

# 8

## Dodawanie wielkości gwiazdowych

Znane z fizjologii prawo Webera-Fechnera głosi, że „wrażenie” jest proporcjonalne do logarytmu wywołującego je „bodźca”. Zgodnie z nim, ale nieświadomie, Ptolemeusz określił najjaśniejsze gwiazdy nieba jako gwiazdy „pierwszej wielkości”, a najślabsze (widoczne nieuzbrojonym okiem) jako „szóstej wielkości”. Tradycja ta przetrwała wieki, z tym że w czasach nowożytnych ten system określania jasności gwiazd uściślono. Okazało się, że najlepszą zgodność ze skalą Ptolemeusza uzyskuje się, jeżeli wielkość gwiazdowa  $m$  (magnitudo) z oświetleniem  $E$  dawanym przez gwiazdę będzie się wiązać zależnością

$$m = -2,5 \log E + C,$$

gdzie – jeżeli oświetlenie jest w luksach – to stała  $C \approx -14$  mag. Im słabsza jest gwiazda, tym większą liczbą wyraża się jej jasność, jeżeli zaś obiekt jest bardzo jasny, to jego magnitudo jest liczbą ujemną. Np. Słońce ma jasność  $-26,8$  mag.

A jak obliczyć łączną wielkość gwiazdową dwu gwiazd o znanych jasnościach  $m_1$  i  $m_2$ ? No właśnie, trzeba tu pamiętać, że dodawać można oświetlenia, a nie wielkości gwiazdowe. Trzeba zatem w pierwszej kolejności gwiazdowe „odlogarytmować”:

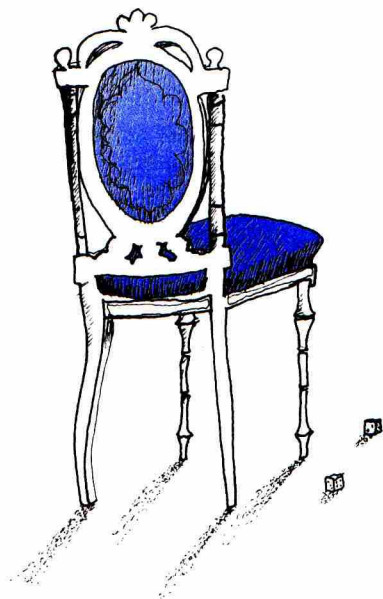
$$E_1 = 10^{0,4(C-m_1)}, \quad E_2 = 10^{0,4(C-m_2)},$$

teraz dopiero dodać  $E_1$  i  $E_2$  i na koniec obliczyć łączną wielkość gwiazdową  $m$  z definicji, czyli jako

$$m = -2,5 \log(E_1 + E_2) + C = -2,5 \log(10^{-0,4m_1} + 10^{-0,4m_2}).$$

Jak widać, stała  $C$  zniknęła, zatem przy dodawaniu jasności jej wartość jest nieistotna. I tak jest z tym trochę roboty. Dla początkujących astronomów wynik zawsze jest nieco zaskakujący: magnitudo dwu gwiazd razem jest mniejsze niż magnitudo jaśniejszej gwiazdy składowej.

*Tomasz KWAST*



## Na czym polega paradoks bliźniąt?

Paradoks bliźniąt nie jest tak naprawdę paradoksem, tylko zadziwiającym faktem. Chodzi o następującą sytuację. Wysyłamy jedno z bliźniąt rakieta, która bardzo szybko się porusza. Zgodnie ze szczególną teorią względności czas w poruszającym się układzie (ale mierzony z „naszego”, spoczywającego układu) biegnie wolniej. W takim razie po powrocie podróżujący bliźniak będzie młodszy. To już wygląda jak paradoks, ale nim nie jest. Rzeczywiście podróżujący bliźniak byłby młodszy! Zostało to sprawdzone, ale oczywiście nie na ludziach. Tak zachowują się cząstki elementarne (które, zazwyczaj, poruszają się z prędkościami bliskimi prędkości światła). Przeprowadzono również (z pozytywnym skutkiem) eksperyment z wożeniem samolotem bardzo dokładnego zegara. Właściwym paradoksem bliźniąt jest następujące pytanie. Dlaczego to podróżujący bliźniak ma być młodszy? Przecież, jeżeli ruch jest względny, to „bliźniak domator” w układzie „bliźniaka podróżnika” porusza się dokładnie tak samo jak

„podróżnik” w układzie „domatora” (prędkości będą miały tylko przeciwne zwroty). W takim razie wydaje się, że żaden nie powinien być młodszy! Okazuje się, że paradoks jest pozorny. Młodszy będzie ten, który porusza się z przyspieszeniami. Różnica w długości życia będzie brała się z okresów przyspieszania i hamowania „podróżnika”. Ich sytuacja nie jest identyczna. Gdyby nawet obydwu zamknąć w identycznych kabinach bez okien, to i tak będą wiedzieli, czy polecili, czy zostali na Ziemi. Ten problem jest w pełni prawidłowo rozwiązany dopiero w ogólnej teorii względności (teorii grawitacji Einsteina), według której tempo upływu czasu zależy również od natężenia pola grawitacyjnego nieodróżnialnego od pola sił bezwładności. W szczególnej teorii względności (bez poprawnego uwzględnienia ruchów przyspieszonych) rzeczywiście mamy coś, co wygląda jak paradoks.

*Piotr ZALEWSKI*