

# RAKIETĄ FOTONOWĄ DO EKOSFER GWIAZD

Artykuł poniższy jest krótkim, popularnym opracowaniem zagadnień astronomicznych wchodzących w zakres astronautyki. Autor, dr Jan Gadomski, członek Zarządu Polskiego Towarzystwa Astronautycznego, omawia w nim wyniki swoich oryginalnych prac badawczych przygotowywanych do zreferowania na najbliższym Światowym Kongresie Astronautycznym.

Przyszłość astronautyki leży w zastosowaniu paliw jądrowych. Dotychczas używane paliwa chemiczne mogą (licząc 200 kg masy startowej na 1 kg masy użytkowej rakiety) co najwyżej wydzwignąć sztuczny satelitę na orbitę okołoziemską i to satelitę o wadze nie większej niż 50 kg. Przy użyciu rakiet doksytęzycowych czy domarsyjskich ilości potrzebnego paliwa wzrosłyby już absurdalnie. Tu musi być zastosowany materiał napędowy o maksymalnym stężeniu energii, a więc wyzwalający energię nie chemiczną, ale jądrową. Paliwo jądrowe ma stężenie 500 000 razy większe niż chemiczne. Gdy prędkość wylotowa gazów (od której zależy prędkość rakiety) przy użyciu paliwa płynnego osiągnąć może zaledwie 3,5 km/sek., to paliwo jądrowe daje prędkości produktów rozpadu kilkadziesiąt tysięcy kilometrów na sekundę. Toteż przy jego użyciu dalekie podróże kosmiczne mogą być realizowane w ciągu jednego życia ludzkiego. Urodzone w rakiecie z napędem chemicz-

nym pokolenia, które przez tysiąclecia miałyby kontynuować podróż kosmiczną — to są pomysły czysto literackie.

Fantazja naukowa, aby dostosować się do biologicznych możliwości człowieka, sięga po „kwanty” światła — tj. po fotony. Jest to już ostateczna broń do pokonania przestrzeni, bowiem prędkość fotonów wyrzucanych z dyszy jest największa i równa się prędkości światła, a więc 300 000 km/sek. Prędkość „rakiety fotonowej” byłaby niewiele mniejsza od prędkości światła. Projektantem rakiety fotonowej jest dr Eugen Sänger z Instytutu Badawczego Fizyki Napędów Promienistych w Sztuttgarcie.

Silnik rakiety fotonowej ma stanowić „lampa jądrowa” wyrzucająca potężne strumienie fotonów powstające w wyniku zderzenia i anihilacji pędzących z wielką prędkością cząstek materii. W takim silniku tylko nieznaczna ilość wyzwolonej energii zamieniać się będzie w energię cieplną. Odpadnie więc groźba



stopienia i wyparowania dyszy, której odpowiednikiem jest reflektor „lampy jądrowej”. Jego ściany muszą oczywiście w sposób doskonały odbijać światło.

Ponieważ rakiety fotonowe biegną z prędkością bliską prędkości światła, przebieżenie przy ich pomocy układu planetarnego Słońca byłoby sprawą dni, a loty do planet sąsiednich gwiazd — sprawą niezbyt wielu lat.

Rakiety fotonowe (podobnie jak jądrowe) oprócz swej prędkości mają mieć jeszcze tę zaletę, że załoga ich będzie żyć w normalnym polu grawitacyjnym. Planowane jest przez połowę lotu docelowego rakiety stosować przyspieszenie 10 m/sek. a przez drugą połowę (przed lądowaniem) tak samo przyspieszenie hamujące, przeciwnie skierowane. Odpadną więc projektować w raketach o napędzie chemicznym wirujące karuzele, które by podczas wyłączenia silników (98% czasu lotu) wytwarzały sztuczną siłę ciężkości, uniemożliwiając obserwacje astronomiczne.

Itineraria<sup>1)</sup> „podróży fotonowych” obejmą planety sąsiednich gwiazd. Na VII kongresie Międzynarodowej Federacji Astronautycznej w Rzymie jesienią 1956 r. H. Strunghold (USA) rzucił po raz pierwszy termin „ekosfery słonecznej”. Przez ekosferę słoneczną rozumie on tę strefę przestrzeni wokół naszego Słońca, w obrębie której warunki termiczne na powierzchni wirujących planet sprzyjają istnieniu ciał białkowych i, co za tym idzie, także życia organicznego w naszym pojęciu. Wiadomo, że organizmy żywe wymagają temperatur zewnętrznych zawartych w granicach od  $-70^{\circ}$  do  $+80^{\circ}$ C. Podanym granicom termicznym w naszym układzie słonecznym dla wirujących planet odpowiadają — według obliczeń autora — odległości od 0,61 do 1,83 jednostek astronomicznych (1 j. a. = 150 milionów km). Zatem w ekosferze słonecznej (rys. 1) nurzają się tylko 3 planety: Wenus, Ziemia i Mars. Stąd wniosek, że — po Księżycu — Wenus i Mars będą stanowić cel pierwszych wypraw astronautycznych.

Opracowując dalszy ciąg tego problemu, przeprowadziłem obliczenia dotyczące ekosfer sąsiednich gwiazd-słońc, osiągalnych rakieta fotonową tam i z powrotem w ciągu jednego życia ludzkiego. Sferę rozważań ograniczam do przestrzeni określonej wokół Słońca promieniem 5 parseków<sup>2)</sup>, tj. ok. 16 lat światła.

Pierwsze „fotonowe” wyprawy skierują się niewątpliwie ku najbliższej nam gwiazdzie. Jest nią pewna jasna gwiazda południowego nieba, w Polsce niewidoczna „alfa Centauri”. Składa się z trzech słońc: A, B i C, „płynących” w tym samym kierunku przestrzeni. Trójka ta jest odległa od nas o 4,27 lata światła. Słońca A i B, oddalone od siebie o kilkadziesiąt jednostek astronomicznych, okrążają się w okresie 80 lat. W jakiej odległości od globów tych gwiazd znajdują się tamtejsze ekosfery? Przybliżony rachunek, oparty na temperaturze powierzchniowej tych gwiazd i ich rzeczywistych rozmiarach, wskazuje, że ekosfera gwiazdy A, pod każdym względem podobnej do naszego Słońca, rozciąga się w pasie takim samym jak u nas, tj. od 0,61 do 1,83 jedn. astr. U gwiazdy B, znacznie mniej gorącej niż Słońce, lecz nieco od niego większej, ekosfera jest węższa i mniej odległa. Leży w strefie od 0,23 do 0,68 jedn. astron., tj. na ogół jest bliższa gwiazdy B niż Wenus w odniesieniu do Słońca.

Dla składnika C, który reprezentuje typ „czerwonego karła” o średnicy 20 razy mniejszej niż średnica Słońca i temperaturze powierzchniowej niewiele przewyższającej 3000°, planet biologicznie ożywionych należy poszukiwać — jak wykazuje rachunek — bardzo blisko gwiazdy, bo w strefie od 0,002 do 0,007 jedn. astron. Odpowiada to odległościom stokrotnie mniejszym niż odległość od Słońca do Merkurego.

Lecz tu wylania się pewna zasadnicza komplikacja. Wiadomo, że wynikające z prawa powszechnej

1) Itineraria — szczegółowy plan podróży naukowej.  
2) Parsekiem nazywamy taką odległość, z której promień dokonał się światła (150 milionów kilometrów) byłby widoczny pod kątem 1 sekundy łuku. 1 parsek odpowiada odległości 3,26 lat światła.

gravitacji tzw. siły przyływu<sup>3)</sup> gwiazdy, działające na planety, rosną wraz z trzecią potęgą malejącej odległości. Przy wylczonych ostatnio małych odległościach ekosfery gwiazdy C siły te są tak duże, że musiały już wyrównać okres obiegu tamtejszych planet dokoła gwiazdy (tzw. rewolucji) z okresem ich obrotu dokoła osi (tzw. rotacją), podobnie jak stało się to u nas z Merkurem w odniesieniu do Słońca czy Księżycem w odniesieniu do Ziemi. Zatem planety położone w tamtejszej ekosferze powinny być — jak Merkury — na „diennej” półkuli stale mocno przegrzane, a na „nocnej” zawsze silnie wymrożone, nie nadają więc dla życia organicznego. Przypuszczenie o wyrównaniu okresu rotacji i rewolucji u planet bliskich słońcom popiera jeszcze ta okoliczność, że siły przyływu powodujące to wyrównanie są — jak wynika z teorii — silniejsze u planet większych niż u małych. A nas interesują przede wszystkim planety większe, gdyż one tylko mogą posiadać atmosferę konieczną dla życia organicznego.

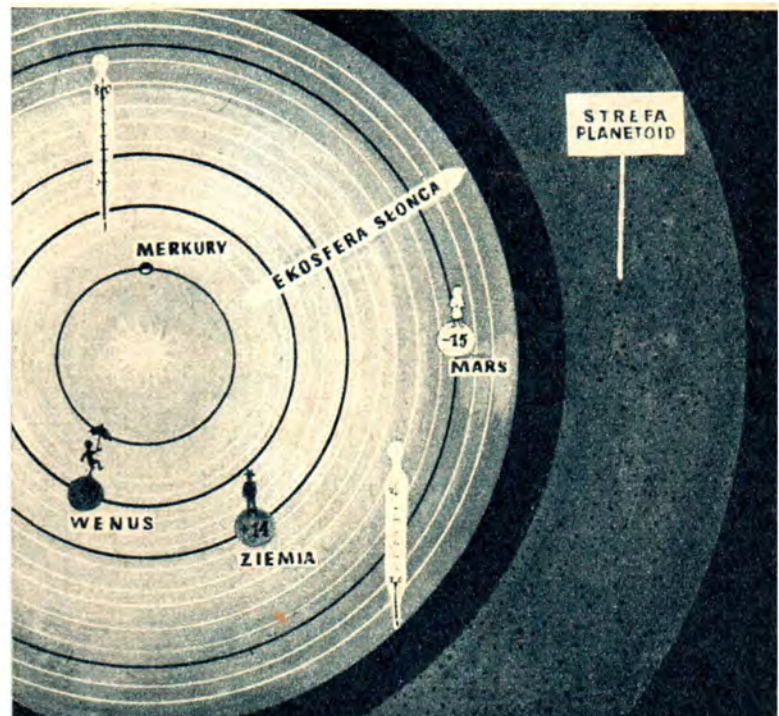
Nadmieniamy tu nawiasowo, że niedawno wykryto „gravitacyjnie” niewidzialną planetę okrążającą gwiazdę C, raz na 2 i 1/2 roku, w odległości 0,85 j. a., lecz ta — jak widzimy — leży daleko poza zasięgiem tamtejszej ekosfery i nas jako cel wyprawy astronautycznej nie interesuje.

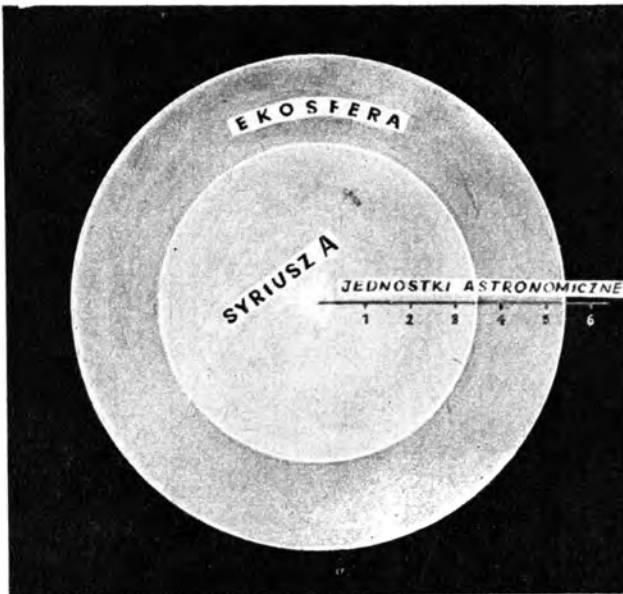
W świetle tych rozważań w otoczeniu słonecznego karła C nie można oczekiwać istnienia planet „ożywionych”. Odnosi się to do wszystkich gwiazd karłowatych.

Przypuśćmy teraz, że „fotonowa wyprawa” do systemu „alfa Centauri” szczęśliwie powróciła na Ziemię po 10 latach nieobecności, przywożąc bogate materiały obserwacyjne natury astronomicznej, geologicznej czy nawet biologicznej. Dokąd teraz mają się skierować następne ekspedycje? Oczywiście do następnej w kolejności najbliższej gwiazdy. Takim obiektem jest niska, niepozorna i samotna „gwiazda Barnarda”. Świeci ona tak słabo (9<sup>m</sup>,5), że dla wyszukania jej w gwiazdozbiore Wężownika — mimo niewielkiej odległości 6 l. św. — potrzebna jest luneta.

3) Siły przyływu są skutkiem tej okoliczności, że części planety położone bliżej gwiazdy są silniej przez nią przyciągane niż części dalsze. Po upływie pewnego czasu (w astronomicznej skali czasu) skutek tej różnicy jest taki, że okres obrotu planety dokoła osi (rotacji) wyrównuje się z okresem obiegu planety dokoła gwiazdy (rewolucji).

Rys. 1. Ekosfera słoneczna według obliczeń autora





Rys. 3 Schemat ekosfery Syriusza (według obliczeń autora)

Jasność rzeczywista<sup>4)</sup> „gwiazdy Barnarda” jest 2500 razy mniejsza niż Słońca, średnica 8 razy mniejsza od słonecznej, temperatura powierzchniowa — około 3200°, zasięg ekosfery — od 0,012 do 0,037 j. a. Z poprzednich rozważań wynika, że „gwiazda Barnarda” nie daje w swej zacieśnionej ekosferze warunków dla planet „ożywionych” i dlatego nie jest interesująca z astronautycznego punktu widzenia.

W zasięgu rakiety fotonowej (16 l. św.) i trwania jednego życia ludzkiego znamy 42 systemy gwiazdne. Na liczbę tę składa się: 27 gwiazd samotnych, jak nasze Słońce, 10 systemów podwójnych i 3 potrójne. W sumie mamy tu 60 gwiazd. Są to jednak przeważ-

4) Jasność rzeczywista ciała niebieskiego jest niezależna od odległości obserwatora w przeciwieństwie do tzw. jasności widomej, czyli jasności obserwowanej, która zależy od odległości ciała niebieskiego od obserwatora. Jasności widome ciał niebieskich wyraża się w tak zwanych „wielkościach gwiazdowych” (symbol „m” — od łacińskiej nazwy „magnitudo” wielkość), przy czym liczbom większym odpowiada jasność mniejsza, liczbom mniejszym — większa. Gwiazda wielkości  $n + 1$  jest 2,5 raza słabsza od gwiazdy wielkości  $n$ . Gołym okiem widoczne są gwiazdy do 5 wielkości gwiazdowej. Bardzo jasne gwiazdy zaliczamy do zerowej jasności gwiazdowej, a jeszcze jaśniejsze otrzymują w tej skali wartości ujemne.

nie karły, w czym 5 „białych” i 36 „czerwonych”. Gwiazd olbrzymich i nadolbrzymich brak jest w tej przestrzeni całkowicie. Trudno! Przynależymy do „uboższych” okolic układu Drogi Mlecznej. Ani jednego olbrzyma. A właśnie gwiazdy olbrzymie i nadolbrzymie posiadają rozległe ekosfery z najlepszymi warunkami dla planet „ożywionych”. W rezultacie w promieniu 16 lat światła mamy ledwie kilkanaście gwiazd o ekosferach biologicznie aktywnych. Sześć gwiazd spośród nich daje warunki zbliżone do naszego Słońca. Są to: składniki A i B „alfa Centauri”, Syriusz A (jasność widoma:  $-1^m,6$ ; odległość 8,7 l. św.), Procyon A ( $-0^m,5$ ; 11,3 l. św.), „tau Ceti” ( $3^m,6$ ; 11,8 l. św.) i wreszcie Atair ( $0^m,9$ ; 16,5 l. św.). Ich systemy planetarne pierwsze wejdą do programu „wypraw fotonowych”.

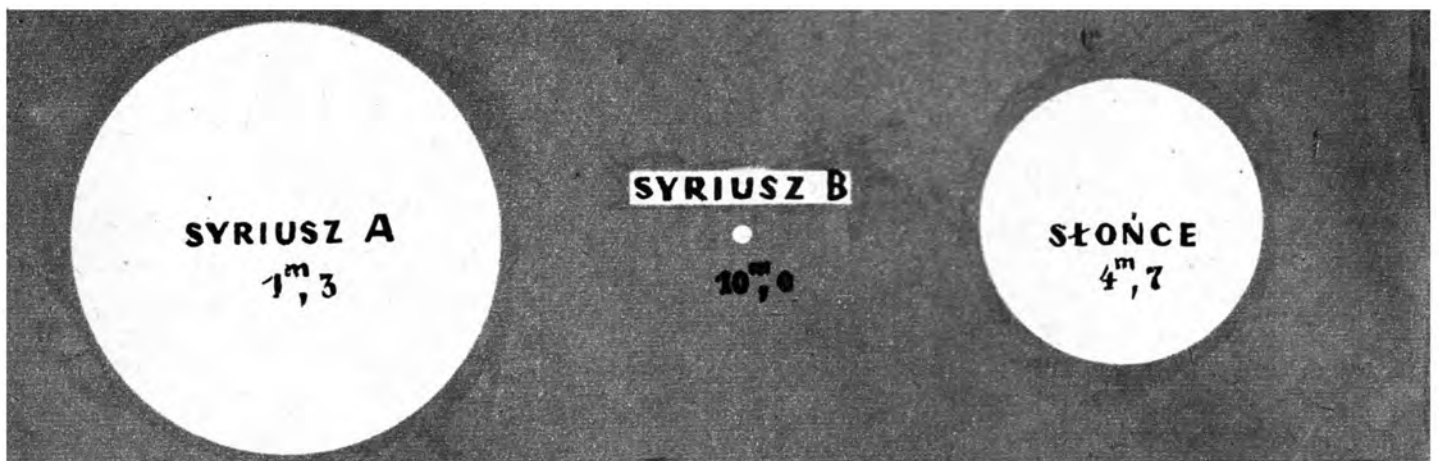
Najciekawszy będzie układ Syriusza. Syriusz jest gwiazdą podwójną (rys. 2). Jego składniki obiegają się w odległości około 20 j. a. raz na 50 lat. Składnik A świeci 23 razy jaśniej niż Słońce. Jest to gwiazda gorąca (temp. powierzchni. 11 250°) i stosunkowo duża (średnica: 1,53 średnicy Słońca). Ekosfera Syriusza A mieści się w rozległej strefie od 3,56 do 5,47 j. a. (rys. 3). A więc gdybyśmy wymienili nasze Słońce na Syriusza A, ziemia i Mars wyszłyby ze „strefy życia” z powodu nadmiernej ciepłoty, w ekosferze natomiast znalazłyby się wszystkie planetoidy, a także Jowisz. Wokół Syriusza A można oczekiwać bogatej strefy życia.

Natomiast inaczej rzecz wygląda wokół Syriusza B. Syriusz B jest „białym karłem”. Świeci w rzeczywistości 130 razy słabiej niż Słońce. Mimo iż zawiera tyle prawie masy, co Słońce (98%), ma średnicę 36 razy mniejszą od niego. Przypomina zatem rozmiarami ledwie dużą planetę. Średnia gęstość tego karła jest 80 000 razy większa od gęstości wody. Nam jednak nie o to idzie, lecz raczej o położenie ekosfery tej gwiazdy. Rozciąga się ona w strefie od 0,07 do 0,20 j. a.; jest to znów strefa, w której siły przyływowe powinny być wyrównać rotację tamtejszych większych planet z ich okresem rewolucji i tym samym zlikwidować ewentualne życie na ich powierzchni.

Zatem u wspaniale przyswiewcającego Syriusza wchodzi w grę z naszego punktu widzenia tylko składnik A. Gdyby „ekspedycja fotonowa”, natrafiwszy w jego ekosferze na przyjazne warunki do życia, zechciała pozostać na jednej z tamtejszych planet, radiowa wiadomość o tej decyzji doszłaby do Ziemi dopiero po upływie 16 lat.

W obrębie wycinka układu Drogi Mlecznej zakreślonego promieniem 16 lat światła wokół Słońca kończą się możliwości startujących z Ziemi wypraw kosmicznych. Przestrzeń ta stanowi ledwie jedną miliardową część kubatury układu Drogi Mlecznej. Dalsze wyprawy w świat gwiazd musiałyby startować z baz zakładanych stopniowo na osiąganych etapach.

Rys. 2. Względne rozmiary i jasności rzeczywiste (w wielkościach gwiazdowych) Syriusza A i B oraz Słońca



Czego spodziewa się pan profesor w zakresie astronautyki w najbliższym roku?

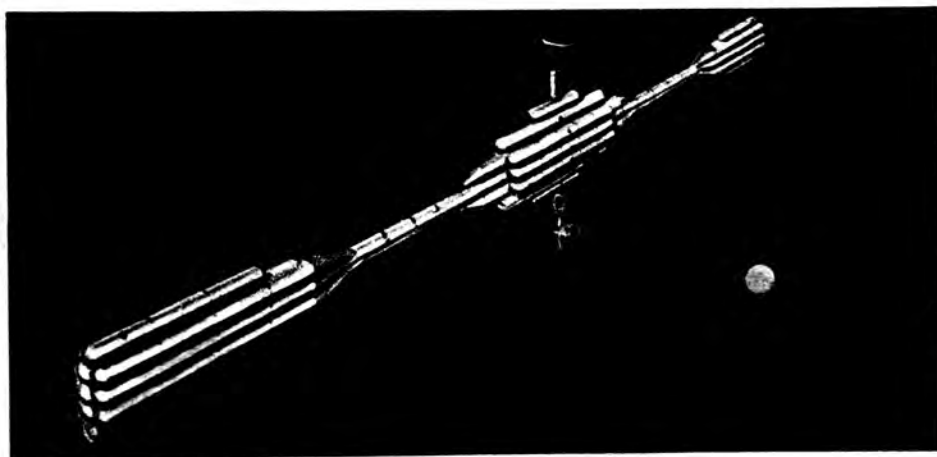
Sądzę, że w najbliższym roku należy się spodziewać wypuszczenia próbných małych sztucznych satelitów Ziemi, i to zarówno w ZSRR, jak i w Stanach Zjednoczonych Ameryki. Będą to małe kule o średnicach od 55 cm i 1 metra, zawierające kilka przyrządów do pomiarów naukowych oraz mały nadajnik radiowy, działający automatycznie. Będzie on przekazywał na Ziemię wyniki pomiarów, jakich dokonają przyrządy odpowiednio nastawione. Te radiowe sygnały będą odbierane na Ziemi i posłużą nie tylko dla uzupełnienia naszej wiedzy o górnych warstwach atmosfery i przestrzeni kosmicznej, ale posłużą do wyznaczenia dokładnego toru, po którym satelita będzie obiegać kulę ziemską. Wyznaczono już 10 obserwatoriów astronomicznych dla obserwacji wizualnych satelity oraz ogłoszono wezwanie do obserwatorów-amatorów o czynienie jak najliczniejszych obserwacji satelity, gdyż duża liczba obserwacji pozwoli na dokładniejsze wyznaczenie jego toru (chodziłoby o narysowanie na mapie nieba toru satelity, ocenienie jego jasności i podanie czasu i miejsca obserwacji). Pierwszy satelita amerykański o ciężarze 11 kG ma być wypuszczony w styczniu 1958 r. przy pomocy rakiety trójstopniowej o ciężarze około 11 ton z półwyspu Floryda w kierunku południowo-wschodnim tak, że płaszczyzna jego toru tworzyć będzie z płaszczyzną równika ziemskiego kąt około  $40^\circ$ ; wynika stąd, że satelita będzie przelatywał jedynie nad takimi punktami powierzchni Ziemi, których szerokość geograficzna nie przekracza  $40^\circ$ . Ponieważ szerokość geograficzna punktów obszaru Polski przekracza  $50^\circ$ , więc w Polsce satelita ten nie będzie widoczny; jest jednak nadzieja, że inne wypuszczone satelity będą obserwowane i z terytorium polskiego. Projektuje się tak wypuścić tego pierwszego satelity, aby jego tor dokoła Ziemi był elipsą, której punkt najbliższy leżałby na wysokości 320 km, zaś najdalszy — na wysokości około 2000 km nad powierzchnią Ziemi;

przelatując przez warstwy atmosfery ziemskiej na tych wysokościach satelita pomierzy nie znane nam dotąd wielkości fizyczne, a tym samym dostarczy cennych danych naukowych. Satelita będzie obiegać kulę ziemską w ciągu około 90 minut, tak że w ciągu jednej doby dokona 16 obiegów. Będzie widoczny na niebie jako gwiazdka 6—7 wielkości, a więc gołym okiem niedostrzegalna, ale zupełnie dobrze widoczna przez lornetkę polową. Ruch jego po sklepieniu niebieskim będzie bardzo szybki (odcinek drogi równy średnicy tarczy Księżyca przebiegać będzie w ciągu 5 sekund), a całe sklepienie niebieskie miejscami obserwacji przebiegnie w ciągu 15 minut; aby go móc zaobserwować, trzeba będzie bardzo dokładnie wiedzieć, w którym punkcie nieba i w jakim czasie należy go szukać. Właśnie takie obserwacje można polecać młodzieży (choćby one trudne!).

Uruchomienie sztucznego satelity Ziemi będzie dokonaniem pierwszego lotu kosmicznego; jest to niezbędny krok do uruchomienia sztucznego satelity większych rozmiarów z załogą ludzką, który będzie nie tylko wspinałym obserwatorium astronomicznym i laboratorium fizycznym, ale będzie również stacją przestrzenną, na której lądując będą mogły uzupełniać zużyte paliwo rakiety z ludźmi, startując z Ziemi do podróży na inną planetę, np. na Marsa. Znane w chwili obecnej paliwa chemiczne są zbyt ubogie w energię, aby wystarczyła do odbycia tak dalekiej podróży, natomiast jeżeli będzie można „po drodze” uzupełnić ich zapas, to odbycie takiej podróży staje się możliwe. Można przewidywać, że pierwsza taka daleka podróż kosmiczna z załogą ludzką nastąpi nie później niż za lat 15—20.

Rzeczą godną polecenia dla naszej młodzieży jest zajęcie się modelarstwem raketowym — byłoby to połączenie sportu ze zdobywaniem wiadomości i doświadczenia w budowie raket, które stają się już dzisiaj potężnymi i szybkimi środkami komunikacyjnymi i na dalekie odległości.

*K. Zarankiewicz*



Jeden z amerykańskich projektów sztucznego satelity z załogą ludzką