Patrz w niebo

Z dokładnych obserwacji gwiazd możemy odtworzyć ich rzeczywisty ruch w przestrzeni. Pomiary spektroskopowe umożliwiają uzyskanie informacji na temat prędkości radialnej, wykorzystuje się tu dopplerowskie przesunięcie linii widmowych. Porównanie dwóch zdjęć okolic gwiazdy wykonanych w odstępie kilkudziesięciu lat daje, po uwzględnieniu orbitalnego ruchu Ziemi wokół Słońca i innych drobnych efektów, ruch gwiazdy w „płaszczyźnie sfery niebieskiej". Dokładność tego pomiaru jest, niestety, tym mniejsza, im dalej jest gwiazda i im wolniej się porusza, w przeciwieństwie do pomiaru prędkości radialnej, którego dokładność zależy jedynie od jakości uzyskanego widma.

Analiza prędkości własnych gorących gwiazd typów O i B wykonana w latach pięćdziesiątych doprowadziła do zaskakujących wniosków. Prawie wszystkie gwiazdy typów O i B są młodymi, powstającymi w płaszczyźnie Galaktyki masywnymi obiektami szybko wypalającymi wodór w swoich jądrach. Stwierdzono, że 10—20% populacji tych gwiazd wykazuje nienormalnie duże prędkości, szybko odbiegając od płaszczyzny Drogi Mlecznej. Interpretacja teoretyczna tego zjawiska natrafia na spore trudności. Jedyną akceptowaną hipotezą tłumaczącą istnienie gwiazd o dużych prędkościach jest wybuch gwiazdy supernowej w układzie podwójnym, często związane z tym rozerwanie układu i nadanie jego resztkom znacznych prędkości. Muszą tu wchodzić w grę ogromne masy i energie. Typowa masa gwiazdy typu O wynosi 30 $M_\odot$ (mas Słońca). Aby rozpędzić ją do prędkości 100 km/s (jak się obserwuje), trzeba przekazać jej ok. $3 \cdot 10^{48}$ ergów $\left(= \frac{1}{2} mv^2\right)$. Tak ogromną energię można uzyskać np. przez wybuch bomby termojądrowej o masie 70 razy większej niż masa Ziemi. A jednak gwiazdy, które dostały tak potężnego kopniaka obserwuje się, i to stosunkowo często: znamy około 100 takich „uciekinierów".

Wybuch supernowej nie musi koniecznie prowadzić do rozerwania układu. Istnieje prosty warunek określający kiedy to nastąpi. Otóż układ podwójny rozleci się, jeśli masywniejsza gwiazda pozbędzie się nagle (w czasie krótszym niż okres orbitalny) masy większej niż połowa masy całego układu. Jeśli więc istnieje układ, powiedzmy $60+30\ M_\odot$, to gwiazda cięższa musi odrzucić co najmniej 45 $M_\odot$ (zostanie jej 15 $M_\odot$). Twierdzenie to można w prosty sposób udowodnić (dla orbit kołowych) korzystając z praw Keplera.

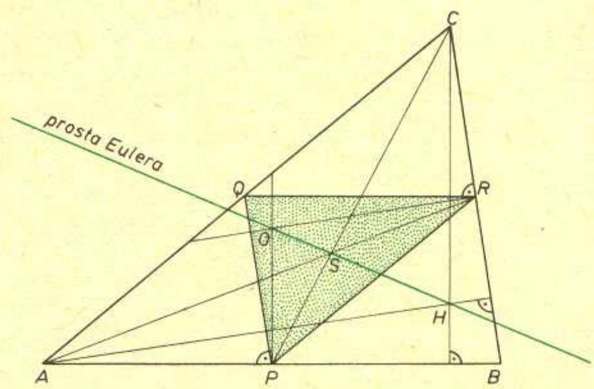
Odrzucenie mniejszej masy nie doprowadzi do rozerwania układu, ale może również nadać całemu systemowi znaczną prędkość. Zachodzą tu dwie możliwości:

1) prędkość orbitalna składnika w ciasnym układzie podwójnym gwiazd typu O lub B wynosi typowo 200—300 km/s. W momencie wybuchu odrzucana otoczka będzie miała również tę prędkość względem środka ciężkości układu. Trzymając się powyższego przykładu, jeśli gwiazda odrzuci 30 $M_\odot$, to pozostały układ podwójny o masie 60 $M_\odot$ (30+30) zachowując pęd całości uzyska prędkość 100—150 km/s w kierunku przeciwnym.
2) Można sobie wyobrazić tzw. niecentralny wybuch supernowej, zachodzący niedokładnie w jej centrum, wtedy również gwiazda (lub cały układ) zostanie odrzucona w stronę przeciwną niż odrzucona otoczka.
Obserwowana częstość wybuchów supernowych jest jednak zbyt mała, aby wytłumaczyć istnienie wszystkich gwiazd uciekających. Czy istnieje inny mechanizm nadawania gwiazdom dużych prędkości — nie wiadomo (zderzenia gwiazd nie wchodzą tu w grę, ze względu na ich znikome prawdopodobieństwo).

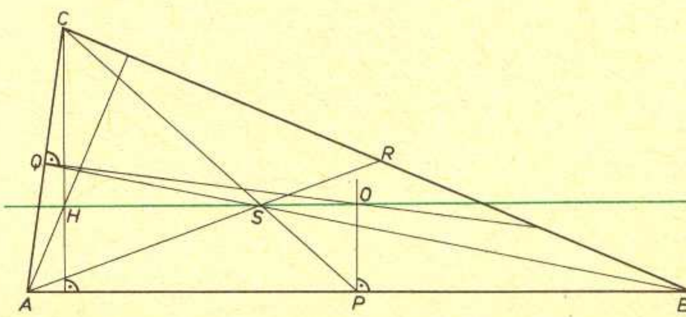
mgr Tomasz CHLEBOWSKI

Zadania, których nie umiemy rozwiązać

W każdym trójkącie trzy jego charakterystyczne punkty: ortocentrum H (punkt przecięcia się wysokości), środek ciężkości S (punkt przecięcia się środkowych) i środek okręgu opisanego (...symetralnych) są współliniowe. To łatwo wykazać.
Przekształćmy bowiem jednokładnie $\left(\text{o skali } -\frac{1}{2}\right)$ dany trójkąt; za środek jednokładności przyjmijmy punkt S. Punkt C (p. rysunek) padnie w środek P odcinka AB, zaś odcinek AB przekształci się w RQ. Jednokładność zachowuje kąty, więc obraz wysokości CH będzie prostą przechodzącą przez P i prostopadłą do QR — a więc symetralną podstawy AB.



Prosta wyznaczona przez H, S i O jest nazywana prostą Eulera. Kiedy *nie* jest wyznaczona (jednoznacznie)? Kiedy przechodzi przez wierzchołek trójkąta? Kiedy jest prostopadła do jednego z boków? Te bardzo łatwe pytania pozostawimy tu bez odpowiedzi. Nie powiemy (choć wiemy) jak skonstruować trójkąt, w którym prosta Eulera jest równoległa do jednego z boków (rysunek). Przyznajemy się: nie chciało się nam sprawdzić (bo chyba tak jest), że taki trójkąt jest jedyny — z dokładnością do podobieństwa oczywiście, ani np. obliczyć jego kątów. Ale to chyba umielibyśmy. Nie umiemy zaś zapanować nad położeniem prostej Eulera względem trójkąta ABC. Na przykład: skonstruować trójkąt, w którym prosta ta przecina podstawę pod danym kątem, albo dzieli ją w zadanym stosunku.



M. Sz.