

2. Pobudzenie poza rezonansem $f \neq f_0$.

Proszę Cię, Czytelniku o sprawdzenie przez różniczkowanie, że tym razem rozwiązaniem jest funkcja

$$x(t) = \frac{B}{4\pi^2(f_0^2 - f^2)} \sin 2\pi ft.$$

Opisuje ona drgania o częstotliwości zaburzenia z amplitudą A stałą w czasie, ale zależną od częstotliwości zaburzenia f :

$$A = \frac{B}{4\pi^2(f_0^2 - f^2)}.$$

Ważne są tu dwa wnioski:

1. Przy zbliżaniu się do rezonansu ($f \rightarrow f_0$) amplituda drgań wymuszonych nieograniczenie rośnie. Innymi słowy, reakcja oscylatora na zaburzenie zewnętrzne będzie tym silniejsza, im bliższa rezonansu będzie częstotliwość zaburzenia f .
2. Siła zaburzająca nie wykonuje pracy (amplituda oscylatora, a więc i jego energia drgań, jest stała).

Wynika stąd, że jeśli czynnikiem zaburzającym ma być fala elektromagnetyczna, to jej energia nie będzie pochłaniana poza rezonansem.

Przeczytałeś więc trochę o praktyce i trochę o teorii. Porównałeś jedno z drugim?

Może zaprotestujesz: A gdzie siatka dyfrakcyjna, ugięcie promieni Roentgena na kryształach, licznik Geigera? Przecież to wszystko nie da się podciągnąć pod prymitywny model oscylatora harmonicznego! O niczym więcej nie marzę. Pomyśl i zaproponuj własny punkt widzenia. Jedno zawsze pozostanie wspólne: detekcja fal elektromagnetycznych będzie polegać na wprawieniu w ruch ładunków elektrycznych polem fali i obserwacji skutków tego ruchu — czy będzie to ciepło w termoelemencie, impuls z licznika Geigera czy głos z radiodiodobornika.

Właśnie o tym chciałbym jak najpoważniej Cię przekonać: choć długie fale radiowe na pierwszy rzut oka różnią się ogromnie od promieni γ lub światła, wszystko to są członkowie tej samej rodziny fal elektromagnetycznych.

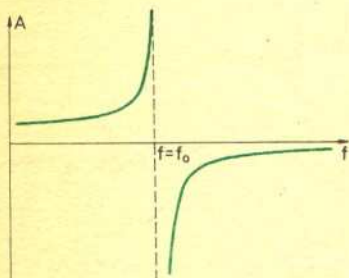
Teleskopy nowej generacji

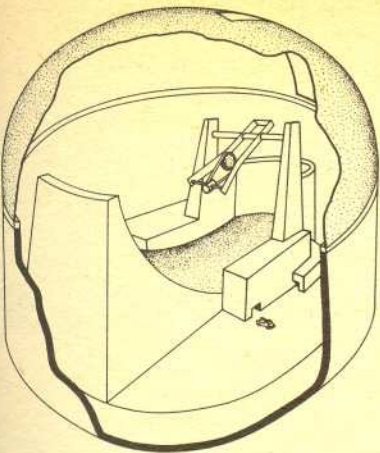
Mgr Tomasz CHLEBOWSKI

Można powiedzieć, że w ciągu trzystu lat od wynalezienia lunety, jej możliwości były większe niż możliwości wyobraźni człowieka. Za pomocą lunety dokonywano odkrywczych obserwacji, które dopiero później ogarniano rozumem — budowano teorie i modele. Jednak w ciągu ostatnich 50 lat wyobraźnia człowieka rozwinęła skrzydła. Przystały nam wystarczać lunety i małe reflektory. Zaczęto budować obserwatoria z teleskopami — gigantami, najpierw zaczęto od 2,5 metrowego teleskopu na Mount Wilson, w latach czterdziestych uruchomiono 5 metrowy reflektor na Mount Palomar. Wydawało się, że jest to już największa możliwa konstrukcja, że koszt każdego większego instrumentu będzie tak duży, że jego budowa będzie zupełnie nieopłacalna; wydawało się, że trudności techniczne będą nie do pokonania, że wpływ zakłócający atmosfery jest już ogromny, jednak w Związku Radzieckim w ostatnich latach uruchomiono jeszcze większy teleskop — o średnicy 6 m. O budowie jeszcze większych luster nikt już nie myśli.

A wyobraźnia nasza sięgnęła już dawno do granic Wszechświata, budujemy modele kosmologiczne i chcemy je weryfikować, sięgając coraz dalej, do coraz słabszych obiektów. Musimy mieć jeszcze czulsze instrumenty. Są dwa wyjścia — jednym są nowe rozwiązania techniczne, drugim — wyjście w kosmos i ostateczne pozbycie się zakłócających wpływów atmosfery. Oba mają swoje dodatnie i ujemne strony. Wielki Teleskop Kosmiczny (Large Space Telescope, „LST”) zostanie wystrzelony w 1983 lub 1984 roku, będzie miał 2,4 metra średnicy, lecz dzięki brakowi atmosfery na orbicie oraz dzięki supernowoczesnemu oprzyrządowaniu będzie skutecznie konkurował z największymi, obecnie istniejącymi, teleskopami na Ziemi. Koszt takiego przedsięwzięcia jest jednak tak ogromny, że wystrzelenia następnego na razie nikt nie projektuje. A więc pozostają nowe rozwiązania naziemne.

Głównym problemem konstrukcyjnym jest sposób uniknięcia gięcia się ogromnego lustra i tubusu w wyniku obrotu instrumentu. Zachowanie stałości kształtu zwierciadła o średnicy np. 10 m z dokładnością do ułamka długości fali świetlnej jest technicznie niemożliwe przy zastosowaniu znanych nam materiałów. Może więc wybudować zamiast jednego 10 metrowego teleskopu — cztery zsynchronizowane 5 metrowe zwierciadła — idea bardzo prosta i otwierająca przed nami właściwie nieograniczone możliwości. Rzeczywiście w tym kierunku idzie większość nowych rozwiązań.





Polygonem dla tego rodzaju pomysłów jest budowany obecnie wielozwierciadłowy teleskop na Mount Hopkins w Arizonie. Ma on sześć luster, każde o średnicy 1,8 m. Zdolność zbierania światła odpowiadać ma 4,5 metrowemu teleskopowi. Synchronizacja i ogniskowanie całego systemu będzie odbywać się za pomocą laserów. Po rozwiązaniu trudności przystąpimy do budowy rzeczywiście ogromnych teleskopów wielozwierciadłowych o możliwościach odpowiadających lustrum o średnicy 25 m! Obecnie specjaliści z Kitt Peak National Observatory opracowują projekty przyszłych systemów.

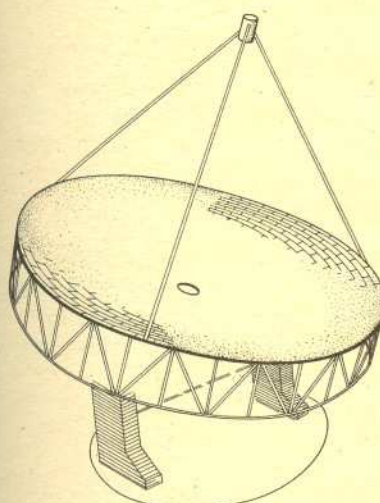
Najdziwniejszym może rozwiązaniem jest projekt tzw. obrotowego buta. Główne zwierciadło o powierzchni 1750 m² (!) będzie się składało z systemu niezależnie kontrolowanych luster, każde o średnicy 1–2 m. Promień krzywizny układu ma być ok. 50 m, szerokość — 25 m, długość — 75 m. Światło padające na „but” będzie ogniskowane i odbijane przez ruchome wtórne zwierciadło (o średnicy 3,2 m) w kierunku układu detektorów.

Innym, bardziej konwencjonalnym rozwiązaniem jest projekt podobny do dzisiejszych radioteleskopów. Wielka paraboliczna antena o średnicy 25 m będzie składać się z 1032 „płatków”, z których każdy będzie niezależnie ogniskowany i kierowany. Odległość ogniskowa wyniesie 18,75 m, a w ognisku znajdzie się małe (0,5 m) elipsoidalne zwierciadło kierujące światło, zebrane z całej tarczy, w stronę urządzenia odbierającego promieniowanie. Cały instrument znajdzie się również w ogromnej kopule.

Kolejny projekt to system kilkudziesięciu teleskopów, zupełnie niezależnych, w oddzielnych kopułach, sterowanych jednak przez jeden system i kierujących zebrane światło do wspólnego ogniska. Rozważane są trzy rozwiązania:

- 108 teleskopów, każdy o średnicy 2,4 m lub
- 16 teleskopów, każdy o średnicy 6,25 m lub
- kilka układów omówionych poprzednio.

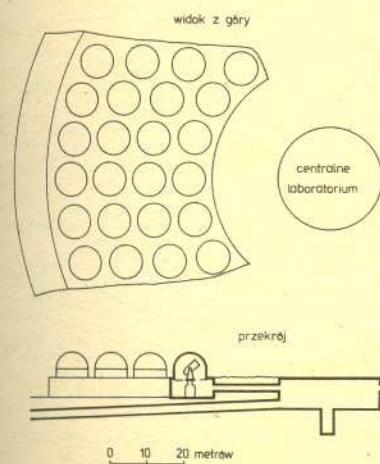
Wreszcie ostatnią z rozważanych propozycji jest rozwinięcie projektu już istniejącego teleskopu Mount Hopkins. Jest to kilka lub kilkadziesiąt luster przy czym położenie każdego z nich może być korygowane w miarę potrzeb. Tu myśli się nawet czasem o ogromnych zwierciadłach np. układ 6 teleskopów, każdy po 10,2 m średnicy.



Co będzie można zobaczyć za pomocą opisanych wyżej teleskopów następnego pokolenia („NGT” — Next Generation Telescopes)? Przegląd kilku najciekawszych kandydatów, od których obserwacji spodziewamy się najbardziej rewelacyjnych wyników, rozpoczniemy od obiektów najbliższych:

- Planetoidy.** Dotychczasowe obserwacje pokazują, że można podzielić wszystkie planetoidy ze względu na skład chemiczny, na dwie szerokie klasy — obiekty kamienne i węglowe. Podczas gdy pierwsze z nich są stosunkowo dobrze zbadane, to spośród drugich — które są właściwie czarne — tylko największe dostępne są dotychczasowym teleskopom. Badania planetoid mają ogromne znaczenie przy rozważaniu problemu powstania układu słonecznego, ponieważ pochodzą one prawdopodobnie z wczesnego okresu kondensacji chmury pyłowej w czasie powstawania układu planetarnego.
- Wielkie planety.** Nowy przyrząd pozwoli na dostrzeżenie szczegółów wielkości 1'' łuku na tarczach planet, oraz określenie prędkości wiatru w ich potężnych atmosferach z dokładnością do 10 m/s, co pozwoli na rozwinięcie nowej gałęzi wiedzy — dynamiki atmosfer.
- Najdalsze planety i księżycy.** Za pomocą przyszłego teleskopu będzie można rozstrzygnąć problem istnienia atmosfery u Plutona oraz określić skład chemiczny, rozkład ciśnienia i temperatur w atmosferach dalekich planet i Tytana — największego księżyca Saturna.
- Najsłabsze gwiazdy.** Białe karły i mało masywne, zimne czerwone karły typu M dotychczas nie doczekały się dokładnych obserwacji, teleskop następnej generacji umożliwi nam upewnienie się, jak dużo jest w naszej okolicy tych najczęściej występujących, bardzo starych gwiazd oraz dokładne badania otoczek pyłowych wokół nich.
- Badania spektrometryczne.** Dzięki ogromnej powierzchni zwierciadeł można będzie otrzymywać dobre widma 100-krotnie słabszych gwiazd niż dotychczas; będzie to miało duże znaczenie dla rozwoju naszej wiedzy o polach magnetycznych gwiazd, składzie chemicznym ich atmosfer, prędkościach radialnych gwiazd i galaktyk.
- Kwazary.** Tu sięgniemy chyba do „granic Wszechświata”. Dzięki możliwości obserwacji również w podczerwieni będziemy mogli mierzyć i dokładnie analizować dużo większe „przesunięcia ku czerwieni” niż dotychczas.

25 metrowy teleskop, współpracujący z elektronicznymi detektorami nowej generacji będzie mógł „sięgnąć” do gwiazd 27 wielkości gwiazdowej. Możliwe, że przy pomocy tego systemu będziemy mogli odkryć bardziej bezpośrednio niż dotychczas jaśniejsze planety krążące wokół bliskich gwiazd. Nowy teleskop NGT, teleskop kosmiczny LST i największe anteny radioteleskopów będą wyznaczać granice możliwości „nowoczesnych lunet” na najbliższe kilkadziesiąt lat. Nie mają one już szans na dogonienie wyobraźni.



0 10 20 metrow