



Zadania drugiej serii I etapu

Zadanie 1. Jasność planet

Niekiedy spotyka się pytanie: dlaczego jeszcze nie wykluczono obserwacyjnie istnienia sporych planet w odległości kilkuset jednostek astronomicznych od Słońca. W celu udzielenia na nie odpowiedzi, oblicz jasność planety o parametrach Neptuna dla ziemskiego obserwatora znajdującej się w odległości 900 au od Słońca. Załóż, że Neptun widziany z Ziemi ma ósmą wielkość gwiazdową i jest odległy od Słońca o 30 au.

Zadanie 2. Gaz międzygalaktyczny

Gaz międzygalaktyczny składa się ze zjonizowanego wodoru o temperaturze T sięgającej 100 milionów kelwinów. Wydawałoby się, że w takiej temperaturze powinien on intensywnie promieniować. Oszacuj czas wytracenia energii przez obłok gazu, przyjmując skrajnie uproszczone założenia. W tym założenie, że emisja promieniowania następuje w wyniku zderzenia protonów, w trakcie którego wyemitowany jest foton o własnościach wynikających z prawa Wiena dla wskazanej temperatury. Przyjmij, że przekrój czynny na takie zderzenie wynosi $\sigma = 100$ milibarnów ($1b = 10^{-28} \text{ m}^2$), a gęstość gazu protonowego ρ to około jeden proton na metr sześcienny.

Potrzebne dane liczbowe wyszukaj samodzielnie i podaj ich źródło.

Zadanie 3. WASP-17b

Cząsteczki pary wodnej są źródłem silnych pasm absorpcyjnych w podczerwieni w zakresie długości fal $1,3 - 1,5 \mu\text{m}$. W poniższej tabeli przedstawiono pomiary głębokości tranzytów planety WASP-17b w funkcji długości fali, wykonane za pomocą Teleskopu Kosmicznego Hubble'a. Korzystając z tych danych, oszacuj grubość atmosfery planety WASP-17b. Przyjmij, że promień macierzystej gwiazdy wynosi $1,38 R_{\odot}$.

$\lambda (\mu\text{m})$ $\Delta m (\text{mmag})$

1,128	$16,380 \pm 0,279$
1,156	$16,142 \pm 0,271$
1,184	$16,334 \pm 0,281$
1,212	$16,239 \pm 0,235$
1,240	$16,284 \pm 0,241$
1,268	$16,466 \pm 0,245$
1,296	$16,093 \pm 0,257$
1,325	$16,679 \pm 0,214$
1,353	$16,878 \pm 0,242$
1,381	$17,031 \pm 0,259$

$\lambda (\mu\text{m})$ $\Delta m (\text{mmag})$

1,409	$16,640 \pm 0,283$
1,437	$16,914 \pm 0,271$
1,465	$16,770 \pm 0,290$
1,493	$16,612 \pm 0,268$
1,521	$16,379 \pm 0,249$
1,549	$16,731 \pm 0,343$
1,577	$16,866 \pm 0,306$
1,606	$16,150 \pm 0,302$
1,634	$15,776 \pm 0,329$

Zadanie 4. Przechwyt komety

Zbadaj możliwość przechwycenia komety międzygwiazdowej 3I/ATLAS przez Jowisza. Załóż dla uproszczenia, że orbity Jowisza i komety leżą w płaszczyźnie ekliptyki. W pewnym przybliżeniu, w okresie jednego roku, położenie komety i Jowisza można sparametryzować funkcjami liniowymi zależnymi od czasu.

$$\text{3I/ATLAS} \quad x_{3I}(t) = -1,35 - 0,11 \cdot t \quad y_{3I}(t) = -0,67 + 1,07 \cdot t$$

$$\text{Jowisz} \quad x_J(t) = -1,17 - 0,21 \cdot t \quad y_J(t) = 5,14 - 0,09 \cdot t$$

Czas t wyrażony jest w miesiącach, przy czym chwila $t = 0$ odpowiada dacie 2025-10-16 12:00 UT. Wszystkie długości podane są w jednostkach astronomicznych (au) a płaszczyzna układu XY to płaszczyzna ekliptyki (dodatnia oś X wskazuje na punkt Barana).

a) Korzystając z podanych parametryzacji orbit, wyznacz moment najbliższego zbliżenia komety i Jowisza oraz odległość między nimi w tym momencie.

b) Promień strefy Hilla planety jest w przybliżeniu dany wzorem: $r \approx a \cdot (1 - e) \cdot (m / 3M)^{1/3}$ gdzie: a to półosć wielka orbity, e - mimośród, m - masa planety, M - masa gwiazdy. Czy kometa 3I/ATLAS znajdzie się w strefie Hilla Jowisza?

c) Wiadomo, że w momencie najbliższego zbliżenia do Jowisza prędkość komety wynosi 0,035 au/dobę, a prędkość orbitalna Jowisza jest w przybliżeniu stała i wynosi 0,0075 au/dobę. Czy Jowisz ma szansę przechwycić komętę 3I/ATLAS?

Uwaga: zadanie to można rozwiązać z użyciem komputera, arkuszy kalkulacyjnych czy własnoręcznie napisanych programów. Do rozwiązania należy dołączyć pliki źródłowe

Zastępcze zadanie obserwacyjne O-0 Romer

Za pomocą programu Stellarium, w celu oszacowania prędkości światła metodą Romera, przeprowadź serię obserwacji zjawisk zakryciowych w układzie Io - Jowisz. Wybierz taki typ zjawiska, które da najbardziej precyzyjny wynik. Obserwacje oczywiście nie muszą obejmować wszystkich zjawisk, ale powinny pokrywać co najmniej okres kilku lat. Zanotuj czas zaobserwowanych zjawisk w Dniach Juliańskich, oznaczany jest on zwykle literą O. Zanotuj również odległość Jowisza od Ziemi (D) w chwili obserwacji.

Przewidywany czas zjawisk (oznaczany przez C) można obliczyć ze wzoru: $C = M_0 + E \cdot P$, gdzie E (epoka) jest liczbą całkowitą, czyli numerem zjawiska, P to okres orbitalny Io równy 1,769137786 dnia, a składnik M_0 to moment pierwszego zjawiska podany w Dniach Juliańskich.

Dla wszystkich swoich obserwacji oblicz różnicę O-C, dobierając wartość E w taki sposób, aby zawsze spełnić warunek $-P/2 < (O-C) < P/2$. Wyniki przedstaw na wykresie (O na osi OX, O-C na osi OY). Na drugim wykresie przedstaw otrzymane wyniki O-C w funkcji odległości. Skomentuj otrzymane rezultaty i oszacuj prędkość światła.

Do rozwiązania dołącz zrzut ekranu dla jednego ze zjawisk.

Uwagi:

Program Stellarium można pobrać bezpłatnie ze strony <https://stellarium.org/pl/>. W parametrach dotyczących Układu Słonecznego (SSO) opcja „Symuluj prędkość światła” powinna być włączona.