Patrz w niebo

Znowu nad nami pojawiają się jesienne gwiazdozbiory, między innymi Cefeusz (*Cepheus*). Wśród jego najjaśniejszych kilku gwiazd znajdujemy dwie gwiazdy zmienne: β *Cep* i δ *Cep*. Dzięki swej jasności i wczesnemu odkryciu stały się one prototypami dwóch klas gwiazd zmiennych. Charakter ich zmienności przez długie lata był nieznany, a i do dzisiaj istnieją spory co do szczegółów modelu fizycznego gwiazd typu β *Cep*.

Wydaje się jednak pewne, że gwiazdy obu klas wykonują okresowe pulsacje. Mechanizm napędzania pulsacji jest podobny i można go porównać do pracy każdego silnika cieplnego. Otóż na pewnej głębokości pod powierzchnią istnieje w każdej gwieździe warstwa częściowej jonizacji helu (część helu jest niezjonizowana, a część jedno lub dwukrotnie). Jeśli warunki są sprzyjające (np. określona głębokość danej warstwy) i gwiazda zostanie wyprowadzona ze stanu równowagi, to drgania nie będą zanikały. Powoduje to właśnie hel, który w wyniku np. ekspansji i zmiany temperatury zmienia również swój stan jonizacji, a co za tym idzie, również przezroczystość.

Różnica między wspomnianymi wyżej typami gwiazd polega na tym, że podczas gdy zmienne typu δ *Cep* (cefeidy) pulsują radialnie (zachowanie poszczególnych elementów gwiazdy zależy tylko od odległości od jej środka), a więc okresowo pęcznieją i kurczą się, to gwiazdy typu β *Cep* oscylują nieradialnie, czyli zmieniają również swój kształt (raz bardziej przypominają np. dysk, raz — cygaro, ale również przyjmują bardziej egzotyczne kształty). Oczywiście amplitudy tych zmian są bardzo małe, jednak dają mierzalne efekty przy obserwacjach zmian jasności.

Wśród gwiazd typu β *Cep* obserwuje się często równoczesne oscylacje w kilku częstościach. Daje to w sumie dość skomplikowany obraz zmienności, na pierwszy rzut oka nie przypominający zmian okresowych. Dopiero po dokonaniu tzw. analizy fourierowskiej, polegającej w uproszczeniu na dopasowaniu obserwowanych zmian do szeregu sinusoid o dowolnej amplitudzie, częstości i przesunięciu fazowym, uzyskujemy pełny obraz zmienności. Okazuje się, że u wielu gwiazd tego typu obserwujemy drgania o częstościach niewiele różniących się od siebie, odległych wzajemnie o pewne stałe przesunięcie (w częstościach $\omega-\Delta\omega$, ω, $\omega+\Delta\omega$). Według obecnie przyjmowanych teorii jest to wpływ rotacji gwiazdy, która rozszczepia jedną częstość na kilka blisko położonych. Odległość $\Delta\,\omega$ jest proporcjonalna do prędkości obrotu gwiazdy. Zjawisko to jest jakościowo bardzo podobne do rozszczepienia linii widmowych atomów pod wpływem pola magnetycznego (tzw. zjawisko Zeemana). Co więcej, oba tak różne obiekty (nieradialnie oscylująca obracająca się gwiazda i emitujący atom w polu magnetycznym) bada się bardzo podobnymi metodami.

Nieradialne oscylacje odkryto również wśród niektórych białych karłów (tzw. gwiazd typu *ZZ Ceti*) oraz u gwiazd leżących nieco na prawo od ciągu głównego na diagramie Hertzsprunga-Russella (patrz okładka *Delty* 4/1982), u tzw. gwiazd typu δ *Scuti*.

Pulsacje gwiazd są bardzo istotnym narzędziem przy badaniu wnętrz tych obiektów — przy budowie modelu takich gwiazd trzeba bardzo dokładnie odtworzyć ich wnętrze, aby uzyskać wyniki zgodne z obserwacjami.

mgr Tomasz CHLEBOWSKI

Klub 44

Liga zadaniowa Wydziału

Skrót regulaminu

Każdy może nadsyłać rozwiązania zadań z numeru n w terminie do końca miesiąca $n+2$. Szkice rozwiązań zamieszczamy w nr. $n+4$. Można nadsyłać rozwiązania trzech, dwóch lub jednego zadania (każde na oddzielnej kartce), można to robić co miesiąc lub z dowolnymi przerwami. Oceniamy zadania w skali od 0 do 1 z dokładnością do 0,1. Ocenę mnożymy przez

$$4-3\cdot\frac{\text{suma ocen za rozwiązania danego zadania}}{\text{liczba osób, które nadesłały choć jedno rozwiązanie z numeru}}$$

i tyle punktów otrzymuje nadsyłający. Po zgromadzeniu **44** punktów (w dowolnym czasie) zostaje on członkiem Klubu, a nadwyżka punktów jest zaliczana do ponownego udziału. Trzykrotne członkostwo — to tytuł Weterana.

Ligę organizuje Wydział Matematyki, Informatyki i Mechaniki Uniwersytetu Warszawskiego, oraz nasza Redakcja.

Szczegółowy regulamin został wydrukowany w nr 9/1981.

Czołówka ligi zadaniowej "Klub 44"
po uwzględnieniu rozwiązań zadań
z numeru 1/82

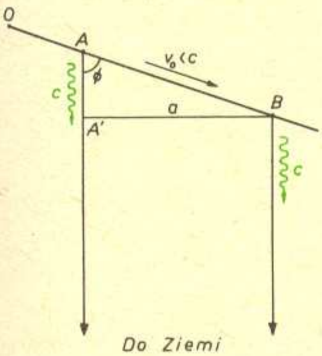
Jerzy Janowicz	Bolesławiec	23,63pkt
Zbigniew Bartold	Gdynia	23,20pkt
Edward Orzechowski	Warszawa	17,84pkt
Jacek Uryga	Bytom	15,81pkt
Andrzej Lenarcik	Kielce	15,38pkt
Dariusz Sowizdrzał	Szczecin	13,40pkt
Jerzy Grzywocz	Ruda Śl.	13,29pkt

Współczynniki trudności zadań 13, 14, 15:
3,61 1,51 3,58

Zaobserwowano w przyrodzie prędkość obiektu większą od prędkości światła

Kwazar 3C273 ma niezwykłe właściwości. Ma on ogon emitujący fale elektromagnetyczne zarówno w zakresie światła widzialnego, jak i fal radiowych. Ogon jest śladem wiązki elektronów wyrzucanej z dużą prędkością z jądra kwazara. Już na pierwszych wykonanych zdjęciach okazało się, że kwazar 3C273 ma dwa radioźródła. Jedno jasne, które można utożsamić z jądrem kwazara i drugie słabsze, odległe od pierwszego o 62 lata świetlne. To drugie radioźródło związane jest z większym niż średnie zagęszczeniem elektronów w świecącym ogonie.

Trzyletnia obserwacja kwazara wykazała, że oba radioźródła oddalają się od siebie. W czerwcu 1980 r. były już oddalone o 87 lat świetlnych. Wynik jest wprost niesamowity. Przez 3 lata źródła oddaliły się od siebie o 25 lat świetlnych. Czyżby poruszały się z prędkością przekraczającą wielokrotnie prędkość światła? Co na to teoria względności?



Wyjaśnienie jest stosunkowo proste i nie wymaga odwoływania się do teorii względności. Popatrzmy na rysunek. W punkcie O znajduje się jądro kwazara. Przed trzema laty słabsze radioźródło znajdowało się w punkcie A i poruszało z prędkością $v_0 < c$ w kierunku B. Fale wysłane z punktu A poruszają się z prędkością c w kierunku Ziemi. Fale wysłane z punktu B dotrą do Ziemi w Δt po sygnale z punktu A. Obserwator na Ziemi obliczy prędkość radioźródła

$$v = \frac{a}{\Delta t}.$$

Obliczmy tę prędkość

$$\Delta t = \frac{AB}{v_o} - \frac{AA'}{c} = \frac{1}{c}\left(AB\frac{c}{v_o} - AA'\right)$$

$$AA' = AB\cos\Phi, \qquad a = AB\sin\Phi$$

$$\Delta t = \frac{1}{c}AB\left(\frac{c}{v_o} - \cos\Phi\right)$$

$$v = \frac{a}{\Delta t} = c\frac{\sin\Phi}{\frac{c}{v_o} - \cos\Phi} = \frac{v_o\sin\Phi}{1 - \frac{v_o}{c}\cos\Phi}$$

W pewnych warunkach może się zdarzyć, że obliczone w ten sposób v przekroczy co do wartości prędkość światła. Niech na przykład elektrony poruszają się pod kątem $\Phi = 1°$ do kierunku kwazar-Ziemia z niewielką jak na elektrony prędkością $v_o = 0{,}998$ c. Obserwowana na Ziemi prędkość przekroczy znacznie prędkość światła

$$v = \frac{0{,}998\,c\,\sin 1°}{1 - 0{,}998\cos 1°} = 8{,}09\,c.$$

Rzeczywista prędkość ruchu pozostaje jak widzimy mniejsza od prędkości światła.

T. H.

(na podstawie *New Scientist*, 25 czerwca 1981, str. 848)

Matematyki, Informatyki i Mechaniki Uniwersytetu Warszawskiego i Redakcji „Delty"

Redaguje dr Marcin E. KUCZMA

Zadania nr **31**, **32**, **33**

Termin nadsyłania rozwiązań:
15 XII 1982

```
      * * * *
      * * 7 *
    ---------
    * * * * *
    * * * *
* * * *
-------------
* * * * * * *
```

31. Ciąg liczb rzeczywistych $a_1, a_2, \ldots$ jest okresowy o okresie k (tzn. $a_{i+k} = a_i$ dla wszystkich i), przy czym $a_1 + \ldots + a_k \geqslant 0$. Wykazać, że istnieje numer m taki, że $a_m + a_{m+1} + \ldots + a_n \geqslant 0$ dla wszystkich $n \geqslant m$.

32. Dla dowolnej liczby naturalnej n oznaczmy przez $d(n)$ ostatnią niezerową cyfrę liczby $n!$. Udowodnić, że dla nieskończenie wielu liczb n zachodzi równość $d(n-1) = d(n) = d(n+1)$.

33. W napisanym mnożeniu cyfra 7 już się nie pojawia. Czy można zrekonstruować działanie?