

Zadanie 12.

Obiekt PSR 1257+12 jest gwiazdą neutronową o średnicy kilkunastu kilometrów. Ta gwiazda jest pulsarem milisekundowym, który obraca się wokół osi własnej 160 razy na sekundę. Wokół niego krążą pierwsze odkryte – przez polskiego astronoma Aleksandra Wolszczana – planety poza Układem Słonecznym. Układ składa się z pulsara jako gwiazdy centralnej i trzech planet krążących wokół tego pulsara. Jedną z nich jest planeta o nazwie Draugr, która okrąża pulsar po orbicie kołowej o promieniu $r = 0,19$ au, w czasie $T = 25,3$ doby (ziemskiej).

Masa pulsara jest znacznie większa od masy każdej z okrążających go planet. Pomiń wzajemne oddziaływanie planet. Przyjmij, że $1 \text{ au} = 150 \text{ mln km}$ (au – jednostka astronomiczna).

Zadanie 12.1. (0–3)

Oblicz masę pulsara na podstawie informacji dotyczącej ruchu orbitalnego planety Draugr, podanej w treści zadania 12.



Dodatkowe informacje do zadań 12.2. i 12.3.

Opisany pulsar powstał w wyniku zapadania się jądra gwiazdy, którego rozmiary były znacznie większe niż obecne rozmiary pulsara. W wyniku zapadania grawitacyjnego promień tego jądra się zmniejszył, a częstotliwość obrotu wzrosła. Obecnie pulsar obraca się wokół własnej osi około 160 razy na sekundę.

Do obliczeń przyjmij uproszczony model zjawiska oparty na następujących założeniach dotyczących końcowego etapu zapadania się jądra gwiazdy:

- przyjmij, że masa M jądra gwiazdy się nie zmienia
- pomiń ewentualne straty momentu pędu
- przyjmij, że zapadające się jądro gwiazdy jest ciałem o momencie bezwładności równym kMR_i^2 , gdzie R_i jest chwilowym promieniem jądra gwiazdy, a k pozostaje stałe
- pomiń efekty relatywistyczne i wpływ innych obiektów.

Zadanie 12.2. (0–2)

Oblicz częstotliwość obrotu jądra gwiazdy dookoła osi własnej w chwili, gdy miało ono promień 10 razy większy niż obecnie. Wykorzystaj odpowiednie zasady i wzory fizyczne.

A full-page view of a blank sheet of graph paper. The grid consists of thin, light gray horizontal and vertical lines forming small squares across the entire page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

Zadanie 12.3. (0–2)

Wyznacz wartość liczbową stosunku E_{kin1}/E_{kin10} – energii kinetycznej jądra gwiazdy w chwili obecnej do energii kinetycznej jądra gwiazdy w chwili, gdy jego promień był 10 razy większy niż obecnie. Wykorzystaj odpowiednie zasady i wzory fizyczne.

Energję kinetyczną określamy w układzie odniesienia, w którym oś obrotu pulsara jest nieruchoma.

This image shows a full page of blank graph paper. The grid consists of small, uniform squares formed by thin, light gray lines. There are no margins, text, or other markings on the page.

Wypełnia egzaminator	Nr zadania	12.1.	12.2.	12.3.
	Maks. liczba pkt	3	2	2
	Uzyskana liczba pkt			