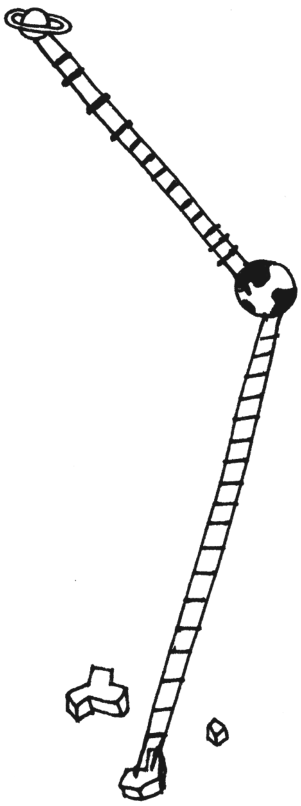
Prosto z nieba: Świece standardowe i kalibratory

Mierzenie odległości we Wszechświecie nie jest, jak wiadomo, sprawą prostą. Jako że nie da się po prostu przyłożyć do astronomicznych obiektów odpowiednio długiej „linijki”, musimy posługiwać się różnymi (czasami nie zawsze stuprocentowo skutecznymi) metodami pośrednimi. Znajomość procesów fizycznych prowadzących do emisji przez ciało niebieskie określonej ilości energii w określonym czasie pozwala nam na konstrukcję tzw. drabiny odległości, czyli wyznaczenie odległości od dalekich obiektów na podstawie dokładnie zmierzonej odległości do obiektów dość bliskich.



Takie odpowiednie obiekty nazywa się *świecami standardowymi*; przykładami są często używane cefeidy (gwiazdy pulsujące typu δ Cephei, których jasność zależy w prosty sposób od okresu pulsacji), a także supernowe typu Ia, czyli akreujące materię białe karły, eksplodujące z powodu niestabilności grawitacyjnej po przekroczeniu masy Chandrasekhara (około $1{,}4\,M_\odot$). Badanie supernowych typu Ia pozwoliło powiązać lokalne odległości w Galaktyce z rozmiarem całego Wszechświata, czyli wyznaczyć stałą Hubble'a.

Podobną rolę standardu jasności, używanego przez astronomów do kalibrowania teleskopów oraz do definiowania systemów fotometrycznych, za pomocą których obserwuje się niebo w różnych filtrach, spełnia Wega (α Lyrae), gwiazda o stałej, w tym przypadku prawie zerowej jasności: $m_V = +0{,}03$ (w paśmie widzialnym V) i kolorze (czyli różnicy jasności w dwóch odpowiednio dobranych filtrach). Możemy ją oraz cały gwiazdozbiór Lutni obserwować w tym miesiącu wysoko na niebie, w kierunku południowo-zachodnim.

Dla badaczy nieba w zakresie rentgenowskim „gwiazdę odniesienia” stanowiła zwyczajowo mgławica Krab (M1). Znajduje się ona w gwiazdozbiorze Byka, pomiędzy Capellą (α Aurigae) a Betelgezą (α Orionis) i jest pozostałością po wybuchu supernowej z roku 1054. Można ją dostrzec w tym miesiącu późnym wieczorem i nocą na wschodnim niebie za pomocą lornetki (jasność $m_V = +8{,}4$). Legendarnie stabilna emisja rentgenowska mgławicy zyskała nawet swoją jednostkę, zwaną krabem (ang. *crab*), równą $2{,}4 \cdot 10^{-11}$ W/m^2 (przeważnie do badań używa się milikrabów).

W międzyczasie Krab postanowił jednak spłatać naukowcom psikusa: według ostatnich pomiarów mgławica przestała świecić jednostajnie i w ciągu ostatnich paru lat zmieniła jasność o około 7% [1]. Teleskop kosmiczny Fermiego rejestruje dodatkowo zupełnie niespodziewane intensywne rozbłyski promieniowania γ powstające w okolicach środka mgławicy, tj. w pobliżu pulsara [2]. Nie pierwszy to raz (i na pewno nie ostatni), gdy Natura okazuje się bardziej skomplikowana niż wyobraźnia badaczy; przypuszcza się, że rozbłyski te mogą być przejawem dynamicznej ewolucji pola magnetycznego pulsara, które przyspiesza strumienie naładowanych elektrycznie cząstek emitujących twarde promieniowanie, ale spójna teoria wyjaśniająca tę zagadkową aktywność, jak dotąd, nie powstała.

Michał BEJGER

[1] http://physicsworld.com/cws/article/news/44783
[2] http://www.bbc.co.uk/news/science-environment-13362958

Zadania

Redaguje Tomasz TKOCZ

M 1327. Udowodnić, że spośród dowolnych pięciu liczb całkowitych (niekoniecznie różnych) można wybrać trzy, których suma jest podzielna przez 3.
Rozwiązanie na str. 7

M 1328. Udowodnić, że jeśli a, b, c są długościami boków trójkąta, to zachodzi nierówność

$$\frac{a}{b+c} + \frac{b}{c+a} + \frac{c}{a+b} < 2.$$

Rozwiązanie na str. 8

M 1329. W przestrzeni dane są takie punkty A, B, C, D, że

$$\sphericalangle ABC = \sphericalangle BCD = \sphericalangle CDA = \sphericalangle DAB = 90^\circ.$$

Udowodnić, że punkty A, B, C, D leżą na jednej płaszczyźnie.
Rozwiązanie na str. 5

Redaguje Ewa CZUCHRY

F 797. Pozioma płaska rurka zawija się w pionową pętlę o promieniu r. Z jaką minimalną prędkością powinien poruszać się w poziomej części kawałek sznurka o długości $l > 2\pi r$, tak aby przejść przez pętlę? Założyć, że promień pętli jest dużo większy od promieni rurki i sznurka.
Rozwiązanie na str. 18

F 798. Wzdłuż równika rzucono kamień ze wschodu na zachód, tak że bardzo daleko od Ziemi jego prędkość stała się równa zeru. Taki sam kamień z taką samą prędkością początkową rzucono wzdłuż równika, ale w przeciwną stronę – z zachodu na wschód. Z jaką prędkością będzie poruszał się ten kamień na tej samej odległości od Ziemi? Długość równika jest równa $l = 4 \cdot 10^4$ km, promień Ziemi $R = 6{,}4 \cdot 10^3$ km. Przyjąć, że przyspieszenie swobodnego spadku na powierzchni Ziemi wynosi $g = 10$ m/s^2.
Rozwiązanie na str. 24