

Sekcja 11: Kosmologia i Teoria Względności

1. Kosmiczna chronologia

Uporządkuj chronologicznie następujące wydarzenia wczesnego wszechświata: Rekombinacja (tworzenie neutralnych atomów), Nukleosyntezą Wielkiego Wybuchu, Inflacja, Powstanie pierwszych galaktyk, Era plazmy kwarkowo-gluonowej.

2. Prawo Hubble'a

Zgodnie z prawem Hubble'a ($v = H_0 d$) i przyjmując $H_0 \approx 70$ (km/s)/Mpc, w jakiej odległości galaktyka oddalałaby się od nas z prędkością światła? Definiuje to przybliżony rozmiar obserwowlanego wszechświata.

3. Rok galaktyczny

Nasz Układ Słoneczny orbituje wokół centrum Drogi Mlecznej (odległość około 27 000 lat świetlnych) z prędkością około 220 km/s. Ile czasu zajmuje wykonanie jednej orbity ("rok galaktyczny")?

4. Dylatacja czasu

Mion ma średni czas życia $2.20\ \mu s$ w swoim układzie spoczynkowym. Jeśli porusza się z prędkością $0.990c$, jaki będzie jego średni czas życia zmierzony przez obserwatora na Ziemi?

5. Skrócenie długości

Jaką prędkość musi mieć linijka o długości 1 metra, aby jej długość była obserwowana jako 0,5 metra z powodu skrócenia (kontrakcji) długości?

6. Masa-Energia

Bomba atomowa "Little Boy" zamieniła około 0,7 grama masy w energię. Używając $E = mc^2$, oblicz uwolnioną energię w dżulach. (1 kilotona TNT to ok. 4.184×10^{12} J).

7. Paradoks bliźniat

Astronauta spędza rok na ISS, która porusza się z prędkością około 7,66 km/s. O ile młodszy byłby astronauta od swojego bliźniaka na Ziemi z powodu kinetycznej dylatacji czasu?

8. Transformacja prędkości

Rakieta poruszająca się z prędkością $0.8c$ oddala się od Ziemi i wystrzeliuje sondę do przodu z prędkością $0.5c$ względem rakiety. Jaka jest prędkość sondy zmierzona przez obserwatora na Ziemi?

9. Fizyka wysokich energii

Ile energii (w GeV) potrzeba, aby przyspieszyć proton ze spoczynku do prędkości $0.99c$? Masa spoczynkowa protonu wynosi około $938\text{ MeV}/c^2$.

10. Masa relatywistyczna

Jaka jest masa relatywistyczna samochodu o masie 1000 kg poruszającego się z prędkością 99,9% prędkości światła?