że istnieje element, który wywiera siłę odpychającą. Tę rolę odgrywa stała kosmologiczna, którą nazywamy **ciemną energią**. Sprawiłoby to, że wszystkie obserwacje, takie jak krzywizna i wiek Wszelkiego świata (który może być mniejszy niż wiek najstarszych gwiazd), byłyby ze sobą zgodne. Pozostaje odkryć naturę tej ciemnej energii.

Historia Wszelkiego świata, jaką rozumiemy dzisiaj, jest opisana na str. 10, a jej los jest schematycznie przedstawiony na str. 8.

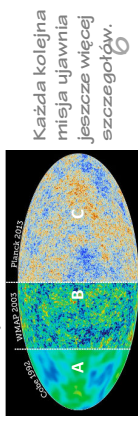


Uproszczona historia Wszelkiego świata:
• W pierwszych minutach: Wielki Wybuch oraz powstawanie cząstek i promieniowania.
• Po 380 000 latach, rekombinacja protonów i elektronów w atomy wodoru.
• Po 200 milionach lat, powstawanie pierwszych gwiazd w pierwszych galaktykach i postępująca rejonizacja Wszelkiego świata.
• Wreszcie, do dzisiaj, transformacja galaktyk przez łączenie mniejszych galaktyk.

Rozszerzanie Wszelkiego świata
Jak powstały galaktyki? Sto lat temu niewiele było wiadomo o odnośnię tego czy istnieją galaktyki poza naszą własną, czyli Drogą Mleczną. W 1908 r., Henrietta Leavitt wykazała, że w przypadku gwiazd o zmiennej jasności – Cefeid – odstęp czasu między dwoma kolejnymi maksimum jest związany z ich jasnością. W 1925 r., kiedy Edwin Hubble zidentyfikował Cefeidy w **mgławicach spiralnych**, był w stanie oszacować odległości do nich i udowodnić, że znajdują się poza Drogą Mleczną. Od tego czasu mgławice spiralne nazywane są **galaktykami**. W 1927 r. Georges Lemaitre zrozumiał, że "ucieczka" galaktyk jest efektem ekspansji Wszelkiego świata. W 1929 r. ustalił związek między odległością, a prędkością galaktyk. Ten kluczowyHubble'a, został przemianowany na prawo Hubble-Lemaitre w 2018 r.



Mlecznej i pobliskich galaktyk, w końcu porównując te mapy dostrzegamy niewielkie fluktuacje promieniowania tła (1/100 000 amplitudy), czyli stan Wszelkiego świata podczas rekombinacji. Rozprożone tło zaobserwowane przez COBE w 1992 r. (A), przez WMAP w 2003 r. (B) i przez satelitę Planck wysłany przez NASA i ESA w 2013 r. (C).



Każda kolejna misja ujawnia jeszcze więcej szczegółów.