jednak powszechnie przyjęte łączenie tych problemów i przyjmowano, że w całym Wszechświecie mamy globalny problem brakującej masy. Dzięki kampaniom obserwacyjnym zakrojonym na coraz większą skalę, które zapoczątkował słynny przegląd nieba wykonany w Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, astronomowie uzyskiwali coraz obszerniejsze i sięgające coraz dalej w przeszłość katalogi galaktyk. Mapy te ukazały, że galaktyki nie są rozłożone losowo w przestrzeni, ale mają silną tendencję do grupowania się. Okazało się również, że galaktyki nie grupują się tylko w zwykłe skupiska (takie jak znane już od dawna gromady galaktyk), ale w znacznie większe struktury, takie jak kosmiczne włókna i ściany, pomiędzy którymi znajdują się wielkie przestrzenie pozbawione galaktyk, które nazwano pustkami. Taką strukturę, w jaką układają się galaktyki w największych skalach, nazywamy dziś Kosmiczną Siecią. By połączyć problemy brakującej masy we wszystkich skalach, potrzebny był ostatni element – rozwój metody, jaką stosowali najpierw Le Verrier, a potem lord Kelvin, Zwicky i Rubin. Mowa tu o metodzie pozwalającej przewidzieć, jak powinna wyglądać struktura galaktyki w największych skalach. Tutaj jednak analityczne rachunki matematyczne, stosowane z powodzeniem do tej pory, załamywały się, gdyż powstawanie galaktyk zachodzi w skalach, gdzie kosmiczne oddziaływania grawitacyjne stają się nieliniowe. Powoduje to, że precyzyjne rachunki stają się arcytrudne lub wręcz niemożliwe.

W sukurs przyszedł astronomom rozwój komputerów. Nowe narzędzie umożliwiło symulacje numeryczne powstawania galaktyk i formowania się z nich wielkoskalowej struktury Wszechświata. Szybko okazało się, że symulacje bez odpowiedniej ilości ciemnej materii nijak nie chciały wyprodukować układu galaktyk zgodnego z obserwacjami. Tylko te, w których założono obecność sporej ilości ciemnej materii, dawały wyniki zgodne z obserwowanym Wszechświatem. Naukowcy zrozumieli, że problem brakującej masy w galaktykach i gromadach galaktyk tak naprawdę dotyczy całego Wszechświata i wszystkich skal. Tak oto narodziła się współczesna hipoteza kosmicznej ciemnej materii, której grawitacja rządzi nie tylko prawami ruchu gwiazd i galaktyk, ale losami całego Kosmosu. O tym napiszemy w następnym numerze.

Zadania

Przygotował Łukasz BOŻYK

Triangulacją n-kąta (niekoniecznie wypukłego) nazywamy podział tego wielokąta na $n-2$ trójkąty przy użyciu pewnej liczby nieprzecinających się przekątnych (które mogą mieć wspólne końce).

M 1606. Dana jest triangulacja pewnego n-kąta. Wykazać, że jego wierzchołki można tak pokolorować trzema kolorami, aby każde dwa punkty połączone bokiem lub jedną z narysowanych przekątnych miały różny kolor.
Rozwiązanie na str. 10

M 1607. Dana jest triangulacja pewnego n-kąta o tej własności, że w każdym wierzchołku tego trójkąta schodzi się nieparzysta liczba trójkątów tej triangulacji. Wykazać, że n jest liczbą podzielną przez 3.
Rozwiązanie na str. 6

M 1608. Dana jest triangulacja pewnego n-kąta, przy czym $n \geqslant 4$. Na czarno malujemy wszystkie trójkąty tej triangulacji, których dokładnie jeden bok jest przekątną danego n-kąta, a na biało – wszystkie trójkąty tej triangulacji, których wszystkie trzy boki są przekątnymi danego n-kąta. Wykazać, że liczba czarnych trójkątów jest o 2 większa od liczby białych trójkątów.
Rozwiązanie na str. 10

Przygotował Andrzej MAJHOFER

F 979. Stosunek częstości kolejnych półtonów muzycznej skali wynosi $\sqrt[12]{2} \approx 1{,}059$. Przyjmijmy, że odbieramy dźwięk jako czysty, jeśli różni się od przypisanej mu częstości o nie więcej niż 1/16 tonu. Ile co najmniej musi trwać dźwięk o częstości $\nu_1 = 880\,\mathrm{Hz}$ śpiewany przez sopranistkę, a ile dźwięk odpowiadający $\nu_2 = 110\,\mathrm{Hz}$ śpiewany przez głos basowy?
Rozwiązanie na str. 17

F 980. Zaobserwowano cząstkę o czasie życia $\tau = 3 \cdot 10^{-25}$ s. Z jaką dokładnością można wyznaczyć jej masę spoczynkową? Stała Plancka $h = 6{,}63 \cdot 10^{-34}$ Js, prędkość światła $c = 3 \cdot 10^{8}$ m/s.
Rozwiązanie na str. 17