



Rys. 6.

Jesienią 1981 roku odkryto kolejną bliską parę kwazarów. Są one odległe od siebie o 7'',3, mają identyczne widma i przesunięcia ku czerwieni. Podejrzewa się, że jest to trzecia soczewka grawitacyjna.

Łatwo sprawdzić, że obrazy odległe na niebie o 6'' otrzymamy umieszczając ją, bagatela, ok. 3,5 km (!) od oka. Grubość jej wyraża się wzorem:

$$(5) \quad x_0 = \frac{7,2 \times 10^{-4}}{\frac{n_1}{n_2} - 1} \text{ mm.}$$

Formuły opisujące grubość naszych soczewek wskazują na istotną techniczną trudność w realizacji ewentualnej budowy takich „poglądowych” modeli. Otóż, jeśli ośrodek o współczynniku załamania n_2 to powietrze, to mianowniki wyrażen (4,5) dla typowych szkieł (współczynnik załamania n_1) są rzędu kilku dziesiątych. Jest to nader przykra okoliczność, zważywszy na konieczność szlifowania soczewek o grubości rzędu 10^{-3} mm! Można częściowo zmniejszyć trudność wypełniając przestrzeń między obserwatorem a soczewką szkłem o współczynniku załamania troszeczkę mniejszym niż współczynnik załamania szkła z którego wykonano soczewkę, tak by bardzo mały mianownik wyrażen (4) i (5) dawał grubości soczewek np. > 1 mm. Uważny Czytelnik zauważył już zapewne, że nie trzeba wypełniać dodatkowo materiałem o współczynniku załamania n_2 całej przestrzeni między właściwą soczewką a obserwatorem. Trzeba tylko odpowiednio zeszlifować powierzchnię dzielącą dodatkową część (n_2) soczewki i powietrze. Pytanie brzmi: jaki jest kształt tych powierzchni (patrz rysunek)? Wyżej nasze modele zostały określone jako poglądowe w cudzysłowie. Dlaczego? Dlatego, że kątowa zdolność rozdzielcza oka ludzkiego jest rzędu 1 minuty łuku. Wynika z tego, że zmiany położenia na sferze niebieskiej punktów znajdujących się za naszymi soczewkami ze szkła są gołym okiem niezauważalne. Oczywiście rezultat naszych obliczeń musiał być taki, ponieważ cały czas wymagaliśmy od naszych modeli, by ugięły promienie światła tak samo, jak prawdziwe Słońce czy galaktyka, a przecież ogniskującego działania tych ostatnich nie można zauważyć gołym okiem.

Jednak modele nasze są poglądowe w tym sensie, że pokazują jak słabymi soczewkami, w „ziemskim” rozumieniu tego słowa, są soczewki grawitacyjne, oraz pozwalają zrozumieć różnice między działaniem soczewki punktowej i soczewki rozciągłej.

Jeżeli wykonać modele analogiczne do naszych w sposób najprostszy (tzn. n_1 — współczynnik załamania szkła lub pleksiglasu, n_2 — powietrza), to uzyska się przyrządy umożliwiające demonstrację jakościowych aspektów ogniskowania grawitacyjnego. Należy pamiętać jednak, że uzyskane soczewki będą znacznie silniejszymi układami optycznymi, niż ich obserwowane astronomiczne odpowiedniki.



Zadania

Redaguje mgr Krzysztof S. NOWIŃSKI

M 295. Przez x_1, x_2, x_3, x_4 i x_5 oznaczmy odległości punktu P leżącego w danym pięciokącie foremnym od prostych, na których leżą boki pięciokąta. Uporządkujmy te liczby tak, by $x_1 \leq x_2 \leq x_3 \leq x_4 \leq x_5$. Znaleźć największą i najmniejszą możliwą wartość x_3 .

Rozwiązanie na str. 9

M 296. W równaniu $x^2 + px + q = 0$ współczynnik p jest dokładny, natomiast q znany z dokładnością do 0,001. Z jaką dokładnością potrafimy określić pierwiastki tego równania, jeżeli $\Delta = p^2 - 4q > 100$?

Rozwiązanie na str. 10

M 297. Znaleźć wszystkie takie trójki liczb naturalnych x, y, z , większych od 1, że $z|xy+1, y|xz+1, x|yz+1$. ($p|q$ oznacza, że p jest dzielnikiem q).

Rozwiązanie na str. 7

Redaguje mgr Tomasz TRATKIEWICZ

F 113. Miedzianą rurą przesyłana jest para wodna. W celu zmniejszenia strat ciepłych położono na rurze warstwę materiału izolującego (źle przewodzącego ciepło) o stałej grubości. Okazało się jednak, że straty ciepłe zamiast zmaleć — wzrosły. Wyjaśnić popełniony błąd. Rozwiązanie na str. 6

F 114. Jeżeli przez bryłę lodu przetrzuci się cienki, obciążony jak na rysunku drut metalowy, to po stosunkowo krótkim czasie przenika on przez lód, zaś bryła pozostaje nienaruszona. Zastąpienie drutu żyłką nylonową o tej samej średnicy nie wywołuje opisanego efektu. Dlaczego?

Rozwiązanie na str. 15

