

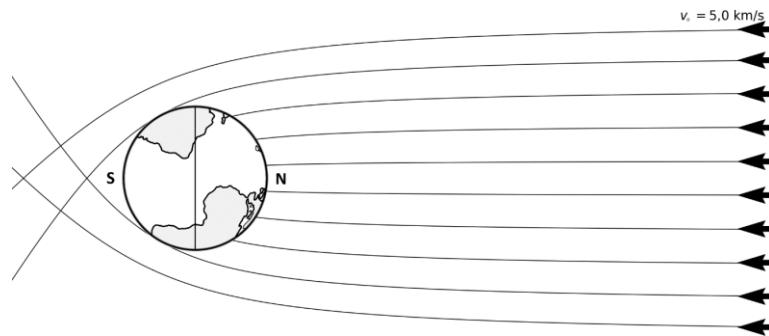
Zadania III etapu

III.1 Meteoroidy z północy

Astronomowie odkryli zbliżający się do Ziemi rój meteoroidów. Stwierdzono, że:

- rój odległy jest co najmniej o kilka jednostek astronomicznych
- nadlatuje z kierunku północnego bieguna niebieskiego,
- średnica roju jest znacznie większa od średnicy Ziemi,
- wektory prędkości meteoroidów są równoległe do siebie,
- ich wartość wynosi $v_0 = 5,0$ km/s.

Sytuację przedstawia poniższy rysunek:



Podaj pełny zakres długości i szerokości geograficznej obszaru, na którym w przyszłości będzie można znaleźć meteory z tego roju. Przyjmij, że meteoroidy oddziałują grawitacyjnie wyłącznie z Ziemią. Pomiń ruch Ziemi i wpływ atmosfery na ruch meteoroidów.

III.2 Sfera Dysona

Procjon to układ podwójny gwiazd, składający się z gwiazdy ciągu głównego Procjon A oraz białego karła Procjon B. W zadaniu możesz przyjąć, że całe odbierane z Ziemi światło Procjona pochodzi od składnika A.

Wyobraź sobie, że wysoko rozwinięta obca cywilizacja otoczyła gwiazdę Procjon A jednorodną, ciekłą sferą, która w całości przepuszcza dochodzące od gwiazdy promieniowanie o długości fali powyżej $\lambda_0 = 600$ nm, zaś całkowicie blokuje to o długości fali poniżej λ_0 . Część energii z tego zakresu promieniowania zostaje wykorzystana przez cywilizację, natomiast część energii jest utracona.

W szczególności, wskutek pochłaniania promieniowania, sfera nagrzewa się i emituje promieniowanie cieplne; w widmie układu pojawił się więc dodatkowy składnik o rozkładzie promieniowania ciała doskonale czarnego.

Masz do dyspozycji wzorcowe widma gwiazd odpowiadających typami widmowymi Słońcu (rys. 1) i Procjonowi A (rys. 2), a także dodatkowy składnik widma układu (rys. 3) – wszystkie z nich przedstawione dla testowej odległości $d = 10$ pc.

a) Uszereguj, wg koloru obserwowanego w całym zakresie światła widzialnego, poniższe gwiazdy od najbardziej czerwonej do najbardziej niebieskiej: Procjon-1 przed wybudowaniem sfery, Procjon-2 po wybudowaniu sfery oraz Słońce.

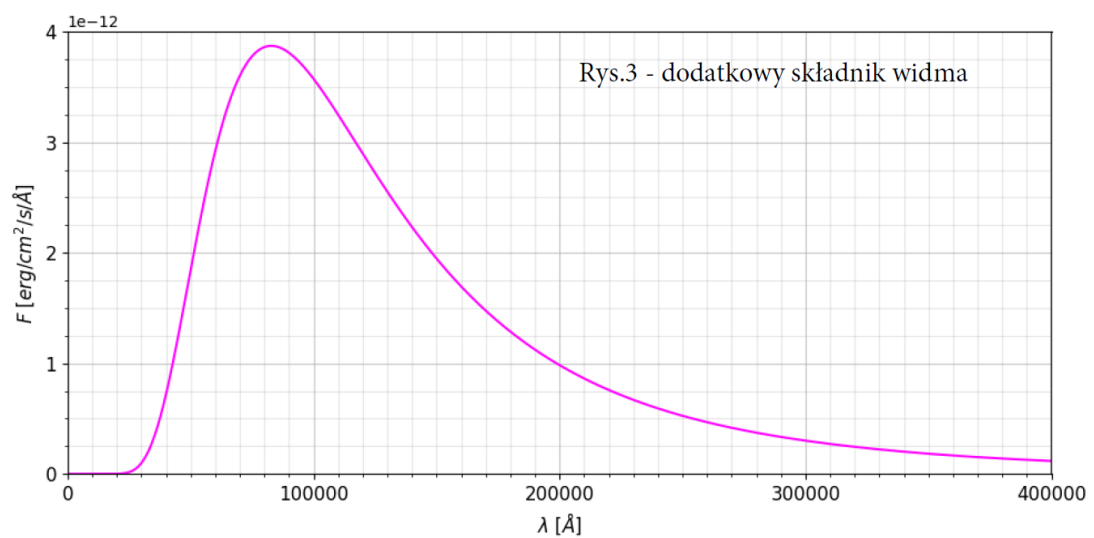
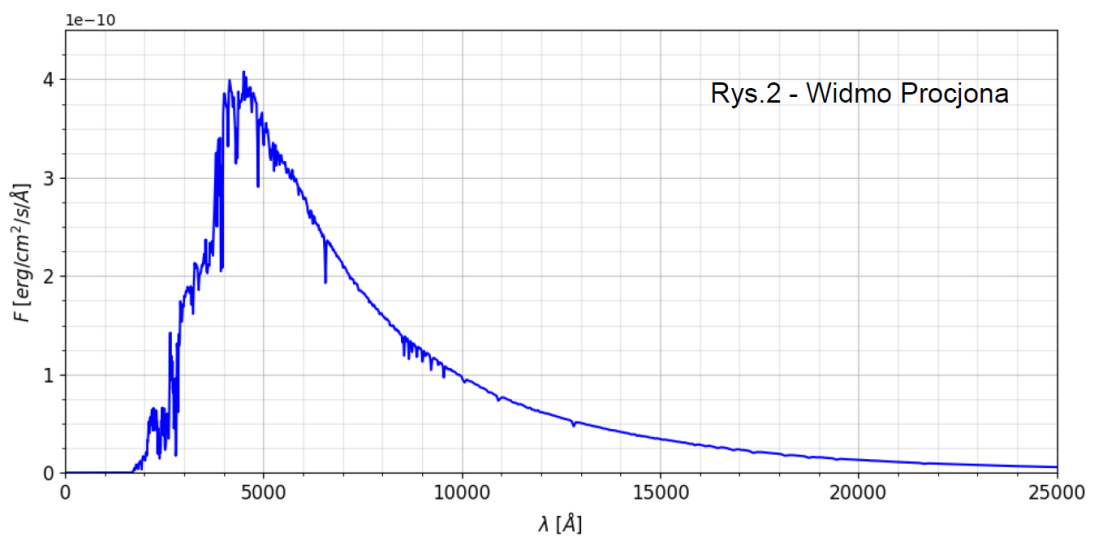
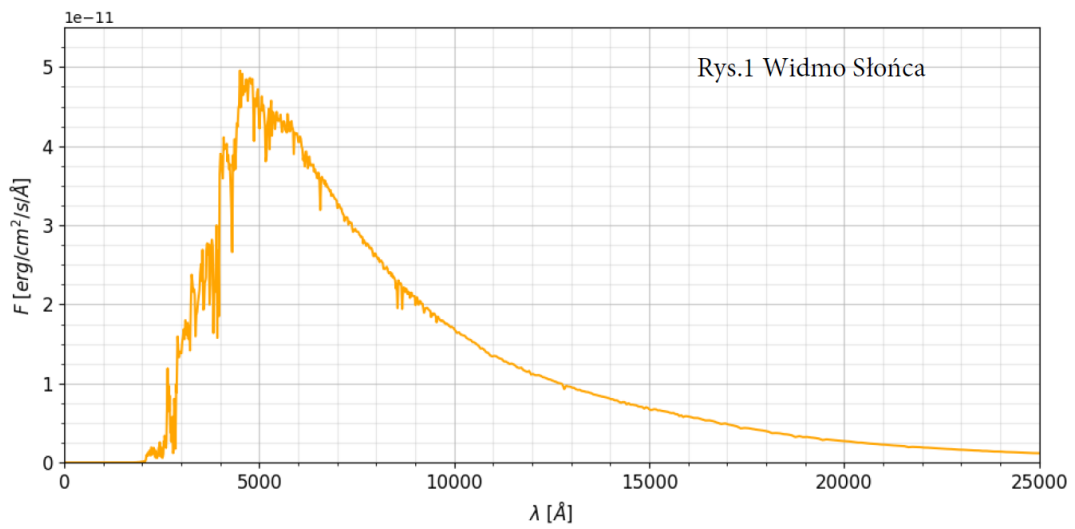
b) Oblicz, o ile wielkości gwiazdowych zmieniła się obserwowana z Ziemi bolometryczna jasność Procjona.

c) Oblicz, o ile wielkości gwiazdowych zmieniła się obserwowana z Ziemi jasność Procjona w zakresie światła widzialnego.

d) Oszacuj sprawność sfery w procesie zamiany energii gwiazdowej na energię do wykorzystania przez obcą cywilizację.

e) Oszacuj promień sfery.

Przyjmij, że zakres światła widzialnego obejmuje długości fal od 400 do 700 nm.



Wskazówka: Zwróć uwagę, że skale rysunków nie są identyczne, a $1 \text{ erg} = 10^{-7} \text{ J}$

Zadania III etapu



III. 3 Układ zaćmieniowy spektroskopowo podwójny

W krzywej zmian blasku dla pewnego układu podwójnego jedno z zaćmień ma „płaskie dno”, czyli jasność w minimum pozostaje stała przez pewien czas. Analiza spektroskopowa prowadzi do wniosku, że układ tworzą składnik A (typ widmowy A0, klasa jasności V) i składnik B (typ widmowy K5, klasa jasności III)

Widoma wielkość gwiazdowa układu poza zaćmieniami $m_{A+B} = 9.39$ mag, głębokość zaćmienia głównego $\Delta I = 0.35$ mag. Wielkości gwiazdowe i poprawki bolometryczne podane są dla barwy V. Podaj warunki, w jakich może zachodzić zaćmienie wtórne i maksymalną głębokość takiego zaćmienia. Wykorzystaj dane liczbowe z tabeli parametrów gwiazd.

Podstawowe parametry gwiazd różnych klas jasności.

| | |
|------------------|--|
| Typ | – typ widmowy |
| B-V | – wskaźnik barwy |
| T _{eff} | – temperatura efektywna |
| BC | – poprawka bolometryczna |
| L/Lo | – moc promieniowania w jednostkach mocy Słońca |

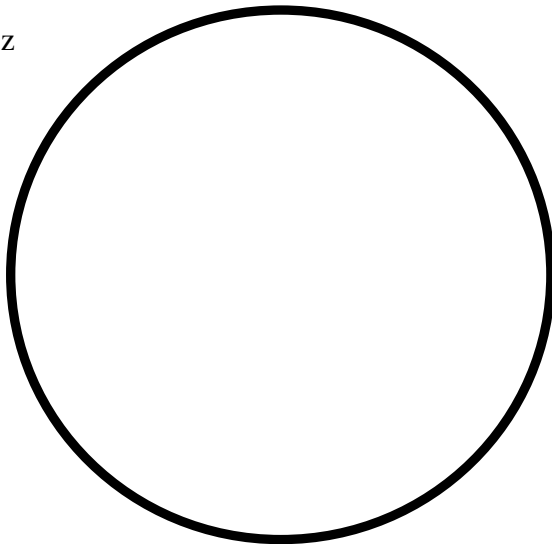
| Typ | Klasa jasności V | | | | Klasa jasności III | | | |
|-----------|------------------|--------|------|-------|--------------------|--------|------|-------|
| | B-V | T eff. | M v | BC | B-V | T eff. | M v | BC |
| O5 | -0.33 | 42000 | -5.7 | -4.4 | -0.32 | 42500 | -8.3 | -4.05 |
| B0 | -0.3 | 30000 | -4 | -3.16 | -0.29 | 29000 | -5.1 | -2.88 |
| B5 | -0.17 | 15200 | -1.2 | -1.46 | -0.17 | 15000 | -2.2 | -1.3 |
| A0 | -0.02 | 9790 | 0.6 | -0.3 | -0.03 | 10100 | 0 | -0.42 |
| A5 | 0.15 | 8180 | 1.9 | -0.15 | 0.15 | 8100 | 0.7 | -14 |
| F0 | 0.3 | 7200 | 2.7 | -0.09 | 0.3 | 7150 | 1.5 | -0.11 |
| F5 | 0.44 | 6650 | 3.8 | -0.14 | 0.43 | 6450 | 1.6 | -0.14 |
| G0 | 0.58 | 5940 | 4.4 | -0.18 | 0.65 | 5850 | 1 | -0.2 |
| G5 | 0.68 | 5560 | 5.1 | -0.21 | 0.86 | 5050 | 0.9 | -0.34 |
| K0 | 0.81 | 5150 | 5.9 | -0.31 | 1 | 4660 | 0.7 | -0.5 |
| K5 | 1.15 | 4410 | 7.4 | -0.72 | 1.5 | 4050 | -0.2 | -1.02 |
| M0 | 1.4 | 3840 | 8.8 | -1.38 | 1.56 | 3690 | -0.4 | -1.25 |
| M5 | 1.64 | 3170 | 12.3 | -2.73 | 1.63 | 3380 | -0.3 | -2.48 |

III.4a Zadanie obserwacyjne

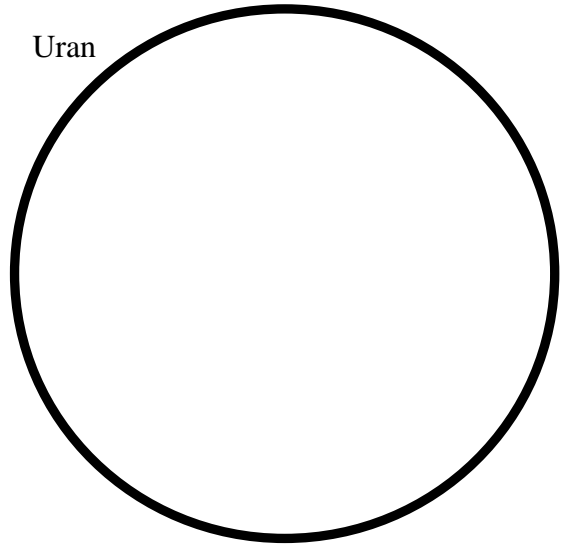
1. Wyceluj teleskop w Jowisza i naskicuj położenie jego tarczy oraz widocznych satelitów. Zachowaj proporcję rozmiarów i odległości. Strzałkami zaznacz kierunki ku zenitowi oraz ku zachodowi i oznacz je literami (Z) i odpowiednio (W)
2. Wyceluj teleskop w Urana ($\alpha=3^h 42^m$ $\delta=19^\circ 28'$) i wykonaj szkic położenia planety wraz z gwiazdami tła. Podobnie jak poprzednio zaznacz kierunki ku zenitowi (Z) i zachodowi (W)

Pole widzenia teleskopu:

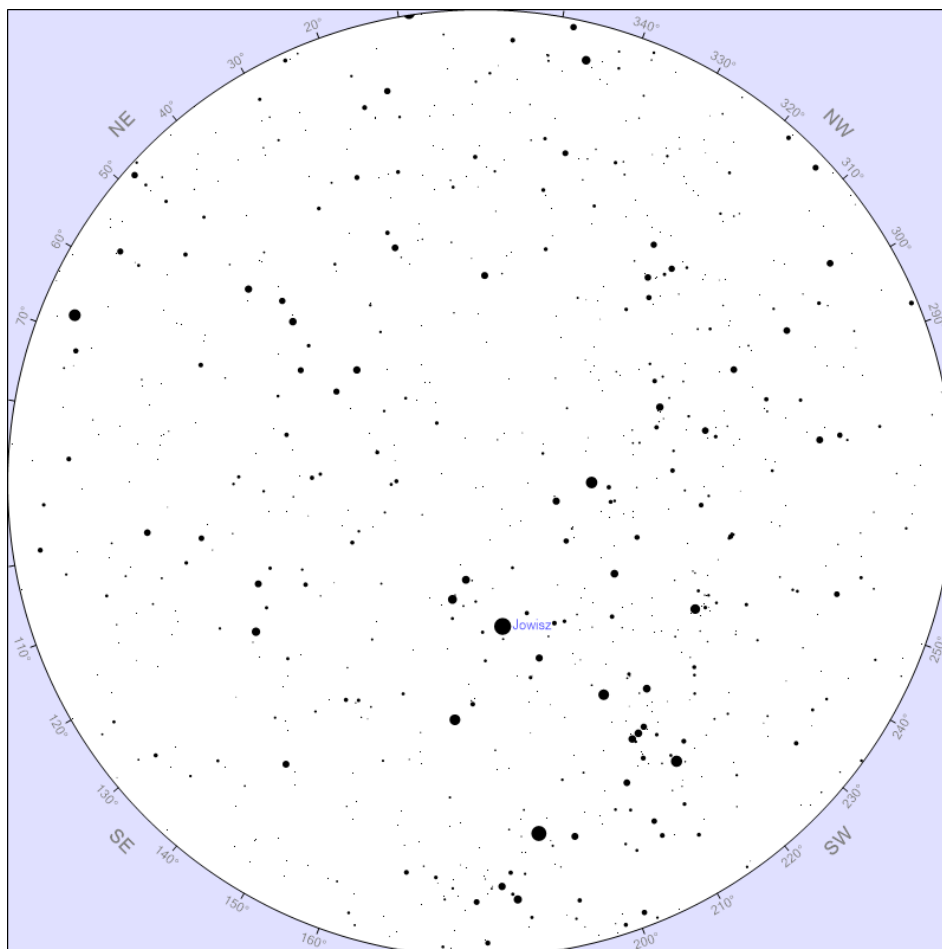
Jowisz



Uran



4. Zaobserwuj spodziewany przelot stacji ISS w godzinach 19:40 – 19:50 oraz naskicuj trasę przelotu na mapce.



III.5 Masa gromady kulistej.

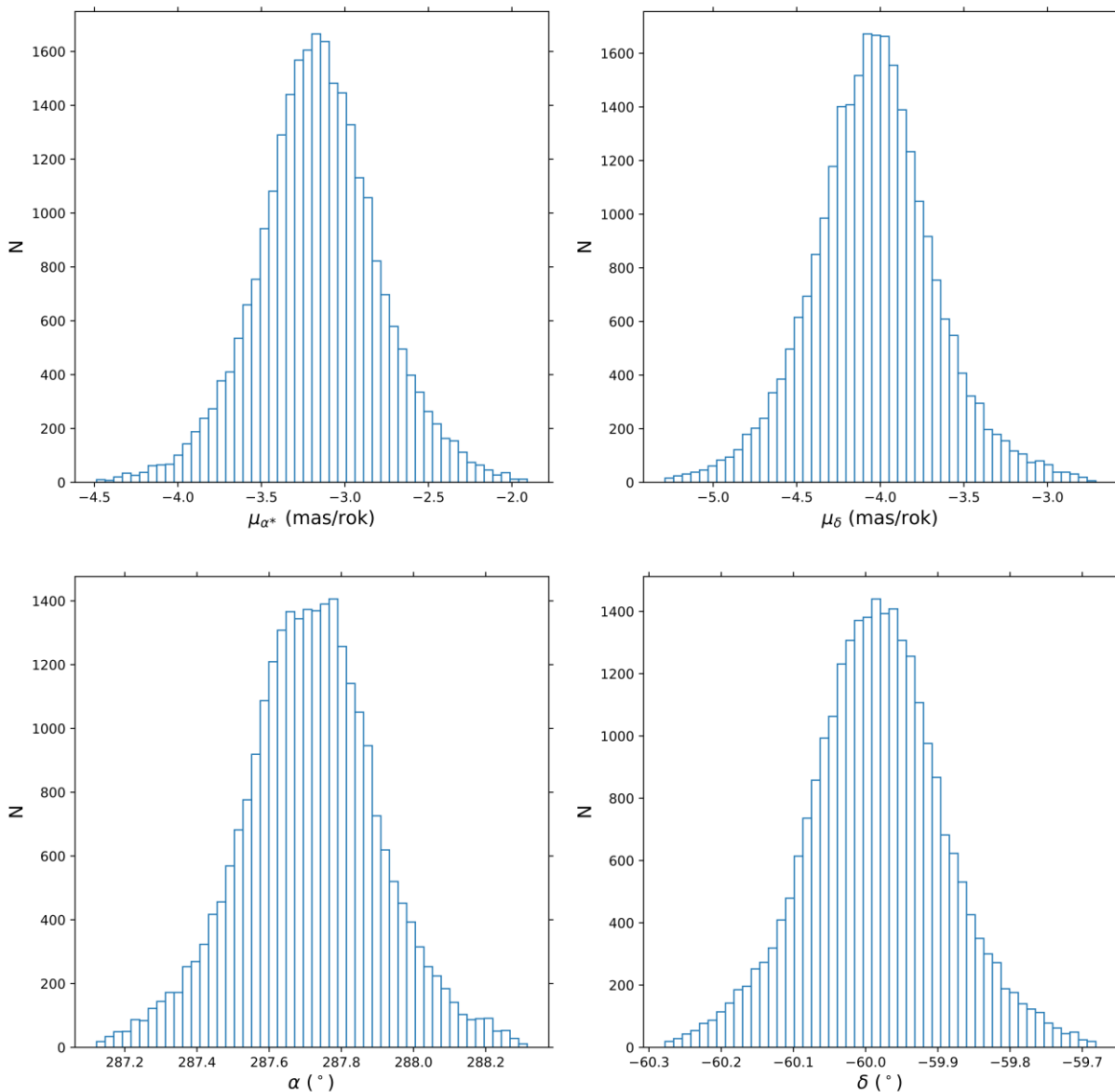
Gromada kulista NGC 6752 znajduje się w odległości $d=4,13\pm 0,09$ kpc od Słońca.

W toku misji kosmicznej *Gaia* zmierzono dokładnie położenia i ruchy własne gwiazd należących do gromady. Histogramy dystrybucji współrzędnych i ruchów własnych gwiazd w rektascensji i deklinacji są przedstawione na rysunku poniżej.

Współrzędne astronomiczne oznaczone są tradycyjnie literami α (rektascensja) i δ (deklinacja). Tempo ruchów własnych w obu współrzędnych $\mu_{\alpha^*}=\mu_{\alpha}\cdot\cos(\delta)$ oraz μ_{δ} podano w mili sekundach łuku (mas) na rok. Parametr N to liczba gwiazd w danym słupku. Traktując gromadę jako izotermiczną kulę wypełnioną gwiazdami o tej samej masie wyznacz masę całej gromady.

Wskazówka: Przyjmij, że gromada jest radialnie izotropowa i jej całkowita energia potencjalna wynosi

$$U=\frac{-5GM^2}{2R}, \text{ gdzie } M, R \text{ to masa i promień gromady, a ruchy własne mają rozkład normalny.}$$



III.6 Zadanie planetaryjne

Aparatura odtworzy dwukrotnie wygląd nieba z Chorzowa w ciągu pewnej nocy z przed wielu lat. Widok obejmuje czas od zachodu do wschodu Słońca oraz historyczną panoramę okolicznych miast. Zaznaczono także położenie planet Układu Słonecznego niewidocznych gołym okiem.

Na załączonych zdjęciach horyzontu zawierających panoramę zaznacz:

a) Trzy wybrane obiekty oddalone o co najmniej 10 stopni od siebie (budynki, kominy itp.) i określ ich azymuty.

b) Kierunek geograficznego południa

Zwróć uwagę na położenie obiektów Układu Słonecznego

c) Podaj nazwę gwiazdozbioru, w którym znajdowały się ciała niebieskie podane w tabeli:

| Obiekt | Gwiazdozbiór | Pozycja w dniu 01.01.2026 |
|--------|--------------|--|
| Słońce | | $\alpha=18^{\text{h}}\ 46^{\text{m}}; \delta=-23^{\circ}00'$ |
| Wenus | | $\alpha=18^{\text{h}}\ 41^{\text{m}}; \delta=-23^{\circ}37'$ |
| Mars | | $\alpha=18^{\text{h}}\ 55^{\text{m}}; \delta=-23^{\circ}43'$ |
| Jowisz | | $\alpha=07^{\text{h}}\ 30^{\text{m}}; \delta=+22^{\circ}02'$ |
| Saturn | | $\alpha=23^{\text{h}}\ 48^{\text{m}}; \delta=-03^{\circ}43'$ |
| Uran | | $\alpha=03^{\text{h}}\ 41^{\text{m}}; \delta=+19^{\circ}25'$ |
| Neptun | | $\alpha=23^{\text{h}}\ 58^{\text{m}}; \delta=-01^{\circ}33'$ |

d) Oszacuj datę obserwacji tj. dzień, miesiąc i rok. Opisz krótko sposób wyznaczenia daty.



