

LOII Temat zajęć: Kosmologiczne modele budowy Wszechświata.

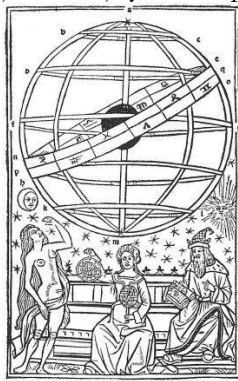
Zagadnienia dotyczące budowy Wszechświata nurtowały ludzkość od zawsze. Nauką o budowie i ewolucji Wszechświata jest kosmologia. Dyscyplina ta zajmuje się w zasadzie ogólną problematyką podejmowaną przez astronomię, jednak w sposób bardziej syntetyczny, nie wnikając w szczegóły. Współczesna kosmologia od strony warsztatu naukowego jest związana z astronomią pozagalaktyczną i teorią grawitacji. Pewne wyniki i metody badań kosmologicznych znajdują się także w obszarze zainteresowań filozofii, czego przyczyną są liczne implikacje światopoglądowe, jakie niesie za sobą badanie Wszechświata.

Twoje cele

- Omówisz, jak rozwijała się wiedza kosmologiczna na przestrzeni dziejów.
- Scharakteryzujesz główne teorie kosmologiczne.
- Wyjaśnisz podstawowe pojęcia kosmologiczne.

Kosmologia starożytna i reforma kopernikańska

- Współczesna kosmologia ma bardzo niewiele wspólnego z dawnymi teoriami kosmologicznymi. Ich poznanie jest jednak pod pewnym względem ważne, gdyż wyjaśnia tok rozumowania, który nie różni się zasadniczo od dzisiejszego. Pierwsze modele kosmologiczne tworzono, mając na uwadze podstawowe dla starożytnych prawo fizyki, które mówiło: ruchy wszystkich ciał niebieskich są ruchami jednostajnymi po kole. Oczywiście prawo to było błędne, a jego ścisłe przestrzeganie przez ówczesnych astronomów opóźniło rozwój astronomii.
- Kluczowym osiągnięciem kosmologii starożytnej była budowa modelu geocentrycznego. W nim to, jak wiemy, to Ziemia znajdowała się w środku układu planetarnego. Dopiero Mikołaj Kopernik dał nowy początek astronomii, wprowadzając układ heliocentryczny. Niemniej nie wyrzekł się starożytnej myśli, że ruchy ciał niebieskich są ruchami kołowymi jednostajnymi. Dopiero Johannes Kepler obalil te poglądy.



- Drzeworyt z XV w. ukazujący Uranie, Astronomię i Klaudiusza Ptolemeusza na tle geocentrycznego modelu świata
- Źródło: Kopernikański Portal Naukowy Nicolaus Copernicus Thoruniensis, domena publiczna, dostępny w internecie: http://copernicus.torun.pl/nauka/astronomia/2/jw_3.jpg.

Kosmologia przedrelatywistyczna

- Istotny progres w kosmologii nastąpił po ogłoszeniu, a następnie akceptacji przez naukę, prawa grawitacji Newtona. Stało się ono inspiracją do powstania i rozwoju nowych koncepcji kosmologicznych, które zakładały, że [geometria euklidesowa](#) przestrzeni i jednorodny czas płynący jednostajnie mogą zostać wykorzystane do opisu zjawisk we Wszechświecie. Przy czym zakładano, że przestrzeń i czas są parametrami niezależnymi od rozmieszczenia materii. W kosmologii newtonowskiej przyjmujemy zasadę, że nie ma miejsc uprzywilejowanych we Wszechświecie. Dlatego też Ziemia, podobnie jak w modelu Kopernika, nie zajmuje szczególnego miejsca we Wszechświecie.
- Jak się wkrótce okazało, kosmologia newtonowska nie była idealna i nie dawała odpowiedzi na pojawiające się wątpliwości. Dotyczyło to przede wszystkim trzech paradoksów: paradoksu fotometrycznego Olbersa, paradoksu Seeligera i paradoksu „ciepłej śmierci”. Dopiero po opracowaniu ogólnej teorii względności Einsteina możliwe stało się pokonanie wspomnianych trudności.

Rozwój narzędzi badawczych współczesnej kosmologii

- Wraz z pojawieniem się ogólnej teorii względności nastąpił równoległy postęp w zakresie astronomii pozagalaktycznej i radioastronomii. Badania skupiły się w znacznej mierze na badaniu galaktyk. Vesto M. Slipher zauważył, że widma galaktyk są z reguły przesunięte w kierunku czerwieni. Ponadto stwierdził, że owo przesunięcie jest wprost proporcjonalne do odległości badanej galaktyki (przynajmniej w pierwszym przybliżeniu). Zaobserwowane zjawisko nazwano „poczerwienieniem” galaktyk. Z przesuwania się widma ku czerwieni należy wnioskować oddalanie się innych galaktyk od siebie, więc także i od naszej galaktyki. Prędkość oddalania się jest proporcjonalna do odległości dwóch galaktyk od siebie.



- Radioteleskop w Piwnicach pod Toruniem
- Źródło: R. Feiler, CC BY-SA 3.0, <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>, dostępny w internecie: commons.wikimedia.org.

Ciekawostka

- Odkrycie poczerwienienia galaktyk pozwoliło na znaczny rozwój wielu obszarów kosmologii. Przede wszystkim dotyczyło obliczania odległości poszczególnych galaktyk. Jeśli wartość przesunięcia dopplerowskiego linii widmowej (określa ona prędkość oddalania się galaktyki) jest proporcjonalna do odległości tego obiektu r , wówczas konieczna jest jeszcze znajomość współczynnika proporcjonalności H z tej zależności, aby móc w oparciu o obserwacje widma galaktyki wyznaczyć jej odległość od nas. Stała H nazywana jest stałą Hubble'a. Współcześnie jej wartość szacowana jest na 74,03 km/s na [megaparsek \(Mps\)](#). Stała H jest odwrotnie proporcjonalna do wieku Wszechświata. Wpływ niepewności wyznaczania H na wiek Wszechświata prezentuje poniższe zestawienie:

STAŁA HUBBLE'A H (km/s/Mps)	WIEK WSZECHŚWIATA (mln lat)
50	19,6
53	18,4
70	14
100	9,8

- Stała Hubble'a a wiek Wszechświata
- Źródło: [Englishsquare.pl](https://englishsquare.pl) sp. z o.o., CC BY-SA 3.0, <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>.
- Inny ważny fakt obserwacyjny, prócz przesunięcia ku czerwieni, dotyczył rozmieszczenia przestrzennego galaktyk, które – rozpatrywane w dużej skali – może być uważane za jednakowe we wszystkich kierunkach przestrzeni. Był to argument przemawiający za słusnością [zasady kosmologicznej](#).

Kosmologia relatywistyczna

- Dzięki nowym odkryciom i danym obserwacyjnym oraz teorii względności pojawiły się nowe teorie kosmologiczne. Czas i przestrzeń nie są już w nich rozpatrywane oddzielnie od rozmieszczenia materii. Prawa grawitacji Newtona zostały zastąpione przez uogólnienia teorii względności Einsteina. Geometria euklidesowa została zastąpiona przez tzw. przestrzeń Riemanna o krzywiznie zależnej od rozmieszczenia mas.
- W połowie lat 50. XX wieku w kosmologii dominowały dwa modele teoretyczne – model nawiązujący do teorii stanu stacjonarnego i model ewolucji. Pierwszy z nich zakłada obraz świata, który nie zmienia się w czasie i przestrzeni, a także pozwala na precyzyjne przewidywanie wyników wielu obserwacji. W drugim przypadku obraz Wszechświata podlega zmianom w czasie.
- Współcześnie powszechnie przyjmowana jest teoria Wielkiego Wybuchu. W oparciu o nią powstały dwa modele różniące się zasadniczo w kwestii koncepcji rozszerzającego się Wszechświata. Pierwszy zakłada, że Wszechświat będzie się rozszerzał w nieskończoność.

Drugi model wskazuje, że „ucieczka” galaktyk jest na tyle wolna, że grawitacja może zwolnić, co doprowadziłoby do zatrzymania ekspansji. Wszechświat po osiągnięciu stanu krytycznego zacząłby się zapadać (nastąpiłaby Wielka Zapaść). Wszechświat w modelu tym mógłby cyklicznie kurczyć się i rozszerzać.