

ZADANIA KRÓTKIE

1. W układzie Gliese 867 ($M_G = 0.334 \pm 0.03 M_\odot$) zaobserwowano kilka egzoplanet, przedstawionych w tabeli,

Układ Gliese	Masa	Wielka półś (au)
Gliese 876 b	$2.2756 \pm 0.0045 M_J$	0.2083 ± 0.000020
Gliese 876 c	$0.7142 \pm 0.0039 M_J$	0.1296 ± 0.000024
Gliese 876 d	$6.83 \pm 0.40 M_\oplus$	0.0208 ± 0.00000015
Gliese 876 e	$14.6 \pm 1.7 M_\oplus$	0.3343 ± 0.0013

gdzie $M_\odot$ jest masą Słońca, M_J jest masą Jowisza ($M_J = 1.89813 \times 10^{27} \text{ kg}$), a $M_\oplus$ jest masą Ziemi.

Założ, że wszystkie planety obiegają Gliese 876 w tym samym kierunku. Orbits dwóch planet są w rezonansie, jeśli okres synodyczny pierwszej w odniesieniu do drugiej jest całkowitą wielokrotnością okresu drugiej planety.

Sprawdź, czy w układzie Gliese 876 znajdują się orbity egzoplanet w rezonansie .

2. Satelita pewnej planety ma okres orbitalny równy 7 dni 3 godziny 43 minuty oraz półś wielką orbity równą 15.3 średniego promienia planety. Okres orbitalny Księżyca to 27 dni 7 godzin 43 minuty, a półś jego orbity ma długość 60.3 średnich promieni Ziemi. Przyjmij, że masy Księżyca i satelity są zaniedbywalne w stosunku do masy ciała centralnego.

Oblicz stosunek średniej gęstości planety do średniej gęstości Ziemi.

3. 27 maja 2015 roku o godzinie 02:18:49, było widoczne zakrycie gwiazdy HIP 89931 (δ –Sgr) przez planetoidę 1285 Julietta. Obserwacji dokonano nad świątynią w Borobudur znajdującą się w centrum pasa zakrycia, czas zakrycia wynosił 6.201 s. Założ, że orbita Ziemi jest okręgiem, a Julietta krąży w płaszczyźnie ekliptyki w tę samą stronę co Ziemia, oraz że do zakrycia doszło w pobliżu aphelium orbity Julietty.

W chwili zakrycia odległość od Słońca i Ziemi wynosiła odpowiednio 3.076 au oraz 2.156 au.

Oszacuj rozmiar planetoidy Julietta, przyjmij że: półś wielka Julietty $a = 2.9914 \text{ au}$

4. Przyjmij, że pewien obserwator używający hipotetycznego teleskopu o rozmiarach Ziemi, pracującego w dalekiej podczerwieni, w zakresie od 20 do 640 μm znajduje statyczną i elektrycznie obojętną czarną dziurę o masie $2.1 \times 10^{10} M_{\odot}$.
Wyznacz maksymalną odległość obserwatora od czarnej dziury z jakiej można zmierzyć (rozdzielić) jej rozmiary.
5. Obserwator próbuje wyznaczyć ekscentryczność orbity sztucznego satelity. Gdy satelita znajduje się w apogeum, w bardzo krótkim czasie przesuwa się po niebie o kąt $\Delta\theta_1 = 2'44''$. Gdy promień wodzący łączący Ziemię i satelitę jest prostopadły do osi wielkiej orbity (anomalia prawdziwa równa się 90°) w takim samym czasie przesunie się o kąt $\Delta\theta_2 = 21'17''$.
Znajdź przybliżoną wartość mimośrodów orbity satelity. Przyjmij, że obserwator znajduje się w środku Ziemi.
6. Przed startem wszystkich obserwacji radioteleskop kierowany jest w punktowe źródło kalibracyjne, którego gęstość strumienia mierzona poza ziemską atmosferą wynosi 21.86 Jy. Jednak tego dnia zmierzona jasność tego źródła wynosiła 14.27 Jy.
Wyznacz współczynnik τ_z nieprzezroczystości atmosfery w zenicie, jeśli obserwacji dokonano na wysokości 35° nad horyzontem.
7. Pewna galaktyka znajdująca się na brzegu gromady galaktyk o promieniu 10 Mpc może z niej uciec, jeśli ma prędkość początkową co najmniej 700 km/s w stosunku do centrum gromady.
Wyznacz gęstość tej gromady.
8. Silny sygnał radiowego continuum został zaobserwowany jako krótki impuls trwający 700 μs . Obserwowana gęstość strumienia energii na częstotliwości 1660 MHz wynosi 0.35 kJy.
Na podstawie jasności obiektu oszacuj temperaturę źródła, jeśli wiadomo, że znajduje się ono w odległości 2.3 kpc.

9. Załóżmy, że Słońce jest ciałem doskonale czarnym. Wenus jest ciałem doskonale czarnym o temperaturze T_v i jest w równowadze termicznej (tzn. promieniuje tyle samo energii, co otrzymuje Słońca z odległości 0.72 au). Załóżmy, że w najmniejszej odległości od Ziemi Wenus ma średnicę kątową około 66 sekund łuku.
- Jaka jest gęstość strumienia obserwowana przez radioteleskop na częstotliwości 5GHz, w czasie największego zbliżenia pomiędzy Wenus a Ziemią.
10. Obłok molekularny wodoru ma temperaturę $T=115$ K. Jeśli przyjąć, że atomy są sferycznie symetryczne o równoważnych promieniach $r_h=0.37 \times 10^{-10}m$, oraz że odległość separacji pomiędzy atomami wodoru (od środka do środka) wynosi $d_{H_2}=0.74 \times 10^{-10}m$. Załóż, że molekuły są jednorodne i znajdują się w równowadze termicznej
- Oszacuj częstotliwość ich rotacji. Odpowiedź przedstaw w postaci rozumowania matematycznego.
11. Gęstość pewnego obiektu jest odwrotnie proporcjonalna do odległości od jego środka. Współczynnik proporcjonalności wynosi $\alpha = 5.0 \times 10^{13} \frac{kg}{m^2}$.
- Wyznacz masę obiektu, jeśli wiadomo, że prędkość ucieczki wynosi $v_0 = 1.5 \times 10^4 \frac{m}{s}$
12. Proton o energii kinetycznej 1GV leci od powierzchni Słońca w stronę Ziemi.
- Pomijając wpływ pola magnetycznego Słońca oblicz czas lotu protonu dla obserwatora ziemskiego.
13. Aktywność wulkaniczna na Io, według jednej z teorii, jest spowodowana ogrzewaniem pływowym pochodzącym przede wszystkim od Jowisza. Obrót i ruch orbitalny Io są zsynchronizowane. Wypadkowa siła pływowa to różnica sił grawitacji działających pomiędzy ciałem centralnym na bliższą i dalszą stronę satelity. Pomiary odkształcenia powierzchni Io przeprowadzone poprzez satelitarne mapowanie wysokościomierzem radarowym, wskazują wznoszenie i opadanie powierzchni do 100 m w czasie równym połowie okresu orbitalnego. Tylko warstwa powierzchniowa się wznosi o tyle, warstwy wewnętrzne wykazują mniejszy ruch średnio o 50m. W obliczeniach można przyjąć uproszczenie, że Io składa się z dwóch punktów materialnych reprezentujących bliższą i dalszą półkulkę księżycy.
- Oblicz średnią moc ogrzewania pływowego spowodowanego przez grawitację Jowisza.

Podpowiedź: Dla małych x można przyjąć: $(1+x)^n \approx 1+nx$

masa lo jest równa $m_{lo} = 8.931938 \times 10^{22} \text{ kg}$

odległość perycentrum wynosi $r_{peri} = 420000 \text{ km}$

odległość apocentrum wynosi $r_{apo} = 423400 \text{ km}$

okres orbitalny lo wynosi $r_{apo} = 423400 \text{ km}$

promień lo jest równy $R_{lo} = 1821.6 \text{ km}$,

14. Zakładając, że żyjemy w statycznym, nieskończenie wielkim Wszechświecie, w którym gęstość gwiazd wynosi $n=10^{-9} \text{ Mpc}^{-3}$ i promień gwiazdowy jest równy promieniowi Słońca.

W jakiej średniej odległości, w losowo wybranym kierunku, znajdzie się najbliższa gwiazda? Wynik podaj w megaparsekach. Przyjmij, że Wszechświat opasuje geometria Euklidesa.

15. Samolot leci z Limy, stolicy Peru ($12^{\circ}2'S$ i $77^{\circ}1'W$) do Yogyakarta ($7^{\circ}47'S$ i $110^{\circ}26'E$), po najkrótszej drodze.

Znajdź szerokość geograficzną punktu najbardziej wysuniętego na południe na tarasie lotu. Pomiń ruch wirowy Ziemi.