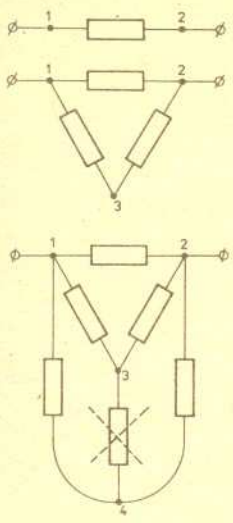
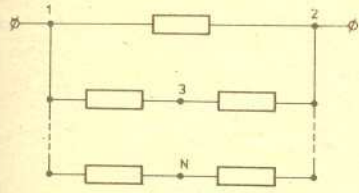




Rozwiązanie zadania F80
Ze względu na symetrię, sposób podłączenia układu do źródła nie gra roli. Rozważmy kolejno $N = 2, 3, 4$.



Z symetrii układu wynika, że potencjały punktów 3 i 4 są równe. Opornik łączący te punkty można więc usunąć nie zmieniając prądów w pozostałych elementach obwodu. Podobna sytuacja ma miejsce przy $N > 4$. Potencjały punktów 3, 4, ..., N są równe i prądy płyną jedynie przez oporniki podłączone bezpośrednio do biegunów źródła. Układ jest więc równoważny następującemu obwodowi



Opór zastępczy takiego połączenia równoległego wynosi

$$\frac{1}{R_N} = \frac{1}{R} + (N-2) \frac{1}{2R} = \frac{N}{2R}$$

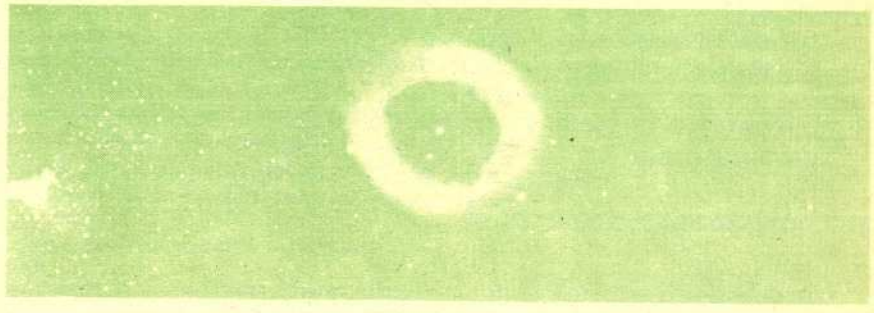
czyli

$$R_N = \frac{2R}{N}$$

dwudziestu lat. Ilość energii „zgubionej” przez nasz układ podwójny zgadza się nieźle z tym, czego w teorii Einsteina oczekuje się dla takiej pary gwiazd i takiej orbity. Inne, konkurencyjne teorie grawitacji, które przewidują w tym wypadku znacznie szybszą ucieczkę energii, zostałyby więc praktycznie obalone, a ogólna teoria względności, najprostsza ze wszystkich teorii grawitacji uważanych do tej pory za zgodne z doświadczeniem, okazałaby się najlepsza.

Tu trzeba dodać, że nie wszyscy relatywiści zgadzają się co do tego, ile dokładnie energii powinno wyciec z takiego układu podwójnego. Rozbieżności te wynikają z różnych przybliżeń czynionych przez nich w trakcie rachunków. Przybliżenia zaś są nieuniknione, bez nich problemu nie da się w ogóle rozwiązać. Gdyby piętnaście lat temu, kiedy nie wiadano jeszcze o istnieniu pulsarów, a gwiazdy neutronowe „istniały tylko na papierze”, ktokolwiek powiedział relatywistom, że dokładność ich rachunków można będzie jeszcze za ich życia sprawdzać w laboratorium... po prostu nie uwierzyliby!

To zaś, czy układ podwójny z PSR 1913+16 jest tym wymarzonym laboratorium, wyjaśni się w ciągu kilku najbliższych lat.



Patrz w niebo

Letnie gwiazdozbiory coraz wcześniej zachodzą, a wysoko na niebie górują konstelacje jesienne — charakterystyczny prostokąt Pegaza i na południe od niego Wodnik (*Aquarius, Aqr*). Jest to najlepszy okres do obserwacji dwóch najpiękniejszych mgławic planetarnych na naszym niebie — wielkiej mgławicy planetarnej (NGC 7293) w gwiazdozbiornie Wodnika nazywanej często Mglawicą Helikalną i mgławicy planetarnej w Lutni (M 57) nazywanej Mglawicą Pierścieniową. Mglawice te uzyskały nazwę „planetarne”, ponieważ ich wygląd czasami bardzo przypomina tarcze dużych planet. Pierwszym obserwatorom nieba używającym lunet często wydawało się, że odkryli planetę, jednak stwierdziwszy, że obiekty te są „nieruchome” i „gazowe”, nadali im nazwę mgławic planetarnych.

Mglawica w Wodniku jest uważana za największy i najbliższy obiekt tego typu. Ma rozmiary $12' \times 16'$, czyli zajmuje prawie pół szerokości Księżyca. Pomimo dużych rozmiarów jest ona słaba i ma niewielką jasność powierzchniową. Nie widać jej gołym okiem, jednak już przez lornetkę widoczna jest jako duża mglista plama słabo wyróżniająca się na tle nieba. Druga ze wspomnianych mgławic, M 57, jest niestety widoczna tylko przez większe teleskopy. Wszystkie znane nam podobne obiekty (a jest ich w naszych katalogach ponad 700) są to mniej więcej kuliste otoczki z bardzo rzadkiego gazu, w których centrum znajduje się bardzo gorący, niebieski zdegenerowany karzeł o temperaturze powierzchni często przewyższającej 100000 K. Jest on genetycznie związany z mgławicą, co widać po zbadaniu prędkości gazu. Okazuje się, że wszystkie mgławice są ekspandującymi otoczkami gwiazd centralnych. Prędkości rozchodzenia się wynoszą 10—50 km/s,

średnice od $\frac{1}{20}$ do 1 pc, z czego można wyznaczyć średni wiek mgławicy — 10—20 tysięcy lat. Masa całej wyrzuconej otoczki rozrzucona jest z niewielką dyspersją wokół średniej wartości $0,1 M_{\odot}$.

Mechanizm powstawania mgławic planetarnych nie został poznany do końca, ale w ogólnym zarysie wyobrażamy go sobie następująco. Gwiazda o masie $1-4 M_{\odot}$, która w trakcie ewolucji wypaliła w jądrze hel, staje się bardzo rozdętym olbrzymem, w którego środku znajduje się skurczone jądro węglowe, a wokół niego w cienkich warstwach pali się hel i wodór. Otoczka takiego czerwonego olbrzyma jest tak rozdęta, że w wyniku pewnych niestabilności może odplynieć w przestrzeń, a jądro zupełnie tego nie odczuje, stając się po milionach lat stygnącym białym karłem. Lecz zanim to nastąpi, przez tysiąclecia oświetlać będzie ono odplývającą otoczkę, tworząc piękny efekt mgławicy planetarnej.

mgr Tomasz CHLEBOWSKI