

### [Akceptuje](#)

W ramach naszej witryny stosujemy pliki cookies w celu świadczenia państwu usług na najwyższym poziomie, w tym w sposób dostosowany do indywidualnych potrzeb. Korzystanie z witryny bez zmiany ustawień dotyczących cookies oznacza, że będą one zamieszczone w Państwa urządzeniu końcowym. Możecie Państwo dokonać w każdym czasie zmiany ustawień dotyczących cookies. Więcej szczegółów w naszej [Polityce Prywatności](#)

[Portal](#) [Informacje](#) [Katalog firm](#) [Praca](#) [Szkolenia](#) [Wydarzenia](#) [Porównania międzylaboratoryjne](#)  
[Kontakt](#)



**[Laboratoria](#)**  
**[.net](#)**  
**[Innowacje](#)**  
**[Nauka](#)**  
**[Technologie](#)**

[Logowanie](#) [Rejestracja](#) [pl](#)

Newsletter

zapisz się



- [Nowe technologie](#)
- [Felieton](#)
- [Tygodnik "Nature"](#)
- [Edukacja](#)
- [Artykuły](#)
- [Przemysł](#)

[Strona główna](#) > [Felieton](#)

## Życiorysy gwiazd



**Wszystkie gwiazdy powstają podobnie - z obłoków molekularnych, czyli międzygwiazdowych galaktycznych chmur pyłu i gazu o bardzo małej gęstości. Obłoki te mogą trwać w „bezproduktywnym” bezruchu miliony czy nawet miliardy lat. By powstała z nich gwiazda, coś musi zakłócić stabilność obłoku, potrzebny jest impuls, który spowoduje zagęszczenie jego struktury i niestabilność grawitacyjną. Bodźcami takimi są głównie dwa zjawiska. Pierwsze to wybuchy gwiazd supernowych: są tak potężne, że towarzyszące im fale uderzeniowe mogą destabilizować i zagęszczać obłoki. Drugim bodźcem bywają kolizje galaktyk (do takich zderzeń dochodzi dość często), wywołujące zmianę ich struktur i znaczny ruch w obłokach molekularnych. Gdy jakaś część obłoku osiągnie dostateczną gęstość, rozpoczyna się w nim proces zapadania grawitacyjnego. W centrum zagęszczenia powstaje protogwiazda, często z dyskiem protoplanetarnym wokół, z którego protogwiazda wciąż przejmuje materię i dzięki czemu się powiększa.**

Badacze nieba wyróżniają gwiazdotwórcze rejony wszechświata - obszary galaktyk, w których powstaje dużo nowych gwiazd. Istnieją one i w naszej galaktyce, i w innych, np. w Obłokach Magellana. Mgławica Tarantula w Wielkim Obłoku Magellana jest najbardziej aktywnym rejonem narodzin gwiazd w całej Grupie Lokalnej, czyli gromadzie galaktyk, do których należy też nasza Droga Mleczna.

Protogwiazdy przeobrażają się następnie w gwiazdy o masach zależnych od tego, jak duży fragment obłoku molekularnego został zagęszczony. Zdecydowanie najwięcej w kosmosie jest gwiazd bardzo małych i małych (co oznacza, że małe są ich masy), np. w naszej Galaktyce stanowią one ponad 90% wszystkich gwiazd. Szacuje się, że w galaktykach zbliżonych strukturą do naszej jest podobnie.

- Pytanie brzmi, co to znaczy małe - wyjaśnia prof. Tomasz Bulik z Obserwatorium Astronomicznego Wydziału Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego - i możemy na nie próbować odpowiedzieć, używając przykładów różnych gwiazd. Generalnie jednak szacunek jest taki, że gdy zwiększamy skalę masy gwiazdy dziesięciokrotnie, to otrzymujemy od 300 do 500 razy mniej gwiazd. To najlepiej obrazuje rzadkość występowania w kosmosie gwiazd masywnych.

### **Nieudane gwiazdy**

Gdy obiekt kształtujący się z obłoku molekularnego ma mniej niż 8% masy Słońca (około 80 Jowiszy), staje się brązowym karłem. Jest tak mały (ma małą masę), że w jego wnętrzu nie dochodzi do zapłonu wodoru, czyli reakcji termojądrowej: łączenia atomów lekkich pierwiastków i ich przemiany w pierwiastki cięższe. Jest to podstawowa reakcja pozwalająca gwiazdom istnieć i się przeobrażać. Bez niej gwiazdy nie mogłyby powstawać i ewoluować. Dwie siły działające w gwiazdzie, a mianowicie: skierowane na zewnątrz ciśnienie powstałe w wyniku podgrzewania jej wnętrza przez reakcje termojądrowe oraz grawitacja gwiazdy, działająca w kierunku do wnętrza, równoważą się i pozwalają całemu obiektowi utrzymywać równowagę. W przypadku brązowych karłów dochodzi jedynie do zapalenia lekkiego izotopu wodoru - deuteru. Dalej już spalanie termojądrowe nie może

następować, gdyż temperatura wewnątrz brązowego karła jest za niska. Dlatego takie obiekty świecą bardzo słabo, są trudno dostrzegalne i noszą nazwę nieudanych gwiazd. To coś pomiędzy najmniejszymi gwiazdami a największymi planetami. Prawie gwiazdy.

Choć przypuszcza się, że brązowych karłów jest bardzo dużo, być może nawet więcej niż gwiazd typowych, to z racji niezwykle małych mas (i w rezultacie rozmiarów) nie wchodzi w skład największej populacji gwiazdowej noszącej nazwę ciągu głównego, a więc wszystkich gwiazd, w których dochodzi do „spalania” wodoru oraz jego przemiany w hel. Ciąg główny to największa populacja gwiazd na diagramie Hertzsprunga-Russella ukazującym zależność między temperaturami gwiazd a ich jasnościami; diagram ten pozwala też szacować wiek gwiazd oraz określać stadium ich życia. Etap „spalania” wodoru trwa najdłużej, od 70 do 90% całego życia gwiazdy. Wszystkie gwiazdy, które mieszczą się w granicach ciągu głównego, a więc są na etapie „spalania” wodoru, noszą nazwę karłów. Nazewnictwo to może być nieco mylące, ponieważ do ciągu głównego zalicza się także gwiazdy bardzo masywne (błękitne gwiazdy o typie widmowym O, które mogą być olbrzymami lub nawet nadolbrzymami), jeśli tylko przechodzą one etap „spalania” wodoru. Jednak takie obiekty bardzo szybko ewoluują i równie szybko opuszczają ciąg. Ponieważ ciąg główny w lwiej części składa się z gwiazd mało masywnych, czyli typowych karłów - o masach od 0,1 do 4 mas Słońca - uznaje się i mówi, że formacja ta jest właśnie formacją karłów.

Jeśli gwiazda osiąga masę od 0,1 do 0,5 masy Słońca, nosi nazwę czerwonego karła. Czerwone karły są małe i chłodne (temperatura ich powierzchni nie przekracza 4000°C), świecą więc na czerwono - stąd nazwa. Te już mogą „spalać” wodór. Ponieważ robią to niezwykle wolno, mogą żyć bardzo długo - kilkadziesiąt lub nawet ponad 100 mld lat. W związku z tym nie możemy być świadkami śmierci żadnej z tych gwiazd. Cały wszechświat trwa na to zbyt krótko (jego wiek ocenia się obecnie na niemal 14 mld lat). Gdy wyczerpuje się paliwo wodorowe, czerwony karzeł bardzo wolno i bez nagłych zmian przeistacza się w błękitnego karła (gwiazdę hipotetyczną, ponieważ takich gwiazd jeszcze się nie obserwuje), a potem w gwiazdę zdegenerowaną, czyli małego białego karła o średnicy wielkości Ziemi lub mniejszej, który jest w istocie nagim jądrem gwiazdy. To oznacza koniec - „śmierć” - czerwonego karła. Takich gwiazd jest w naszej Galaktyce najwięcej, szacuje się, że aż 70% wszystkich. Wchodzi one już w skład ciągu głównego - mogą „spalać” wodór - chociaż sytuują się w nim na najniższej pozycji.

### **Skrócone życie**

Nieco masywniejsze i większe od czerwonych karłów są pomarańczowe karły. Ich masy wahają się w granicach 0,5-0,8 masy naszego Słońca. Obiekty te mają temperatury powierzchniowe przekraczające 5000°C i świecą na pomarańczowo, czyli są jaśniejsze od karłów czerwonych. Żyją znacznie krócej od nich - od 15 do 30 mld lat. Ponieważ są masywniejsze, prędkość reakcji syntezy („spalania”) w ich jądrach przyspiesza, co skraca im życie. Pomarańczowe karły, podobnie jak czerwone, powoli „wypalają” paliwo i po zużyciu całego wodoru stopniowo i bez nagłych przeobrażeń umierają jako zdegenerowane białe karły.

Zgoła inaczej ma się rzecz z jeszcze większymi gwiazdami - żółtymi karłami. Te znamy najlepiej, ponieważ typowym żółtym karłem jest nasze Słońce. W naszej Galaktyce jest ich już istotnie mniej (około 7% wszystkich gwiazd). Żyją znacznie krócej niż reszta - około 10 mld lat. Dzieje się tak, gdyż żółte i żółtobiałe karły (od 0,8 do 1,5 masy Słońca) mają wyższe temperatury - przez co ich blask jaśnieje - a reakcje syntezy w jądrach zachodzą szybciej.

Żółte karły po „wypaleniu” całego wodoru produkują cięższy hel, który zbiera się w jądrze gwiazdy. Reakcja syntezy biegnie jednak dalej, w wyniku czego hel się zagęszcza, a jądro gwiazdy staje się gorętsze. W końcu rozpoczyna się synteza helu, w wyniku której powstają cięższe pierwiastki: węgiel, azot i tlen. W trakcie tego procesu wydzielają się znacznie większe ilości ciepła niż w procesie

przekształcania wodoru. Zewnętrzne warstwy gwiazdy przegrzewają się wówczas i rozszerzają; dość szybko znacznie powiększa ona swoje rozmiary, stając się tzw. czerwonym olbrzymem. Tym samym opuszcza ciąg główny. Promień czerwonego olbrzyma może być stukrotnie większy od pierwotnego promienia żółtego karła, przy czym masa gwiazdy pozostaje niezmienną. Najbardziej zewnętrzne warstwy czerwonego olbrzyma ochładzają się w wyniku rozszerzania, a w końcu zostają odrzucone w formie mgławicy protoplanetarnej. Pozostaje samo jądro gwiazdy, które jest małym białym karłem węglowym. Taki los czeka, mniej więcej za 5 mld lat, nasze Słońce.

## **Kosmiczne monstra**

Gwiazdy jeszcze większe (masywniejsze) od żółtych karłów, np. o typie widmowym O, czyli o masach od 15 do 90 mas Słońca, też przechodzą etap ciągu głównego w okresie, gdy w ich wnętrzach przekształcaniu podlega wodór. Im jednak większa gwiazda, tym krócej żyje i etap „spalania” wodoru też jest krótszy. Gwiazda taka bardzo szybko opuszcza ciąg główny; tym szybciej, im jest masywniejsza. Gwiazdy o masach 20 Słońc i więcej żyją już zdecydowanie krócej niż typowe karły i po kilkudziesięciu milionach lat zaczynają umierać - przeobrażają się wtedy w najbardziej spektakularne gwiazdne twory Wszechświata. Po szybkim „wypaleniu” wodoru stają się początkowo czerwonymi nadolbrzymami. Są nimi, dopóki nie zużyją w procesie syntezy jądrowej całego helu, po czym spędzają kilka milionów lat - po stadium czerwonego nadolbrzyma - jako żółte nadolbrzymy, by nagle szybko przerodzić się w ogromne gwiazdy typu S Doradus (dotyczy to gwiazd o masach nie mniejszych niż 85 mas Słońca). S Doradus to inaczej bardzo jasne błękitne gwiazdy zmienne przechodzące kilka etapów przyspieszonych przeobrażeń jasności oraz utraty masy w wyniku intensywnego wiatru gwiazdowego. Nim zginą na zawsze, stają się jeszcze na krótko niestabilnymi gigantami typu Wolfa-Rayeta - to rodzaj najbardziej masywnych gwiazd otoczonych mgławicami własnej materii, porywanej w ogromnych ilościach i z ogromnymi prędkościami przez wiatr gwiazdowy - po czym kończą w gwałtownych wybuchach supernowych.

Największe, czyli najbardziej masywne gwiazdy, odkryte cztery lata temu w gromadzie R136a w Mgławicy Tarantula w Wielkim Obłoku Magellana, mają obecnie 265 mas Słońca (gwiazda R136a1) i 195 mas Słońca (gwiazda R136a2). Przytłaczają rozmiarami; Słońce wygląda przy nich jak drobina. W chwili narodzin, około miliona lat temu, były jednak znacznie większe - rekordzistka, R136a1 (największa dotąd obserwowana gwiazda we Wszechświecie), miała masę 320 Słońc. Przez krótki czas gwiazda ta, która jest obecnie w połowie swojego życia, utraciła masę równą 55 (!) masom Słońca w wyniku intensywnych wiatrów gwiazdowych. Niedługo przeistoczy się ona w monstrualną gwiazdę Wolfa-Rayeta i wybuchnie jako supernowa.

Jest jednak coś za coś. Tylko najbardziej masywne gwiazdy, chociaż trwają bardzo krótko, mogą w procesie syntezy jądrowej produkować metale (czyli w nazewnictwie astronomicznym wszystkie pierwiastki cięższe od helu) aż do żelaza. Gwiazdy o masach mniejszych niż 0,8 mas Słońca nie mogą zapoczątkować przemiany helu w węgiel. Gwiazdy o masach od 0,8 do 3 mas Słońca nie są w stanie „zapalić” węgla (chodzi oczywiście nie o spalanie klasyczne, lecz o łączenie - w wyniku reakcji termojądrowej - atomów, w tym przypadku węgla i ich zamianę na cięższe pierwiastki). Wszystkie one żyją bardzo długo. Dopiero gwiazdy o masach większych niż trzy Słońca mogą zapoczątkować „spalanie” węgla, ale synteza cięższych pierwiastków jest możliwa tylko w gwiazdach jeszcze znacznie masywniejszych. Te najpotężniejsze składają się z kilku warstw, w których dokonuje się przemiana kolejnych pierwiastków od wodoru (warstwy najbardziej zewnętrzne) przez hel (warstwy środkowe) i dalej ku jądro, gdzie w następnych obszarach coraz intensywniej łączą się atomy jeszcze cięższe.

## **Niezwykła śmierć**

Największe (najbardziej masywne) gwiazdy żyją więc najkrócej i umierają najbardziej gwałtownie.

Końcowy etap ich życia następuje, gdy zaczynają produkować radioaktywny izotop niklu, rozpadający się następnie do kobaltu i ostatecznie do trwałego izotopu żelaza. Gwiazdy małe i średnie, czyli do ośmiu mas Słońca, kończą w miarę spokojnie – jako czerwone olbrzymy i w rezultacie jako białe karły. Gwiazdy większe od ośmiu mas Słońca, gdy ustają w nich reakcje jądrowe, przechodzą fazę gwałtownej zapaści jądra. To nagłe zapadnięcie wywołuje falę uderzeniową, która rozsada materię gwiazdy – następuje wówczas wybuch supernowej. Jeśli gwiazda miała początkową masę do 20 mas Słońca, po wybuchu zamienia się w gwiazdę neutronową (pulsar lub magnetar), jeśli natomiast była większa, doznaje kolapsu grawitacyjnego, czyli całkowitego zapadnięcia się, tworząc czarną dziurę.

W wybuchach gwiazd supernowych dochodzi jednak do bardzo ważnej nukleosyntezy pierwiastków cięższych od żelaza. Z tych pierwiastków, skupionych potem w obłokach i mgławicach, korzystają następne populacje gwiazd i ich planet.

Gwiazdy masywniejsze niż 50 Słońc mogą stać się czarnymi dziurami nawet bez wybuchu supernowej, gdyż siła i prędkość zapadania się ich jąder mogą być tak duże, że fala uderzeniowa nie zdąży powstać. Najcięższe gwiazdy, o masach większych niż 140 Słońc, czasami kończą życie przedwcześnie, a więc przed całkowitym wyczerpaniem paliwa w eksplozjach supernowych typu pair-instability. – Są to gwiazdy tak gorące – wyjaśnia prof. Bulik – że w ich wnętrzach zachodzi proces kreacji par elektron-pozyton, co prowadzi do znacznego spadku ich ciśnienia, a to z kolei powoduje, że gwiazdy te bardzo się kurczą. W rezultacie temperatura tak się podnosi, że rozwiewa całą materię gwiazdy w kosmicznej przestrzeni. Nie pozostaje po niej nic trwałego.

**Więcej w miesięczniku „Wiedza i Życie” nr [06/2014](#) »**

<https://laboratoria.net/felieton/21693.html>

**Informacje dnia:** [Nowy wzór elektronicznej legitymacji studenckiej](#) [Kleszcz to tylko pośrednik](#) [Pod względem leczenia czerniaka](#) [Polska w czołówce Europy](#) [Przyszłość pszczół zależy od ochrony ich naturalnych siedlisk](#) [Powstała niewidzialna elektroda dla podczerwieni](#) [Choroby serca mogą zaczynać się już w czasie życia płodowego](#) [Nowy wzór elektronicznej legitymacji studenckiej](#) [Kleszcz to tylko pośrednik](#) [Pod względem leczenia czerniaka](#) [Polska w czołówce Europy](#) [Przyszłość pszczół zależy od ochrony ich naturalnych siedlisk](#) [Powstała niewidzialna elektroda dla podczerwieni](#) [Choroby serca mogą zaczynać się już w czasie życia płodowego](#)

**Partnerzy**