

Układy planetarne - zadania

1 Tranzytujące egzoplanety

Zadanie 1 - tranzyt Ziemi

Wyobraź sobie, że jesteś obserwatorem na odległej planecie, znajdującej się w płaszczyźnie ekliptyki Ziemi. Obserwujesz tranzyt Ziemi na tle Słońca.

Oblicz, o ile procent zmieniłby się strumień dochodzącego światła od Słońca, gdyby na jego tle przechodziła planeta wielkości Ziemi. Obliczoną zmianę strumienia wyraż w wielkościach gwiazdowych.

Oblicz czas trwania przejścia planety wielkości Ziemi na tle tarczy gwiazdy o wielkości Słońca. Planeta obiega macierzystą gwiazdę z okresem 1 roku w odległości 1 AU. Promień Słońca jest równy 695 500 km, promień Ziemi - 6 371 km.

Źródło: Zadania olimpiad astronomicznych, 3/I.1/LIII i 1/I.2/LIII, połączone i zaadaptowane

Zadanie 2 - przewidywanie tranzytów

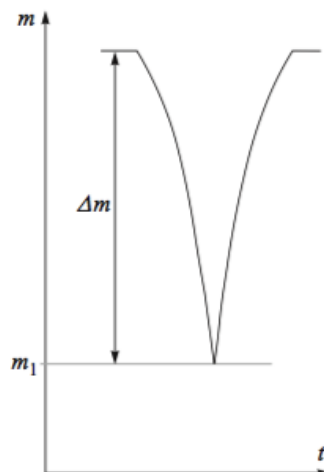
Zaobserwowano moment początkowy t_0 oraz moment końcowy t_1 centralnego tranzytu planety na tle tarczy gwiazdy ciągu głównego o temperaturze efektywnej $T_G = 6300$ K oraz mocy promieniowania $L_G = 1,4L_\odot$. Różnica momentów t_0 oraz t_1 wynosiła $\Delta t = 9^h 48^m$. Podaj, kiedy należy spodziewać się kolejnego tranzytu planety.

Przyjmij kołowość orbity oraz zależność Eddingtona między mocą promieniowania a masą gwiazdy: $\log L = 3,8 \cdot \log M + 0,08$ (w jednostkach mocy promieniowania oraz masy Słońca).

Źródło: Zadania olimpiad astronomicznych, 1/II/LVI, zaadaptowane

Zadanie 3 (zagadka)

Podczas obserwacji jednego z minimum gwiazdy podwójnej zaćmieniowej otrzymano następującą krzywą blasku:



Co możesz powiedzieć o tym układzie gwiazd? Czy możesz przewidzieć kształt krzywej blasku dla następnego minimum?

2 Obserwacje spektroskopowe

Zadanie 1 (zagadka)

- a) Na ekranie widzisz wykres prędkości radialnych dla układu dwóch gwiazd. Która z tych gwiazd jest bardziej masywna i ile razy? W którym punkcie masywniejszy składnik jest najbliżej Ziemi? Narysuj tę sytuację na orbicie.
- b) Na ekranie widzisz wykres prędkości radialnych dla układu dwóch gwiazd. Dlaczego wykres nie ma kształtu sinusoidy? Narysuj orbitę tego układu w odpowiedniej orientacji względem Ziemi.

Zadanie 2 - niewidoczny towarzysz

W 1989 roku, w jednym z numerów czasopisma *Nature*, podano wyniki badań spektroskopowych gwiazdy HD 114762. Wyznaczono następujące parametry jej ruchu:

- okres zmian prędkości - 84 doby
- połowa amplitudy zmian prędkości - 0,6 km/s

Z badań tych wynika, że gwiazda ma niewidocznego towarzysza. O gwieździe wiadomo, że ma masę M w przybliżeniu równą masie Słońca i dużo większą od masy niewidocznego składnika.

Na podstawie tych danych przedyskutuj, czym może być niewidoczny składnik. Czy prawdopodobne jest, że jest to gwiazda?

Źródło: Zadania olimpiad astronomicznych, 6/3/XXXVII, zaadaptowane

3 Temperatura efektywna. Źródła ciepła planet

Zadanie 1 - poszukiwanie wody

Gwiazda Gliese 667 jest układem potrójnym. Trzeci składnik tego układu, Gliese 667C, jest czerwonym karłem typu widmowego M1,5 (co odpowiada temperaturze ok. 3700 K) o promieniu równym $0,42R_{\odot}$. Wokół tego składnika odkryto układ planetarny składający się z co najmniej 6 planet o masach rzędu kilku mas Ziemi.

Orbity planet charakteryzują dane z wyświetlonej tabelki. Korzystając z niej, stwierdź, na których planetach może wystąpić woda w stanie ciekłym?

Przyjmij upraszczająco, że woda może wystąpić na planetach, których temperatura rozumiana jako temperatura ciała doskonale czarnego zawiera się w przedziale $0^{\circ}\text{C} < T < 100^{\circ}\text{C}$. Pomiń wpływ dodatkowych składników - Gliese 667A i 667B.

Źródło: Zadania olimpiad astronomicznych, 4/I.1/LVII, zaadaptowane

Zadanie 2 - temperatura Jowisza

Wyznaczona z obserwacji temperatura efektywna Jowisza wynosi 135 K. Przyjmując, że albedo planety wynosi $\alpha = 0,45$, oblicz moc dodatkowego, wewnętrznego źródła energii cieplnej planety, potrzebnego do uzyskania tak wysokiej temperatury.

Jaka byłaby temperatura efektywna Jowisza, gdyby do planety nie docierała energia słoneczna?
Jako dodatkowe dane przyjmij: promień Jowisza $R_J = 7,14 \cdot 10^7$ m, odległość Jowisza od Słońca $a_J = 5,2$ AU, moc promieniowania Słońca $L_\odot = 3,83 \cdot 10^{26}$ W.

Źródło: Zadania olimpiad astronomicznych, 1/I.1/LII

W pozostałym czasie - najprostszy model efektu cieplarnianego :)