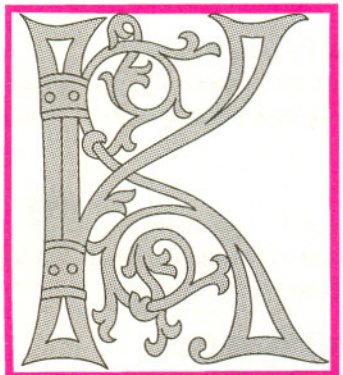




## Patrz w niebo

Zaobserwowanie w 1917 r. ugięcia światła gwiazd w pobliżu Słońca było, jak wiadomo, jednym z pierwszych dowodów słuszności ogólnej teorii względności. Była to obserwacja, jak na owe czasy, wyjątkowa. Przede wszystkim musiało nastąpić zaćmienie Słońca, by w jego sąsiedztwie widać było gwiazdy. Następnie sam pomiar bardzo małego kąta (rzędu sekundy łuku), o jaki miał się ugiąć promień świetlny, też nie był sprawą prostą, no i, oczywiście, cała akcja musiała zostać przeprowadzona dostatecznie szybko, by zdążyć przed końcem zaćmienia.

Trudno było więc w owym czasie przypuścić, że tak unikalne zjawisko będzie obserwowane niemal masowo. Znamy bowiem już wiele przykładów zniekształcenia obrazu odległej galaktyki lub kwazara przez obiekt leżący bliżej nas (np. Krzyż Einsteina), a naprawdę masowo – bo inaczej zresztą nie można – obserwuje się tzw. mikrosoczewkowanie grawitacyjne. W tym przypadku chodzi o zarejestrowanie zmian nie kształtu obrazu (bo to niewykonalne), lecz jasności odległej gwiazdy przesłanianej przez jakąś bliższą – obie należące do naszej Galaktyki. Ta bliższa przesuwaną się przed dalszą – a trwa to tygodnie lub miesiące – ma szansę przez pewien czas kierować do obserwatora zwiększoną ilość światła odległego obiektu. Na zjawisko to można natrafić obserwując cierpliwie jasności gwiazd w najgęstszych obszarach Galaktyki, co praktycznie oznacza, że trzeba śledzić – powiedzmy – milion gwiazd przez rok. Jest to w ogóle wykonalne, ponieważ obserwacje można opracowywać za pomocą dostatecznie pojemnych i szybkich komputerów. W takim programie o kryptonimie OGLE (Optical Gravitational Lensing Experiment) bierze udział grupa astronomów z Warszawy.



Wreszcie wszystko zaczyna wskazywać na to, że efekt grawitacyjnego soczewkowania w świecie galaktyk też występuje masowo, a nie sprowadza się tylko do kilku dziwnie wyglądających obiektów. Pojawiają się obliczenia modelowe i statystyki dowodzące, że rolę gigantycznych soczewek spełniają gromady galaktyk. Odległe kwazary widziane poprzez gromadę galaktyk są jaśniejsze, co powoduje, że za gromadą widać ich więcej niż obok gromady. Ten wzrost liczebności jest obecnie oceniany na 70%, a nie na kilka procent, jak dawniej. Wynika to z tego, że zaczyna doceniać się rolę ciemnej materii zawartej zapewne w dużych ilościach w gromadach galaktyk. Tłumaczyłoby to znany od wielu lat fakt, że w pobliżu średnio odległych galaktyk obserwuje się podejrzenie wiele kwazarów o dużych przesunięciach widm ku czerwieni, a więc bardzo odległych. Coraz wyraźniej więc przekonujemy się, że oglądamy Wszechświat przez przestrzeń powyginaną grawitacyjnie „w różne strony”, jakbyśmy patrzyli przez ogromną i nierówną szybę.

*Tomasz KWAST*



### Rozwiązanie zadania M780. Niech

$$X_i = \begin{cases} 0, & \text{jeśli do } i\text{-tego saloonu zawitał choć jeden kowboj,} \\ 1, & \text{w przeciwnym przypadku.} \end{cases}$$

Wówczas  $X = X_1 + X_2 + \dots + X_{100}$  jest liczbą pustych lokali. Niech  $p$  oznacza prawdopodobieństwo tego, że  $X \geq \frac{3}{4} \cdot 100 = 75$ . Wtedy mamy

$$\begin{aligned} 75p &\leq EX = E(X_1 + X_2 + \dots + X_{100}) = \\ &= EX_1 + EX_2 + \dots + EX_{100} = P(X_1 = 1) + P(X_2 = 1) + \dots + P(X_{100} = 1) = \\ &= 100 \cdot \left(1 - \frac{1}{100}\right)^{100} \leq 100 \cdot \left(e^{-1/100}\right)^{100} = \frac{100}{e} \end{aligned}$$

(skorzystalismy z faktu, że  $e^t \leq 1 + t$  dla każdej liczby rzeczywistej  $t$ ). Zatem

$$p \leq \frac{100}{75e} = \frac{4}{3e} < \frac{1}{2}.$$

Sytuacja opisana przez szeryfa nie zachodzi więc przez większość nocy.

