

Wybrane stałe astronomiczne i fizyczne:

$1 \text{ au} = 1,496 \times 10^{11} \text{ m}$	jednostka astronomiczna
$1 \text{ pc} = 3,086 \times 10^{16} \text{ m}$	parsek
$M_{\oplus} = 5,972 \times 10^{24} \text{ kg}$	masa Ziemi
$R_{\oplus} = 6,371 \times 10^6 \text{ m}$	średni promień Ziemi
$M_{\odot} = 1,989 \times 10^{30} \text{ kg}$	masa Słońca
$L_{\odot} = 3,828 \times 10^{26} \text{ W}$	moc promieniowania Słońca
$G = 6,674 \times 10^{-11} \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{kg}^2}$	stała grawitacji
$c = 2,998 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$	prędkość światła w próżni
$\sigma = 5,670 \times 10^{-8} \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}^4}$	stała Stefana–Boltzmannna
$\hbar = 1,055 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$	zredukowana stała Plancka
$k_B = 1,381 \times 10^{-23} \frac{\text{J}}{\text{K}}$	stała Boltzmannna

Dodatkowe informacje

Obliczanie logarytmu okresu w ogólności wymaga użycia kalkulatora naukowego lub tabeli logarytmów. Nie jest to jednak konieczne, gdy na papierze naniesiono skalę logarymiczną na osi poziomej. Korzysta się z niej w następujący sposób: grube kreski na osi oznaczają kolejne rzędy wielkości: 1, 10, 100, ..., a cienkie kreski oznaczają równe odstępów w ramach danego rzędu wielkości.

Równanie Pogsona ma postać

$$m_1 - m_2 = 2,5 \log \frac{I_2}{I_1} = -2,5 \log \frac{I_1}{I_2}$$

gdzie m_1, m_2 to jasności obserwowane dwóch ciał, a I_1, I_2 to strumienie promieniowania od nich docierające. $\log$ to logarytm dziesiętny, oznaczany również $\log_{10}$. Z definicji

$$\log a = b \iff 10^b = a.$$

4. Cefeidy to rodzaj gwiazd zmiennych pulsujących. Zmieniają swoją jasność ze stałą amplitudą i okresem przeważnie od kilku do kilkudziesięciu dni. Zmiana jasności wynika ze zmiany zarówno promienia, jak i temperatury gwiazdy – cały czas jednak cefeida utrzymuje sferyczną symetrię (jest w przybliżeniu kulą).

Zależność między logarytmem okresu $\log P$ cefeid i jasnością absolutną M jest liniowa. Znaczący to, że wykres M od $\log P$ jest prostą. W tym zadaniu sporządzisz wykres tej zależności na podstawie wykresów zmian jasności pięciu cefeid galaktycznych, odległości do których są znane (dzięki pomiarom paralaksy). Następnie oszacujesz odległość do szóstej, odległej cefeidy, znajdującej się w Wielkim Obłoku Magellana.

a) Na podstawie wykresów zmian jasności pięciu cefeid galaktycznych odczytaj ich okresy zmian jasności i oszacuj średnie jasności. Uzupełnij okresy pulsacji w tabeli na oddzielnej kartce.

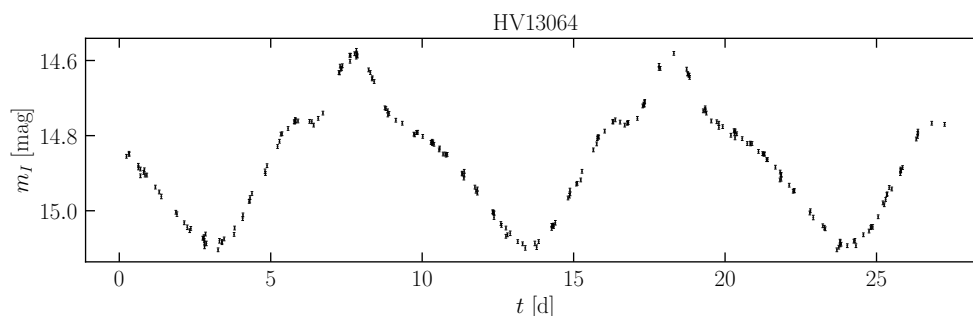
b) W tabeli dodatkowo podano odległości do poszczególnych cefeid i wyliczone na ich podstawie moduły odległości Δm . Wyrażają one spadek jasności wynikający z odległości i pozwalają przeliczyć jasność obserwowaną na jasność absolutną, według wzoru

$$m = M + \Delta m$$

Oblicz i uzupełnij w tabeli średnie jasności absolutne cefeid.

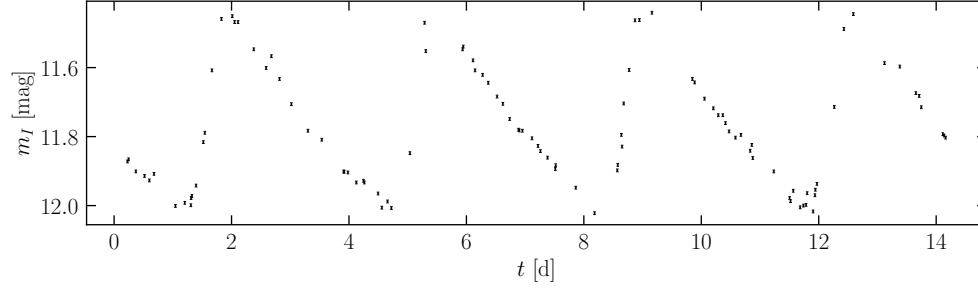
c) Na dostarczonym papierze ze skalą logarytmiczną przygotuj wykres zależności jasności absolutnej od okresu pulsacji i nanieś na niego rozpatrywane cefeidy. Dopasuj do danych prostą.

d) Poniżej przedstawiono krzywą blasku cefeidy znajdującej się w Wielkim Obłoku Magellana. Wyznacz jej moduł odległości. Oszacuj odległość do niej.

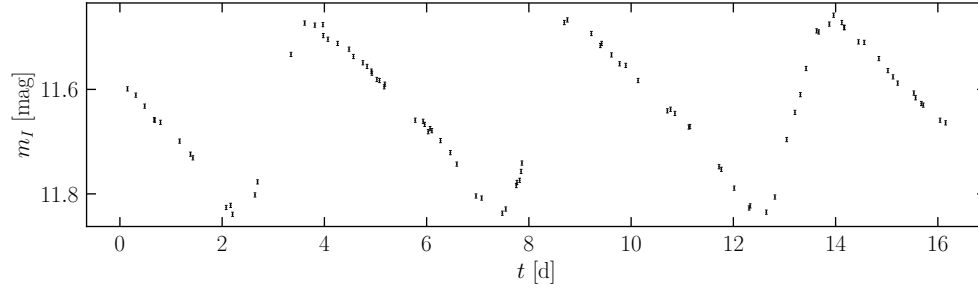


Galaktyczne cefeidy

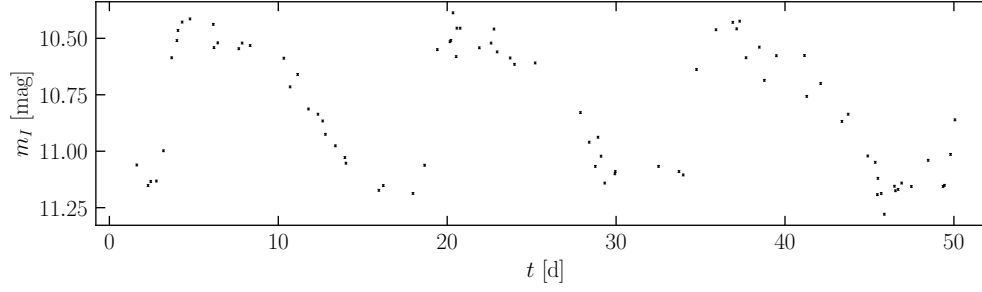
CV Ori



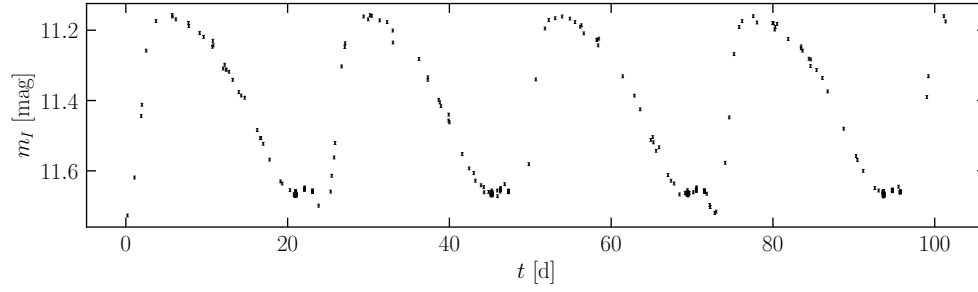
VZ Mon



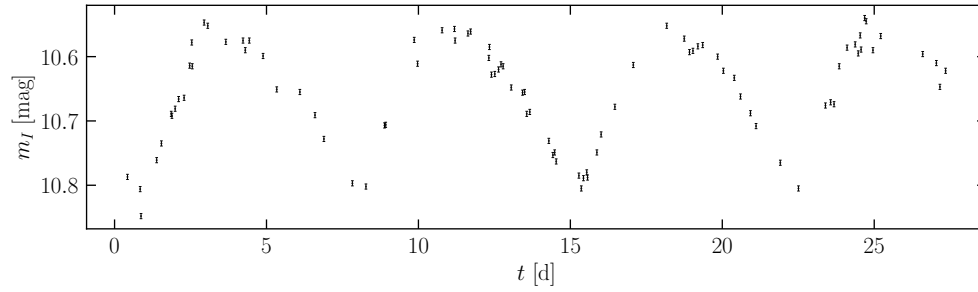
NT Pup

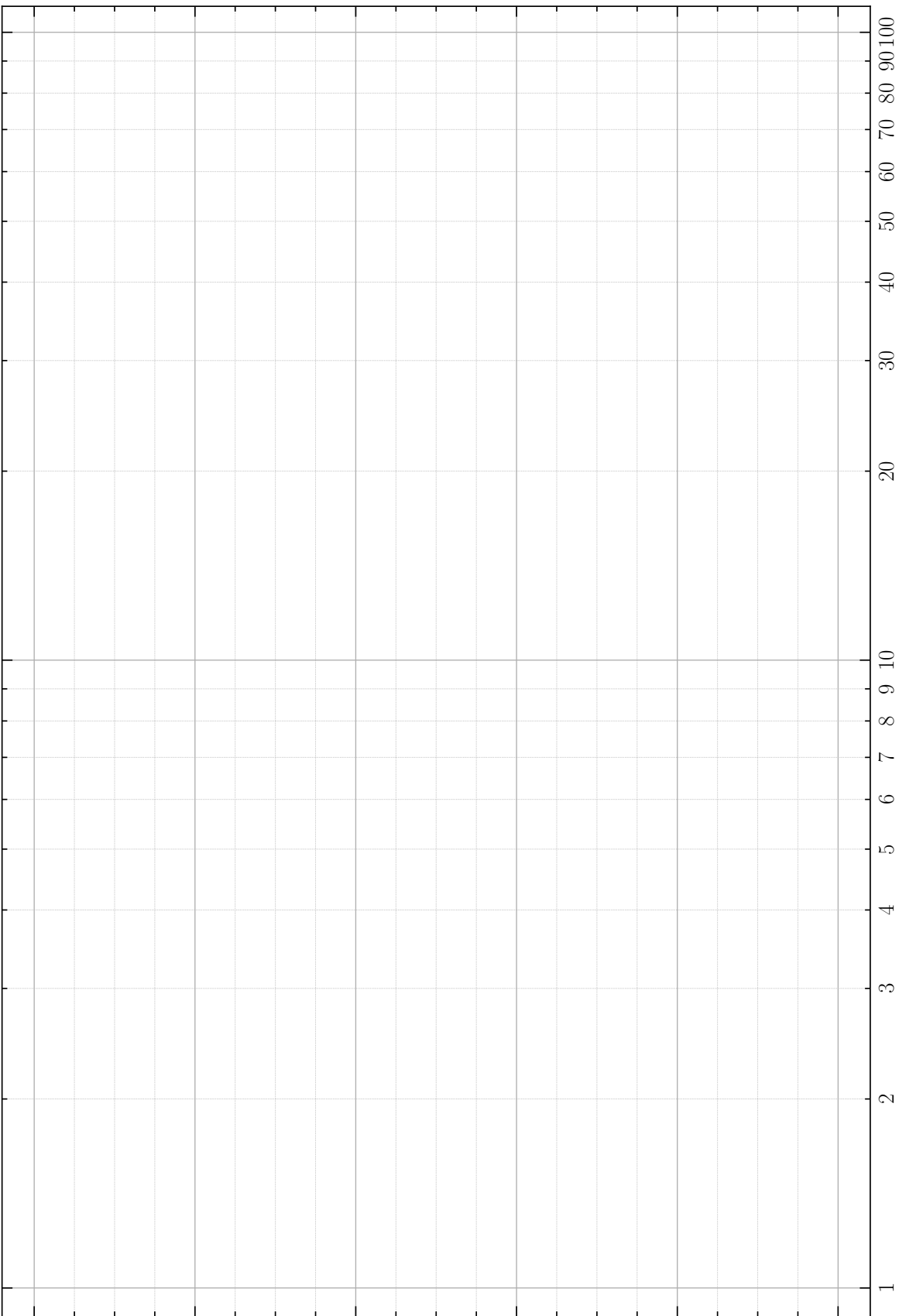


V0656 Car



BH Vel





Gwiazda OGLE ID	Rektascensja	Deklinacja	Odległość (pc)	Δm (mag)	Jasność absolutna (mag)	Okres pulsacji (dni)
CV Ori OGLE-GD-CEP-0028	06 ^h 12 ^m 21 ^s .96	+13° 38' 11".8	3445	12,7		
VZ Mon OGLE-GD-CEP-0044	06 ^h 31 ^m 14 ^s .54	+11° 51' 01".3	5063	13,5		
NT Pup OGLE-GD-CEP-0154	07 ^h 58 ^m 46 ^s .33	−38° 59' 39".6	6707	14,1		
V0656 Car OGLE-GD-CEP-0548	10 ^h 36 ^m 27 ^s .08	−62° 11' 33".1	14706	15,8		
BH Vel OGLE-GD-CEP-1272	08 ^h 29 ^m 48 ^s .51	−41° 13' 25".6	3697	12,8		
HV13064 OGLE-LMC-CEP-1719	05 ^h 21 ^m 55 ^s .32	−67° 46' 49".7				

Tabela do uzupełnienia zawierająca dane o cefeidach opisanych w zadaniu. Oprócz nazw własnych gwiazd podano również ich identyfikatory w katalogu OGLE oraz współrzędne równikowe, czyli rektascensję i deklinację. Odległości, podane w parsekach, obliczone zostały na podstawie danych zebranych w ramach misji Gaia (Gaia DR3).