

Dzieje Słońca

Henryk BILOR

¹Gwiazdy zmienne – gwiazdy zmieniające swoją jasność na skutek zmiany temperatury lub rozmiarów (co na ogół zachodzi jednocześnie). Gwiazdy zmienne zaćmieniowe (układy gwiazd wzajemnie przesłaniających się) nie interesują nas w tym artykule.

Kurczenie następowało nadal i zgodnie z zasadą zachowania momentu pędu następowało przyspieszenie prędkości obrotowej całego układu (podobnie jak łyżwiarz kręcący piruety zwiększa tempo obrotów przez złożenie rąk). Z cząstek pyłu krążącego wokół protogwiazdy zaczęły powstawać okruchy skał, a następnie, gdy wiele z nich zlepilo się, tworzyły się planety. Jednej z protoplanet niewiele brakowało, aby sama stała się małą gwiazdą – brązowym karłem. Był to Jowisz, jednak zgromadził zbyt mało gazu, by mogły rozpocząć się w nim reakcje termojądrowe. Ten olbrzymi glob, który stale grawitacyjnie się kurczy (w ten sposób produkuje ciepło), promieniuje więcej ciepła, niż otrzymuje od Słońca. Większość pierwiastków, z których składa się Ziemia, tworzyła naszą planetę już w jej początkowym okresie. Od tego czasu przybywa ich jedynie z upadkami ogromnej ilości meteoroidów. Gdy temperatura w jądrze Protosłońca osiągnęła 10 milionów stopni, rozpoczęły się reakcje termojądrowe polegające na łączeniu się jąder wodoru i powstawaniu jąder helu. Narodziło się Słońce. Przez pierwsze kilkadziesiąt milionów lat było niestabilne, co objawiało się głównie zmianami jasności (w okresie maksymalnej jasności gwiazda może być kilkaset razy jaśniejsza niż w okresie minimalnej jasności). Przechodziło okresy, w których obecnie znajdują się gwiazdy typu FU Orionis, a następnie typu T Tauri (reprezentowane przez T Tauri północną, fot. 1).



Fot. 1. Gwiazda T Tauri wraz z mgławicą NGC 1555 (autor: Dominik Woś).

Blisko pięć miliardów lat temu obserwator znajdujący się na skraju naszej Galaktyki zauważył wybuch pobliskiej gwiazdy supernowej. Wybuch ten utworzył falę uderzeniową rozprzestrzeniającą się także w kierunku olbrzymiej mgławicy zbudowanej głównie z wodoru i helu. Mgławica o średnicy kilkudziesięciu lat świetlnych (odległość najbliższej Słońcu gwiazdy wynosi nieco ponad 4 lata świetlne) do tej pory pozostawała względnie stabilna. Fala uderzeniowa zaburzyła tę stabilność – mgławica zasilona wieloma wytworzonymi w supernowej pierwiastkami (w tym węglem, tlenem, azotem, krzemem) zaczęła się lokalnie zagęszczać. Jedno z takich zagęszczeń miało stać się w przyszłości naszą gwiazdą dzienną. Po kilkuset tysiącach lat lokalne zagęszczenie skurczyło się do rozmiarów naszego dzisiejszego Układu Słonecznego. Wraz z kurczeniem się obłoku gazu temperatura w jego wnętrzu zaczęła rosnąć, zaczęło się wydzielać ciepło w postaci promieniowania podczerwonego. Gdy temperatura osiągnęła około 50 tysięcy stopni, narodziło się Protosłońce. Był to mniej więcej taki etap ewolucji, na jakim obecnie znajduje się gwiazda zmienna T Tauri południowa¹.

Gwiazdę T Tauri możemy obserwować już dobrą lornetką w gwiazdozbiorze Byka, tuż obok otwartej gromady gwiazd, Hiad. Na zdjęciach T Tauri widoczna jest mgławica otaczająca gwiazdę. Powstanie z niej układ planetarny, być może podobny do naszego, a za kilka miliardów lat może na którejś z planet powstanie życie. Wewnątrz tej mgławicy znajduje się wspomniana wcześniej T Tauri południowa, która na razie widoczna jest jedynie w podczerwieni. Te dwie gwiazdy tworzą fizyczny układ podwójny.

Następnie Słońce „uspokoilo się” i w takim stabilnym stanie trwa przez ostatnie 4,5 miliarda lat aż do dzisiejszego dnia, zwiększając stopniowo swoją jasność (na początku świeciło z jasnością 0,7 aktualnej). Obecnie jest bardzo spokojną gwiazdą, powodując jedynie przez swoje „grymasy” piękne zorze polarne (fot. 2) czy zaburzenia w łączności satelitarnej.



Fot. 2. Zorza polarna (autor: Wojciech Burzyński).

Promieniowanie słoneczne dostarcza energii do życia, umożliwia roślinom „produkcję” żywności, a nam zdobywanie ładnej opalenizny, ale także (gdy w nadmiarze) oparzeń. A wszystko to dzięki zamianie 570 milionów ton wodoru na hel w każdej sekundzie. Jednocześnie z promieniowaniem Słońce w każdej sekundzie traci około 4 milionów ton swojej masy w postaci cząstek. Za następne około 5 miliardów lat wyczerpią się zapasy wodoru w jądrze Słońca, a temperatura będzie zbyt niska, żeby funkcję źródła energii zajęła przemiana helu w węgiel. Podczas gdy jądro będzie się kurczyło, zwiększając temperaturę, zapali się wodór w płaszczu otaczającym helowy środek gwiazdy.

Zwiększające się ciśnienie spowoduje spęcznienie zewnętrznych warstw Słońca z jednoczesnym spadkiem powierzchniowej temperatury, dzięki czemu Słońce będzie coraz bardziej czerwone. Podczas zwiększania swoich rozmiarów pochłonie Merkurego, jednak dzięki utracie masy na skutek emisji silnego wiatru słonecznego przyciąganie grawitacyjne Słońca zmniejszy się, co spowoduje przesunięcie się planet na dalsze orbity i prawdopodobnie uchroni Ziemię i być może Wenus przed losom najbliższej Słońcu planety. Jednak życia już dawno na Ziemi nie będzie. Wzrost promieniowania otrzymywanego od Słońca spowoduje znaczne podniesienie się temperatury jej powierzchni, co, oczywiście, spowoduje odparowanie oceanów, a być może nawet całkowite „zdmuchnięcie” atmosfery. Ziemia stanie się wypalonym, suchym, niegościnnym miejscem.

W tym czasie Słońce na diagramie Hertzsprunga–Russella (pokazującym zależność jasności absolutnej gwiazdy od jej barwy) przesunie się wyraźnie do góry i w prawo, co znaczy, że zmniejszy się temperatura powierzchniowa, jednak dzięki znacznie większej powierzchni zwiększy się jego jasność.

Następnie, gdy temperatura w jądrze Słońca osiągnie około 100 milionów stopni, rozpocznie się reakcja przemiany helu w węgiel i tlen. Nastąpi tzw. błysk helowy, czyli wyzwolenie ogromnej ilości energii, która jednak w znikomej części spowoduje zwiększenie jasności gwiazdy, gdyż zostanie pochłonięta przez wewnętrzne warstwy. Następnie bardzo szybko Słońce zmniejszy swoje rozmiary, aby ponownie zacząć je powiększać w momencie zapalenia helu w otocze jądra. W tym czasie może się zdarzyć, że przetnie tzw. pas niestabilności na diagramie H-R i stanie się gwiazdą pulsującą – mirydą. Ten etap ewolucji możemy podziwiać nawet gołym okiem (w okresach maksimum jasności) w kilku miejscach nieba. Najwcześniej opisaną, bo już w XVII wieku, jest gwiazda omikron Wieloryba, zwana inaczej Cudowną (Mira). Gwiazda ta w okresach największej jasności bywa najjaśniejsza w gwiazdozbiore Wieloryba (fot. 3), a w minimum jasności jest widoczna za pomocą dobrych lornetek. W pewnym momencie Słońce odrzuci otoczkę, odsłaniając gorące jądro – powstanie mgławica planetarna i w środku biały karzeł; patrz okładka.



Fot. 3. Mira w pobliżu minimum i maksimum jasności (autor: Leszek Marcinek).

Gwiazda ta, nie mając dosyć masy, by zapoczątkować przemianę węgla i tlenu w cięższe pierwiastki, znacznie powoli stygnąć, przemieniając się w czarnego karła. I będzie to ostatnie stadium gwiazdy podobnej naszemu Słońcu. Będzie to jednocześnie najdłuższy, trwający kilkadziesiąt miliardów lat etap życia gwiazdy.

Bezstronny obserwator przemieści się w inne miejsce, by oglądać narodziny kolejnej gwiazdy. Gdzie my wtedy będziemy?

Gwiazdy wymienione w artykule:

Supernowa – wybuch starej, masywnej gwiazdy, podczas którego zwiększa ona jasność setki milionów razy, osiągając jasność porównywalną z jasnością całej galaktyki. Podczas wybuchu wyrzucane są w przestrzeń ciężkie pierwiastki wyprodukowane w gwieździe. Pozostałościami po wybuchu są gwiazda neutronowa lub czarna dziura, otoczone mgławicą (np. słynna mgławica Krab w Byku).

T Tauri – prototyp gwiazd wykazujących niewielkie, nieprzewidywalne wahania jasności spowodowane niestabilnością dysku otaczającego gwiazdę, wybuchami w atmosferze lub przesłonięciem przez obłok, z którego powstały.

Białe karły – małe gwiazdy o rozmiarach zbliżonych do rozmiarów Ziemi, których materia osiąga gęstość rzędu 1000 kg/cm^3 .

Mirydy – czerwone olbrzymy (o średnicy kilkaset razy większej niż średnica Słońca) o zmiennych rozmiarach i – co się z tym wiąże – zmiennej jasności, w okresie 90–1000 dni. Pulsują one w miarę regularnie.

FU Orionis – prototyp gwiazd charakteryzujących się znacznym wzrostem jasności (do kilkuset razy) w ciągu kilku miesięcy, a następnie (po okresie niezmienności) powolnym jej spadkiem w ciągu wielu lat. Wszystkie znane tego typu gwiazdy są otoczone mgławicą.

Podyskutować na temat artykułu, znaleźć mapki konieczne do obserwacji gwiazd zmiennych, jak i dowiadywać się na bieżąco o ciekawostkach ze „świata” gwiazd zmiennych można na forum astronomicznym: <http://astro4u.net/yabbse/index.php>.