

Podróż do Saturna

Lech FALANDYSZ

U starożytnych Rzymian Saturn był bogiem rolnictwa i zasiewów. Uczyniono go nawet władcą Italii, a za jego panowania trwał tzw. „złoty wiek”. Na pamiątkę tych czasów w okolicy 20 grudnia obchodzono „Saturnalia”. Było to święto radości, pojednania oraz powszechnej równości – nawet z niewolnikami. Wzajemnie obdarowywano się prezentami.

Na nocnym niebie przy sprzyjających warunkach możemy zaobserwować planetę nazwaną na cześć boga Saturna. Jest to najdalsza z planet, którą można dostrzec okiem nieuzbrojonym w teleskop.

Przy bardzo sprzyjających okolicznościach w ustawieniu planet udaje się gołym okiem dostrzec planetę Uran – jeszcze dalszą od Saturna.

Dzięki nowoczesnemu statkowi kosmicznemu odbyliśmy bezpieczną i niezbyt długą podróż w okolice tej planety. To olbrzym tylko niewiele mniejszy od Jowisza. Ma średnicę wynoszącą około 120 tysięcy km i masę aż 95,2 razy większą od masy Ziemi. Promień jego orbity wynosi około 9,94 AU. Saturn pędzi po swojej orbicie z szybkością 9,7 km/s, a jeden obieg wokół Słońca trwa 29,45 lat ziemskich. Podobnie jak Jowisz, szybko wiruje wokół swej osi – z okresem 10 godz. i 39 min. Również jego budowa wewnętrzna jest podobna do tej, którą widzieliśmy już, odwiedzając Jowisza. Wokół skalistego jądra wielkości Ziemi znajduje się ciekły metaliczny wodór. Atmosfera planety składa się z wodoru, amoniaku, helu, etanu i innych gazów. Ponad gęstymi chmurami unosi się warstwa rozrzedzonego, krystalicznego amoniaku. Temperatura w górnych warstwach atmosfery wynosi około -180°C . Podobnie jak na Jowiszu, atmosfera jest niespokojna – występują silne wichry i liczne cyklony. Planeta ma też silne pole magnetyczne. Przy atmosferze często rozbłyskują potężne wyładowania i ukazują się rozległe pęki błyskawic. Z Ziemi poprzez lunetę można dostrzec okazałe pierścienie otaczające Saturna. Gdy już jesteśmy blisko, ukazuje się nam niezwykle widok. W jednej płaszczyźnie planeta otoczona jest szerokim pasem drobnych brył skalistych i lodowych. To jakby mikroksiężyce okrążające planetę. W tym szerokim pasie są przerwy, więc jest on widoczny jako zbiór wielu wąskich pierścieni. Zapewne piękny byłby widok, gdybyśmy przemieszczali się pod pierścieniami, a po drugiej ich stronie widoczne by było odległe Słońce. Promienie słoneczne przedzierająby się poprzez szczeliny pomiędzy bryłkami skał i lodu. Będąc w ruchu, widzielibyśmy efekt szybkiego mrugania światła słonecznego, a czasem zaiskrzyłyby bryłki lodowe. To piękne otoczenie Saturna jest jeszcze wzbogacone licznym orszakiem księżyców. Dotąd wiadomo, że Saturn ma ich najwięcej – bo aż około 82.

Saturna i jego otoczenie badały sondy kosmiczne Voyager 1 oraz Cassini. Bardzo unowocześniona i bogato wyposażona w aparaty sonda Cassini wystartowała z Ziemi w 1997 roku i po 7 latach dotarła do przestrzeni otaczającej Saturna. Przez dłuższy czas jej aparaty badały planetę, pierścienie

oraz księżyce. Niezwykle interesujące były badania Tytana, największego z księżyców, o średnicy 5150 km – większego od planety Merkury. Krąży on wokół Saturna w odległości 1,22 mln km z szybkością 5,6 km/s i w okresie 15,94 dni ziemskich. Okazało się, że Tytan otoczony jest pomarańczową mgłą, przez którą nie widać jego powierzchni. W styczniu 2005 roku od sondy oddzielił się lądowik o nazwie Huygens, by wylądować na Tytanie. Wszedł w atmosferę Tytana z szybkością 1600 km/h (444 m/s). Na wysokości około 180 km rozłożyły się hamujące spadochrony, i po 19 minutach szybkość spadła do 600 km/h. Wkrótce rozłożył się największy, trzymetrowy spadochron, skutecznie zmniejszając szybkość. Wreszcie lądowik bezpiecznie osiadł na powierzchni Tytana. Zakładamy, że my wylądowaliśmy tam w taki sam sposób. Nie wychodzimy z lądownika, jeśli jeszcze nie znamy szczegółów dotyczących klimatu oraz powierzchni. Księżyc ten ma skaliste jądro zawierające też substancje promieniotwórcze. Skalista skorupa pokryta jest lodem wodnym i metanowym. Kraterów jest niewiele. Pomiędzy skorupą a jądrem znajduje się duży ocean wody, głęboki na setki kilometrów. Powierzchnia jest gładka i lekko falista, z niewielkimi wzgórzami. Grunt składa się ze skał i metanowego lodu. Przezrzystość atmosfery niewielka. Z powierzchni księżycyca nie widać gwiazd. Krajobraz tonie w gęstym półmroku. Ale atmosfera ma też swój urok. Gdy podczas lądowania byliśmy na wysokości powyżej 80 km, atmosfera miała postać fioletowej mgły. Niżej, pomiędzy 80 km a 60 km, mgła stała się biała. Poniżej atmosfera ma barwę pomarańczową. Na wysokości około 20 km unoszą się metanowe chmury. Atmosfera składa się głównie z azotu, 85% (na Ziemi 77%), zawiera też 12% argonu i nieco innych gazów. Ciśnienie atmosferyczne wynosi 1500 hPa, a więc jest około 1,5 raza większe niż normalne, na Ziemi. Temperatura na powierzchni to około minus 170°C . Znajdujemy się na dużym, nieco jaśniejszym, obszarze powierzchni, wielkości ziemskiej Australii. Ta kraina została nazwana Xanadu. Lecz oto ożywiły się dwa niewielkie wulkany. Wyrzuciły parę wodną oraz mieszaninę wody i amoniaku. To wszystko szybko zamarza i opada na powierzchnię. Wkrótce przybyły gęste chmury, które obdarowały nas metanowym deszczem obmywającym lądownik. Pomarańczową atmosferę rozcinają ciemne gęste kreski opadających kropli amoniaku i staje się ona jakby przybrudzona. Widoczność zrobiła się jeszcze słabsza. Niedaleko od nas znajdują się dwa duże jeziora: jedno ma długość 20 km, a drugie 25 km. To jeziora ciekłego metanu. Rzeczką i strumykami do jezior spływa metan. Kojarzymy to sobie z ziemskim obiegiem wody. I byłoby tu wspaniale, gdyby to była woda i było ciepło. Metan paruje z jezior na półkuli, gdzie jest lato, i opada z chmur na półkuli zimowej. Od czasu do czasu widać błyskawicę. Jeśli dla klimatu Tytana tak duże znaczenie ma obieg metanu, to może też istnieją jakieś formy choćby prymitywnego życia. Źródłem metanu mogą być bakterie metanowe.

Na harfie Saturna promienie drgają
 Rzucając nuty jaskrawe.
 Budują boską oktawę,
 Niebiańską harmonią tak zgodnie grają.
 Oto przed nami wulkanem strzeliła
 Para z głębin księżycza;
 Wielkością swoją zachwycą,
 Czarną toń nieba i Saturna okryła,
 W baldachim się rozłożyła.
 Miliardy kuleczek lodu,
 Miliardy płatków śniegu
 Spadają i przestrzeń bielą,
 Przed nami dywanik ścielą.
 A poprzez tę przestrzeń muzyka płynie
 – Z harfy Saturna – ciche symfonie.
 Opadła kotara, niebo jest czarne
 W nim przestrzeń, której nikt nie
 ogarnie.

Wracamy do naszej błękitnej planety.

Obserwacje wykazały, że powierzchnia księżycza zmienia swoje położenie i dryfuje powoli po wodnym oceanie. Lądownik Huygens pozostał na Tytanie. Lecz my wyobrażamy sobie start lądownika z nami i przelot przez atmosferę. Najpierw wokół lądownika mamy pomarańczową otoczkę, która jaśniej i przechodzi w prawie białą mgłę. Później otacza nas mgła fioletowa i wreszcie jesteśmy ponad atmosferą. Oddalając się od Tytana, mijamy inny księżyc – Enceladus, o średnicy około 500 km. Ciężar człowieka tutaj byłby równy ciężarowi tabliczki czekolady na Ziemi. Księżyc ten jest biały niczym duża śniegowa kula. Na gładkiej powierzchni jest mało kraterów. We wnętrzu księżycy pływy ogrzewają wodę i wzrasta tam ciśnienie. Co pewien czas spod powierzchni wystrzeliwuje w górę fontanna wody, jej krople szybko zamarzają. Zanim odleciemy na Ziemię, obejrzyjmy to piękne widowisko na tle z pierścieniami Saturna.

Wracamy do naszej błękitnej planety.

Mapa skarbów

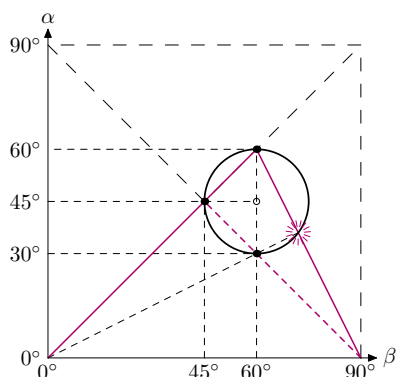
Piotr PIKUL*

*Doktorant, Instytut Matematyki,
 Uniwersytet Jagielloński

W moim poprzednim artykule (*Jak wyznaczyć najbardziej dowolny trójkąt?*, Δ_{21}^{06}) wspomniałem o *mapie zbioru wszystkich trójkątów*. Właściwie to o dwóch różnych jej wersjach, ale dziś chciałbym powrócić do „tej drugiej”, na której punktowi (β, α) odpowiada trójkąt o miarach kątów $\alpha \leq \beta \leq 180^\circ - \alpha - \beta$. Fakt, że interesują nas tylko dodatnie miary kątów, pozwala (poprzez przeanalizowanie wszystkich wymaganych nierówności liniowych) ustalić, że mapa ta ma kształt trójkąta o wierzchołkach $(0^\circ, 0^\circ)$, $(90^\circ, 0^\circ)$ oraz $(60^\circ, 60^\circ)$.

Jak się okazuje, dzięki takiej mapie można znaleźć nieoczekiwany „skarb”!

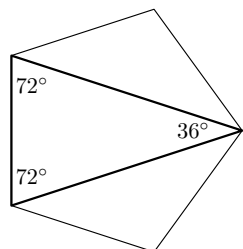
W tekście podaję współrzędne trójkątów na mapie, czyli miary dwóch najostriejszych kątów.



Nanieśmy na nią trzy „najsłynniejsze” trójkąty, znane z kart szkolnych podręczników. Chodzi oczywiście o trójkąt równoboczny $(60^\circ, 60^\circ)$, prostokątny równoramienny $(45^\circ, 45^\circ)$ oraz trójkąt „30–60–90” $(60^\circ, 30^\circ)$. Na razie nic ciekawego się nie wydarzyło, ale łatwo zauważyć, że środkiem okręgu przechodzącego przez wspomniane punkty-trójkąty jest punkt $(60^\circ, 45^\circ)$, który reprezentuje jeden z *najbardziej dowolnych trójkątów*!

To jednak nie koniec. Gdy patrzymy na wspomniany okrąg, w oczy rzuca się punkt jego przecięcia z prawą krawędzią mapy. Oznacza on pewien trójkąt równoramienny, który postaramy się zidentyfikować.

Łatwo zauważyć, że punkt $(60^\circ, 30^\circ)$ stanowi ortocentrum mapy. Wobec tego, spodek wysokości opuszczonej z wierzchołka $(0^\circ, 0^\circ)$ leży na okręgu o średnicy $(60^\circ, 60^\circ) - (60^\circ, 30^\circ)$. Wysokość ta ma oczywiście równanie $\beta = 2\alpha$, co oznacza, że kąt przy podstawie poszukiwanego trójkąta równoramiennego jest dokładnie dwukrotnie większy od kąta w wierzchołku. Ten prosty wymóg już jednoznacznie określa wszystkie miary kątów: $72^\circ, 36^\circ, 72^\circ$. Są one w świecie matematycznym dobrze znane, a legitymujący się nimi wielokąt nazywamy *złotym trójkątem*.



Złoty trójkąt w pięciokącie foremnym

Czytelnik Zaznajomiony z „tą pierwszą” mapą zbioru trójkątów zechce na niej powtórzyć opisane tu poszukiwania. Dają inny rezultat, ale jaki?

Już samo *złoto* w nazwie mogłoby wystarczyć do odtrąbienia znalezienia skarbu, ale pozwolę sobie jeszcze na dodatkowe dwa zdania podkreślające doniosłość znaleziska. Ostatecznie *nie wszystko złoto, co się świeci*. Nawet jeśli Czytelnik dotąd ze wspomnianym trójkątem się nie zetknął, to sądzę, że *złota liczba* $\varphi = \frac{\sqrt{5}+1}{2} \approx 1,618$, będąca stosunkiem długości boków złotego trójkąta (zachęcam do zmierzenia się z wyznaczeniem tego stosunku – nie jest to wcale takie trudne), jest już lepiej znana. Niemniej niekończące się opowieści o złotych podziałach, antycznych kanonach piękna, złotych prostokątach, liczbach Fibonacciego, mnożących się królikach, pszczelich drzewach genealogicznych czy nawet *zwykłym* pięciokącie foremnym pozwolę sobie tutaj pominąć. Niejednokrotnie na łamach *Delty* podobne tematy bywały poruszane. Teraz do bogatej kolekcji ciekawostek związanych ze złotą liczbą dochodzi fakt, że ostrokątny trójkąt równoramienny o tak zadanym stosunku ramion do podstawy leży (oczywiście nie sam trójkąt, ale reprezentujący go punkt) na jednym okręgu z trzema innymi sławnymi punktami świata trójkątów.

Niby taka prosta mapa, a wskazuje drogę do całkiem ciekawego „skarbu”.