
II Olimpijska Liga Astronomiczna

Mechanika nieba

I seria: do 13 października

Zadanie 1.

Małe ciało niebieskie leciało przez kosmiczną przestrzeń, a kiedy zbliżyło się dostatecznie, z Ziemi było widać je świetnie. Niestety, astronomowie zaczęli mieć obawy, czy małe ciało nie zbliży się nazbyt dostatecznie, i nie zderzy z Ziemią. Na podstawie obserwacji udało im się ustalić, że obiekt znajduje się w odległości r równej 100 tys. km, jego prędkość radialna v wynosi 37,2 km/s, a prędkość kątowna względem obserwatora w układzie inercyjnym ω to 0,0014 deg/s. Sprawdź, czy istnieje ryzyko zderzenia małego ciała niebieskiego z Ziemią.

Autorka: Zofia Lamęcka

Zadanie 2.

Na kołowej orbicie okołoziemskiej o wysokości 1200 km znajduje się wojskowy satelita obserwacyjny Podglądacz 2000. Niestety, wskutek awarii systemu komunikacji stracił on zdolność do zmiany pozycji i przesyłania danych. W celu odzyskania kluczowych danych wywiadowczych, na orbicie o tym samym mimośrodzie i wysokości umieszczono za Podglądaczem satelitę Chwytnak-1. Liniowa separacja między obydwoma statkami kosmicznymi wynosi 4562 km.

- (a) Zaplanuj sekwencję manewrów orbitalnych mających doprowadzić do rendez-vous. Użyj możliwie najmniejszej liczby odpaleń silnika. Załóż, że Chwytnak-1 zdolny jest do w przybliżeniu impulsowej zmiany prędkości.
- (b) Zaplanuj manewr orbitalny mający na celu ponowne wejście połączonych satelitów w atmosferę ziemską. Załóż, że wysokość perygeum potrzebna do optymalnego wejścia w atmosferę i hamowania wynosi 90 km.
- (c) Oblicz całkowitą zmianę prędkości (Δv budget) potrzebną do wykonania całej powyższej misji.

Autor: Stanisław Świercz

Zadanie 3.

Sonda krąży wokół Słońca po keplerowskiej orbicie, przy czym jej aparatura jest w stanie wytrzymać konkretny zakres temperatur. W związku z tym ustalono, że bezpieczne górne ograniczenie na wartość odległości sondy od Słońca wynosi 3,6 AU, natomiast za dolne ograniczenie przyjęto 2,2 AU. Wiedząc, że pół wielka orbity wynosi 2,8 AU, natomiast jej mimośród równy jest 0,72 oblicz przez jaki procent czasu trwania okresu orbitalnego aparatura sztucznego satelity znajduje się w odpowiednich warunkach termicznych. Zakładając, że 12 maja 2024 roku przechodził on przez aphelium oszacuj datę znalezienia się w odległości stanowiącej górne ograniczenie na bezpieczny dystans od Słońca.

Autor: Ksawery Głowacki

Zadanie 4.

Astronomowie zaobserwowali obiekt znajdujący się w bardzo dużej odległości od Słońca. Jego prędkość liniowa względem Słońca wynosiła $28,3 \frac{\text{km}}{\text{s}}$, a wyznaczony z obserwacji parametr zderzenia miał wartość $0,45 \pm 0,23 \text{ AU}$.

- (a) Oblicz odległość peryhelium obiektu oraz jego maksymalną prędkość w Układzie Słonecznym.
- (b) Oblicz mimośród orbity obiektu. Jaka krzywą jest jego trajektoria?
- (c) Jakie może być pochodzenie obiektu? Podaj wszystkie możliwości.

Autor: Stanisław Świercz

Zadanie 5.

Zaobserwowano, że pewna gwiazda na przestrzeni lat zmienia okresowo swoje położenia na niebie. Najprawdopodobniej jest częścią układu podwójnego z niewidocznym towarzyszem. Wiadomo, że widoczna gwiazda jest białym karłem bliskim zostaniu supernową i znajduje się w odległości 60 pc, a mimośród jej orbity wynosi 0,8. Na podstawie danych o zmianach położenia kąтового białego karła, określ, pod jakim kątem względem płaszczyzny obserwator widzi układ, oraz wyznacz masę towarzysza.

Rok	Położenie kątowe [arcsec]
0,1	-0,0095
0,3	-0,0249
0,6	-0,0464
1,0	-0,0661
1,4	-0,0833
2,2	-0,1061
3,1	-0,1153
3,7	-0,1183
3,8	-0,1184
4,9	-0,1128
6,8	-0,0901
7,6	-0,0771
9,7	-0,0403
11,0	-0,0163
12,7	0,0196
14,1	0,0439
15,2	0,0654
17,0	0,0937
17,8	0,1036
18,8	0,1134
19,3	0,1165
20,4	0,1177
21,8	0,0974
22,6	0,0697
23,2	0,0402
24,8	-0,0735
25,4	-0,0925
26,4	-0,1122
27,7	-0,1171
28,4	-0,1134

Tabela 1: Dane położenia kąowego

Uwaga. Załóż, że obserwator patrzy na układ w płaszczyźnie orbity.

Autorka: Zofia Lamęcka