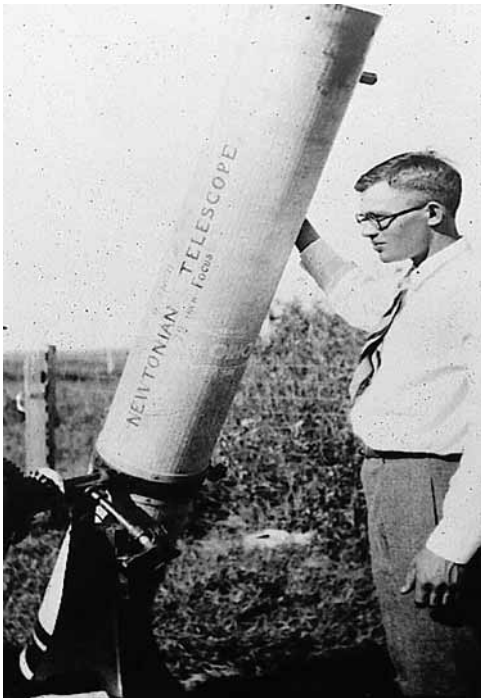


*Planetą jest ciało kosmiczne obiegające Słońce (macierzystą gwiazdę), ma wystarczającą gęstość, aby jego pole grawitacyjne utrzymywało je w równowadze hydrostatycznej (było w przybliżeniu kuliste). Planeta powinna być w przestrzeni na tyle dominującą, aby wyczyścić ją z mniejszych ciał.*

# Pożegnanie z dziewiątą planetą

■ VLADIMÍR ŠTEFL, BRNO, JULIUSZ DOMAŃSKI

W lutym 1930 roku Clyde Wiliam **Tom-  
baugh** (1906–1997) odnalazł na kliszach  
naświetlonych w styczniu w obserwatorium  
Lowella w Flagstaff w Arizonie nowe ciało  
Układu Słonecznego (rys. 2).



Rys. 1. Clyde Wiliam Tombaugh (1906–1997) odkrywca Plutona

Po kilku miesiącach od pierwszych liter  
imienia i nazwiska Percivala Lovella  
(1855–1916) zostało nazwane **Plutonem**  
(Lovell już w 1905 roku przewidział istnienie  
Plutona w oparciu o perturbacje ruchu  
Urana) i stało się dziewiątą planetą nasze-  
go układu planetarnego.

W 1978 roku James Walter Christy  
(1938–) (rys. 3) odkrył księżyc Plutona,  
Charona (rys. 4).

Spróbujemy ocenić jakie warunki po-  
zwały na rozdzielenie tych ciał podczas  
obserwacji.

Obliczymy odległość kątową między  
Plutonem a Charonem podczas obserwacji,  
gdy Pluton znajduje się w opozycji. Ekscen-  
tryczność orbity Putona  $e = 0,25$ , wielka  
półoś orbity Plutona  $a = 39,5$  AU, wielka  
półoś orbity Charona  $d = 19\ 640$  km.

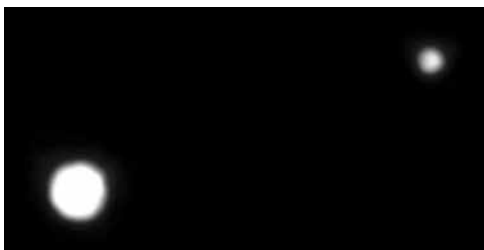
Odległość Plutona od Słońca jest  
 $r = a(1 - e) = 29,6$  AU,



Fig. 2. Informacja prasowa o odkryciu Plutona



Rys. 3. James Walter Christy (1938–) Odkrywca Charona – księżycy Plutona



Rys. 4. Pluton i jego księżyc – Charon

odległość od Ziemi  
 $(29,6 - 1) \cdot 1,5 \cdot 10^{11} \text{ m} = 4,3 \cdot 10^{12} \text{ m}$   
 zatem odległość kątowna

$$\Theta = \frac{d}{r} = \frac{19,6 \cdot 10^3 \text{ km}}{28,6 \cdot 1,5 \cdot 10^8 \text{ km}} = 4,6 \cdot 10^{-6} \text{ rad} = 0,9''.$$

Taką zdolność rozdzielczą można uzyskać w bardzo dobrych warunkach obserwacyjnych i przy bardzo małym seeingu<sup>1</sup>.

Jaka powinna być minimalna średnica teleskopu pozwalająca na rozdzielenie tych ciał przy obserwacjach na fali o długości 550 nm?

$$D = 1,22 \frac{\lambda}{\Theta} = 0,13 \text{ m}.$$

Oczywiście wynik odpowiada obserwacjom w bardzo dobrych warunkach, przy seeingu poniżej 1'' łuku.

Odkrycie Charona pozwoliło na uzyskanie niektórych charakterystyk Plutona, wcześniej nieosiągalnych.

Charon obiega Plutona w odległości  $a_{Ch} = 19\,640 \text{ km}$  z okresem  $T_{Ch} = 6,39$  doby (ziemskiej). Promień Plutona  $R_p = 1150 \text{ km}$ , promień Charona  $R_{Ch} = 600 \text{ km}$ . Zakładając jednakową gęstość obu globów wyznaczmy ich masy.

Z III. Prawa Keplera

$$\frac{a_{Ch}^3}{T_{Ch}^2} = \frac{G}{4\pi^2} (M_{Pl} + M_{Ch})$$

wyznaczamy masę układu Pluto–Charon

$$M_{Pl} + M_{Ch} = 1,4 \cdot 10^{22} \text{ kg}.$$

Ponieważ objętości  $V \approx R^3$  otrzymujemy  $M_{Pl} = 1,25 \cdot 10^{22} \text{ kg}$ ,  $M_{Ch} = 1,7 \cdot 10^{21} \text{ kg}$ .

Dalsze badania układu pokazały, że rzeczywiste gęstości obu ciał są bardzo podobne  $\rho_{Pl} : \rho_{Ch} = 10:9$ .

W jakiej odległości od Plutona znajduje się środek masy układu Pluton-Charon? Masy obu globów i ich odległość jak w poprzednich zadaniach.

Wykorzystujemy zależność

$$\begin{aligned} M_{Pluto} a_{Pluto} + M_{Charon} a_{Charon} &= \\ &= (M_{Pluto} + M_{Charon}) a_{spol}. \end{aligned}$$

Wybierając układ odniesienia, w którym  $a_{Pluto} = 0$ ,  $a_{Charon}$  jest odległością obu ciał, otrzymujemy

$$a_{spol} = \frac{M_{Charon} a_{Charon}}{M_{Pluto} + M_{Charon}} = 2\,000 \text{ km}.$$

Warunki termiczne na Plutonie może przybliżyć uczniom następujące zadanie.

Stała słoneczna dla Ziemi (przy odległości od Słońca równej 1 AU) wynosi  $S_Z = 1370 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ .

Obliczmy stałą słoneczną dla Plutona znajdującego się w odległości 39,5 AU od Słońca. Dodatkowo obliczmy człkowitą energię, jaką otrzymuje Pluton w ciągu sekundy. Albedo Plutona  $A = 0,15$ .

Stała słoneczna Plutona

$$S_p = S_Z \frac{1}{39,5^2} = 0,88 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$$

<sup>1</sup> Seeing – ważna w obserwacji wielkość określająca przejrzystość atmosfery. Dokładniejsza definicja pl.wikipedia.ork/wiki/seeing.

W ciągu sekundy Pluton otrzymuje

$$L_{S \rightarrow P} = S_p \pi R_p^2 \cdot (1 - A) = 3,2 \cdot 10^{12} \text{ W} = 3200 \text{ GW.}$$

Dla porównania: średnia moc jaką pobieramy z polskich elektrowni to 16 GW. Zaledwie 200 razy mniej! Wynika stąd bardzo niska temperatura na powierzchni Plutona. Dość proste obliczenia wskazują, że wynosi ona ok. 40 K ( $-230^\circ\text{C}$ ).

Prawie od odkrycia Plutona zaczęto się zastanawiać, czy można nazwać go planetą. Wątpliwości nasuwała jego nietypowa dla pozostałych planet orbita (bardzo duża ekscentryczność obity  $e = 0,25$  i bardzo duże nachylenie do płaszczyzny ekliptyki wynoszące ponad  $17^\circ$ ). Ponadto w peryhelium Pluton znajduje się bliżej Słońca niż Neptun. Wątpliwości nasiliły się po 1978 roku, gdy wyznaczono jego gęstość. A jeszcze bardziej po 2000 roku, po odkryciu kilku ciał transneptunowych o porównywalnej wielkości (np. UB313).

Na kongresie IAU w Pradze w 2006 roku została uściślona **definicja planety**, w której Pluton już się nie mieści. Według nowej definicji **planetą jest ciało kosmiczne obiegające Słońce (macierzystą gwiazdę), ma wystarczającą gęstość, aby jego pole gra-**

**witacyjne utrzymywało je w równowadze hydrostatycznej (było w przybliżeniu kuliste). Planeta powinna być w przestrzeni na tyle dominująca, aby wyczyścić ją z mniejszych ciał.**

Od tego momentu Pluton jest obiektem transneptunowym, **karłowatą planetą** (nowy typ obiektu) Układu Słonecznego. Nadal jest obiektem budzącym zainteresowania astronomów, czego dowodem jest m.in. wysłana w styczniu 2006 roku sonda kosmiczna New Horizons. Osiągnie ona okolice Plutona w 2015 roku.

*Podobno tylko astrologowie z oburzeniem zareagowali na usunięcie Plutona z zestawu planet. Twierdzą oni, że planety swymi „astrologicznymi” siłami określają w chwili narodzin charakter człowieka. Jedyłą siłą, z jaką może oddziaływać Pluton na noworodka jest siła grawitacji. Porównajmy tą siłę z siłą grawitacyjnego oddziaływania Ziemi.*

Stosunek tych sił jest

$$\frac{F_P}{F_Z} = \frac{G \frac{m_d M_P}{r_{PJ}^2}}{G \frac{m_d M_Z}{R_Z^2}} = 2,6 \cdot 10^{-15}.$$

Jak widać, jest ona zanedbywalnie mała.