
II Olimpijska Liga Astronomiczna

Gwiazdy zmienne i układy podwójne

III seria: do 8 grudnia

Zadanie 1.

Piątą planetę, na którą natrafił Mały Książę, zamieszkiwał latarnik, któremu w celu ułatwienia pracy zamieniono latarnię na nowocześniejszą, z lampą sodową ($\lambda_{Na} = 589,3 \text{ nm}$). Szóstą planetę zamieszkiwał geograf, który obserwował światło latarni przez spektroskop. Zauważył, że okres obrotu piątej planety rośnie. Określ, jaka dokładność spektroskopu jest potrzebna, aby zaobserwować zmianę długości fali światła latarni zależnie od okresu obrotu wokół własnej osi piątej planety. Porównaj dokładność z rzeczywistymi możliwymi parametrami urządzeń.

Przyjmij, że piąta planeta porusza się po orbicie Merkurego, a szósta po orbicie Urana.
Uwaga. Latarnia jest tak jasna, że widać ją nawet z odległości 50 AU.

Autorka: Zofia Lamecka

Zadanie 2.

Podczas obserwacji cefeidy klasycznej dokonano pomiarów jej wskaźników barwy: $(V-I) = 2,7^m$, $(V-I)_0 = 1,7^m$. Zmierzono także wartość ekstynkcji w filtrze I: $A_I = 2^m$. Wiadomo również, że cefeida znajduje się w odległości 2800 pc od Ziemi. Poniższa tabelka przedstawia wartości jasności absolutnych w filtrze V wyrażone w magnitudo w zależności od okresu pulsacji wyrażonego w dniach dla cefeid tego konkretnego typu. Wyznacz okres pulsacji tej cefeidy oraz jej jasności obserwowane w filtrach V oraz I w momencie obserwacji.

logP	M_V
0,531	-2,021
0,931	-2,976
1,331	-3,931
1,731	-4,886
2,131	-5,841
2,531	-6,797

Tabela 1: Jasności absolutne cefeid w zależności od okresu pulsacji.

Wskazówka:

Dla cefeid klasycznych można skorzystać z zależności między odległością a jasnościami w filtrach I oraz V w postaci:

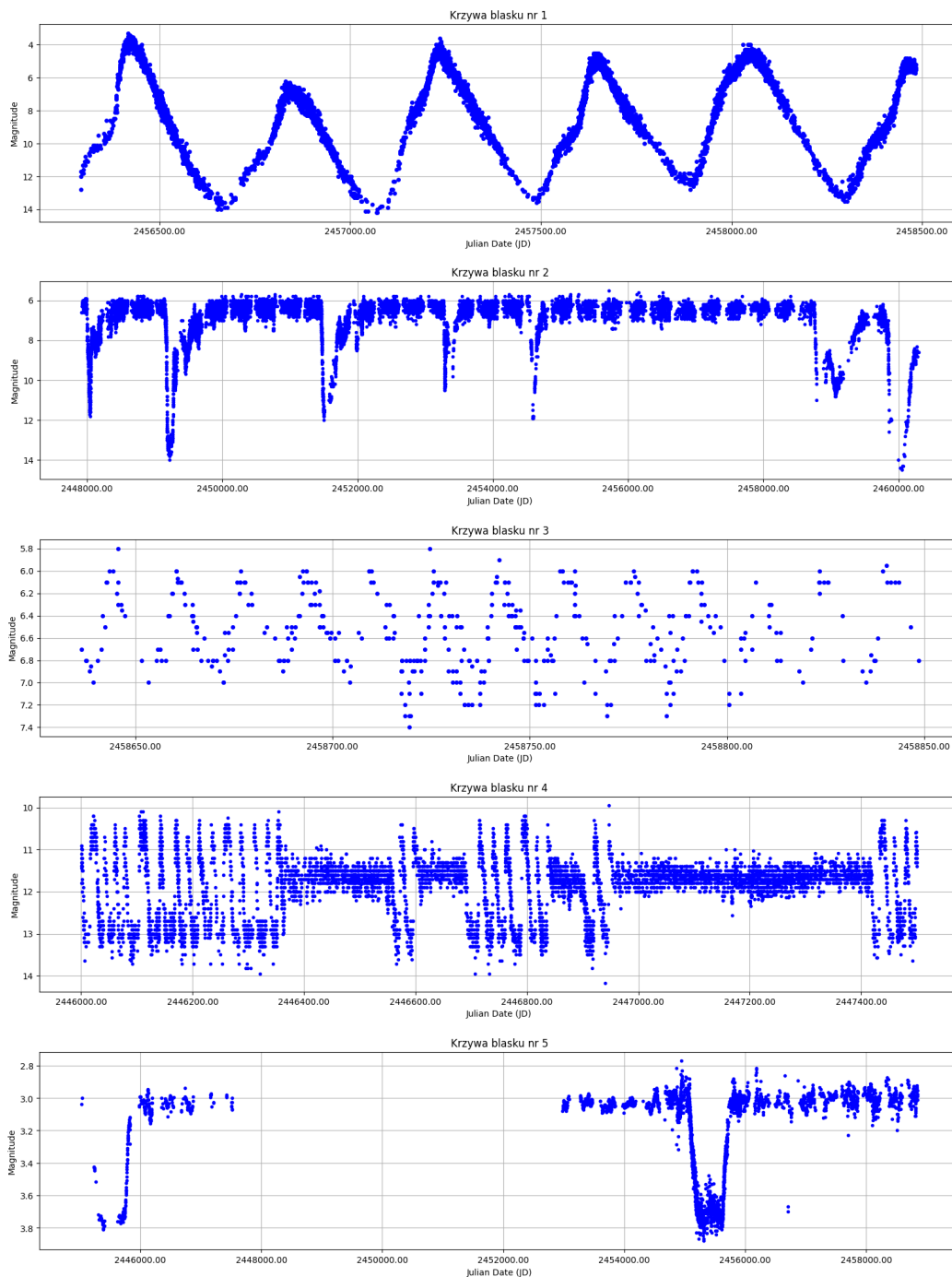
$$5 \log d = V + 3,34 \log P - 2,45(V - I) + 7,52 \quad (1)$$

Autor: Ksawery Głowacki

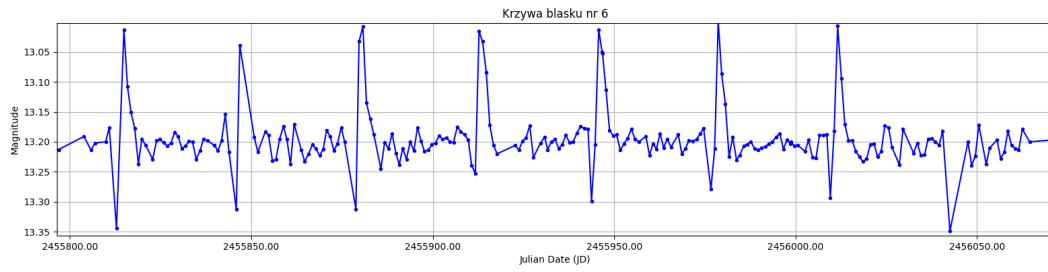
Zadanie 3.

Na podstawie podanych krzywych blasku (wykresów jasności w magnitudo [Magnitude] od daty juliańskiej [JD]) określ, jakie typy gwiazd zmiennych zostały na nich przedstawione.

Autor: Michał Jagodziński



Podane krzywe blasku zostały wykonane dzięki danym pochodzącym z projektu OGLE (The Optical Gravitational Lensing Experiment) oraz stowarzyszenia AAVSO (The American Association of Variable Star Observers).



Rysunek 1: Krzywe blasku wybranych gwiazd zmiennych

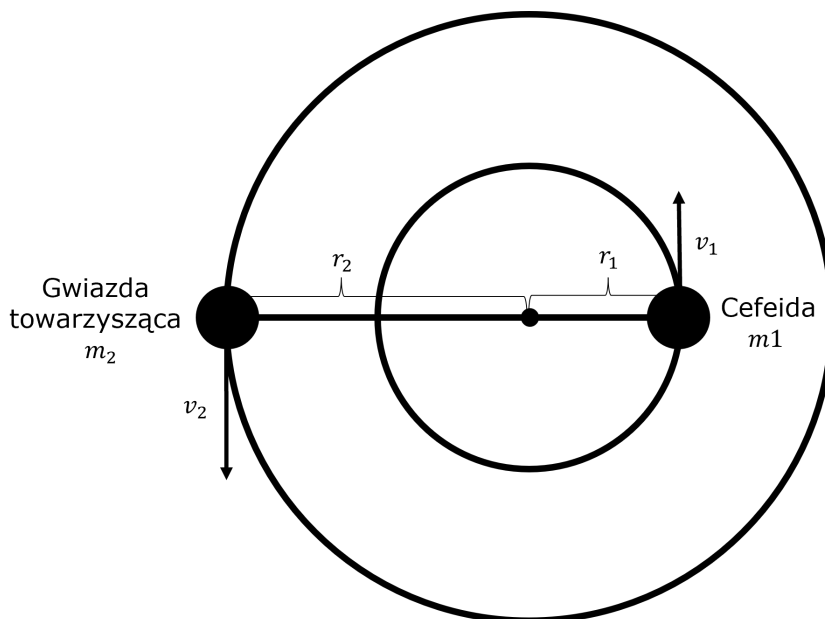
Zadanie 4.

Jasności (M) i okresy pulsacji (P) cefeid klasycznych można powiązać zależnością $M = a \cdot \log_{10}(P) + b$. Na podstawie danych w poniższej tabeli wyznacz współczynniki a i b . Niepewności można pominąć. Obserwujemy układ podwójny złożony z Cefeidy i towarzyszącej

Gwiazda	Okres pulsacji - P	Jasność absolutna - M	$\log_{10}(P)$
ℓ Car	35.56	-5.22	1.550962
ζ Gem	10.148	-4.1	1.006380
β Dor	9.843	-3.91	0.993127
W Sgr	7.59	-3.76	0.880242
X Sgr	7.013	-2.85	0.845904
Y Sgr	5.774	-2.06	0.761477
δ Cep	5.366	-3.47	0.729651
FF Aql	4.47	-3.4	0.650308
T Vul	4.335	-3.19	0.636989
RT Aur	3.728	-3.09	0.571476
SV Vul	44.98	-6.04	1.653019
WZ Sgr	21.83	-5.06	1.339054
S Nor	9.75	-3.95	0.989005
SU Cas	1.95	-1.99	0.290035
α UMi	5.75	-3.42	0.759668

Tabela 2: Dane o okresie pulsacji i jasności Cefeid

jej gwiazdy. Obie krążą po kołowych orbitach wokół wspólnego środka masy z okresem 2 lat, jak pokazano na rysunku 1. Oś obrotu układu jest nachylona o 60° względem linii wzroku obserwatora, a szerokość kątowna odległości między gwiazdami wynosi $0,1''$.



Rysunek 2: Schemat obserwowanego układu

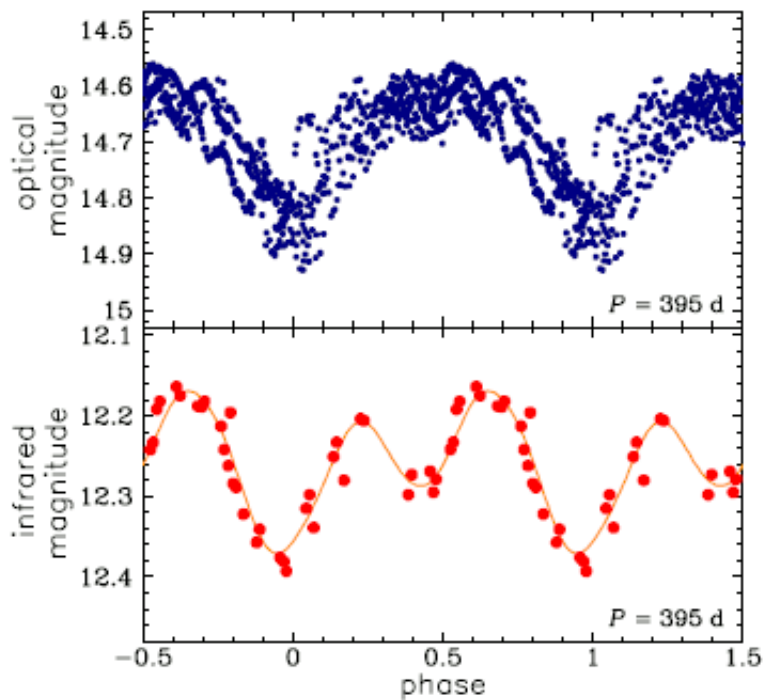
Cefeida ma jasność 5 magnitudo i pulsuje z okresem 10 dni. Obserwowana przez nas fala wyemitowana przez gwiazdę towarzyszącą jest w wyniku rotacji wokół środka masy przesunięta o $0,02$ nm względem fali o długości $656,3$ nm. Na podstawie wcześniej wyprowadzonej zależności i powyższych danych oblicz masy obu gwiazd.

Autor: Rafał Bryl

Zadanie 5.

U pewnego typu gwiazd zmiennych długookresowych obserwuje się osobliwe różnice w zachowaniu krzywych blasku mierzonych w zakresie widzialnym i w podczerwieni (patrz rysunek). Tłumaczy się je obecnością stale rozgrzewanego przez gwiazdę obłoku pyłu, orbitującego w płaszczyźnie równoległej do kierunku patrzenia. Przeanalizuj wykresy i zrealizuj następujące zadania:

- Wyjaśnij, skąd biorą się owe różnice — szczegółowo opisz pochodzenie każdego z fragmentów krzywych blasku w obu zakresach promieniowania;
- Przy upraszczającym założeniu, że średnica obłoku jest porównywalna ze średnicą gwiazdy, oblicz, ile razy jest osłabiane światło (w zakresie podczerwonym), gdy gwiazdę przesłania pył.



Rysunek 3: Krzywe blasku dla przykładowej gwiazdy (Soszyński et al. 2021)

Autor: Stanisław Świercz