



Trzecia Międzynarodowa Olympiada Astronomii i Astrofizyki

Zadania teoretyczne

Długie zadania

Zadanie 16: Pocisk na dużych wysokościach (45 punktów)

Pocisk wystrzelony z powierzchni Ziemi (na poziomie morza) startuje z prędkością początkową $v_0 = \sqrt{GM/R}$ oraz kątem wystrzelenia (względem lokalnego horyzontu) $\theta = \frac{\pi}{6}$. M i R to odpowiednio masa i promień Ziemi. Pomiń opór powietrza i obrót Ziemi.

- Wykaż, że orbita pocisku to elipsa o wielkiej półosi $a = R$.
- Oblicz największą wysokość, jaką osiąga pocisk względem powierzchni Ziemi (w jednostkach promienia Ziemi).
- Jaki jest zasięg pocisku (odległość pomiędzy punktem startu i punktem upadku) w jednostkach promienia Ziemi?
- Jaka jest ekscentryczność e tej orbity eliptycznej?
- Oblicz czas lotu pocisku.

Zadanie 17: Obserwowana gęstość liczbowa gwiazd w Galaktyce (45 punktów)

Prosty model gęstości liczbowej gwiazd w dysku Galaktyki to funkcja wykładnicza $n = n_0 \exp\left(-\frac{r-R_0}{R_d}\right)$, gdzie r to odległość od centrum Galaktyki, R_0 to odległość Słońca od centrum, R_d to typowy rozmiar dysku, n_0 to gęstość liczbowo gwiazd w okolicy Słońca. Astronom obserwuje małe pole w kierunku centrum Galaktyki. Możemy wykorzystać pewien rodzaj czerwonych olbrzymów (tzw. „red clump”) jako wskaźniki odległości podczas tych obserwacji, ponieważ mają w przybliżeniu stałą jasność absolutną $M = -0.2$,

- Zakładając, że zasięg teleskopu to $m = 18$, wylicz największą odległość na której teleskop potrafi wykryć tego typu czerwone olbrzymy. Dla uproszczenia pomiń obecność ekstynkcji międzygwiazdowej.
- Zakładając ekstynkcję międzygwiazdową 0.7 mag/kpc , powtórz obliczenia z części (a) i oszacuj przybliżoną wartość największej odległości, na której można obserwować tego typu gwiazdy w przypadku ekstynkcji.
- Wyprowadź wyrażenie na liczbę tego typu czerwonych olbrzymów na jednostkę jasności wewnątrz kąta bryłowego Ω , które obserwujemy w zakresie jasności m do $m + \Delta m$, (tzn. $\frac{\Delta N}{\Delta m}$). Takie czerwone olbrzymy to ułamek f wszystkich gwiazd. W tej części pomiń ekstynkcję, tak jak w części (a). Załóż, że dysk jest dużo większy, niż maksymalna odległość na której widać te gwiazdy.