

**LIII Olimpiada Astronomiczna
2009/2010
Zadania zawodów III stopnia**

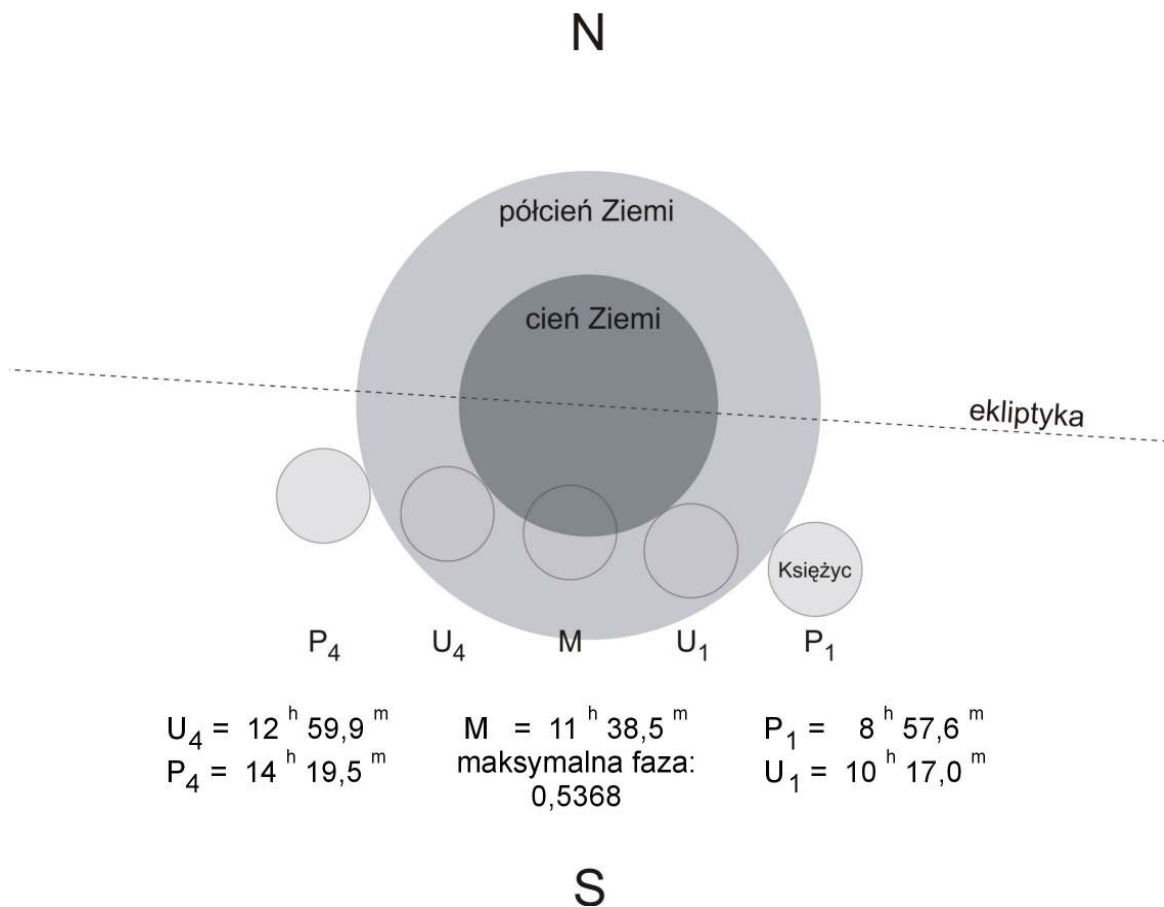
1. W dniu 26 czerwca 2010 roku nastąpi częściowe zaćmienie Księżyca. Podstawowe parametry tego zaćmienia są zamieszczone na załączonym schematycznym rysunku. Dla obserwatora znajdującego się w geometrycznym środku widocznej z Ziemi tarczy Księżyca oblicz:

- 1) momenty początku i końca fazy całkowitości tego zjawiska,
- 2) przybliżone momenty wschodu i zachodu Słońca na Księżycu w miejscu obserwacji zjawiska.

W rozwiązaniu pomiń efekty związane z libracją Księżyca i ziemską atmosferą, a także przyjmij, że orbita Księżyca jest okręgiem o promieniu $a = 384400$ km.

W obliczeniach użyj następujących danych:

| | |
|---------------------------|--------------------------|
| promień Ziemi | $R_Z = 6378$ km |
| promień Księżyca | $r_K = 1740$ km |
| promień Słońca | $R_S = 696\,000$ km |
| odległość Ziemia - Słońce | $a_Z = 149\,600\,000$ km |



$$U_4 = 12^{\text{h}} 59,9^{\text{m}}$$

$$P_4 = 14^{\text{h}} 19,5^{\text{m}}$$

$$M = 11^{\text{h}} 38,5^{\text{m}}$$

maksymalna faza:
0,5368

$$P_1 = 8^{\text{h}} 57,6^{\text{m}}$$

$$U_1 = 10^{\text{h}} 17,0^{\text{m}}$$

2. We współczesnych kamerach CCD rejestrujących cyfrowy obraz nieba, elementem światłoczułym jest matryca pikseli, z których każdy zmienia padające na niego fotony na mierzalny ładunek elektryczny. Nie jest jednak możliwe stworzenie matrycy o dokładnie tak samo czułych pikselach i dlatego dla porównania jasności gwiazd, których obrazy są zarejestrowane przez różne części matrycy, wcześniej tą samą kamerą CCD wykonuje się zdjęcie równomiernie oświetlonego pola (tzw. *flatfield*), otrzymując w ten sposób mapę czułości pikseli. Dobrym źródłem takiego oświetlenia jest niebo o zmierzchu, wystarczająco jasne, żeby nie było widać gwiazd.

a) Zakładając, że średnia liczba zliczeń w danym obrazie *flatfield* jest proporcjonalna do energii padającej na matrycę, policz strumień energii na m^2 niezbędny dla otrzymania średnio 60 000 elektronów na piksel po 3 sekundowym naświetlaniu w filtrze V (załóż, że każdy foton ma długość fali 550 nm). Kamera ma 1024×1024 pikseli o rozmiarze $13 \mu m \times 13 \mu m$ każdy a prawdopodobieństwo, że dany foton o tej długości fali wygeneruje 1 elektron wynosi 65%.

b) Wylicz na jakiej wysokości pod horyzontem musi być Słońce, aby strumień światła wynosił tyle, ile otrzymałeś powyżej. Przyjmij, że z końcem zmierzchu cywilnego strumień światła o długości fali 550 nm docierający z nieba do kamery wynosi $4.98 \cdot 10^{-3} Wm^{-2}$, z końcem zmierzchu żeglarskiego $11.7 \cdot 10^{-6} Wm^{-2}$, a z końcem zmierzchu astronomicznego $2.93 \cdot 10^{-6} Wm^{-2}$. Przyjmij ponadto, że pomiędzy tymi punktami strumień zmienia się liniowo z wysokością Słońca.

c) Zakładając, że obserwacje są prowadzone w Obserwatorium Astronomicznym krakowskiego Uniwersytetu Pedagogicznego na Suhorze ($50^\circ N$, $20^\circ E$) policz, ile minut po zachodzie Słońca w dniu równonocy wiosennej można wykonać *flatfield* opisany powyżej.

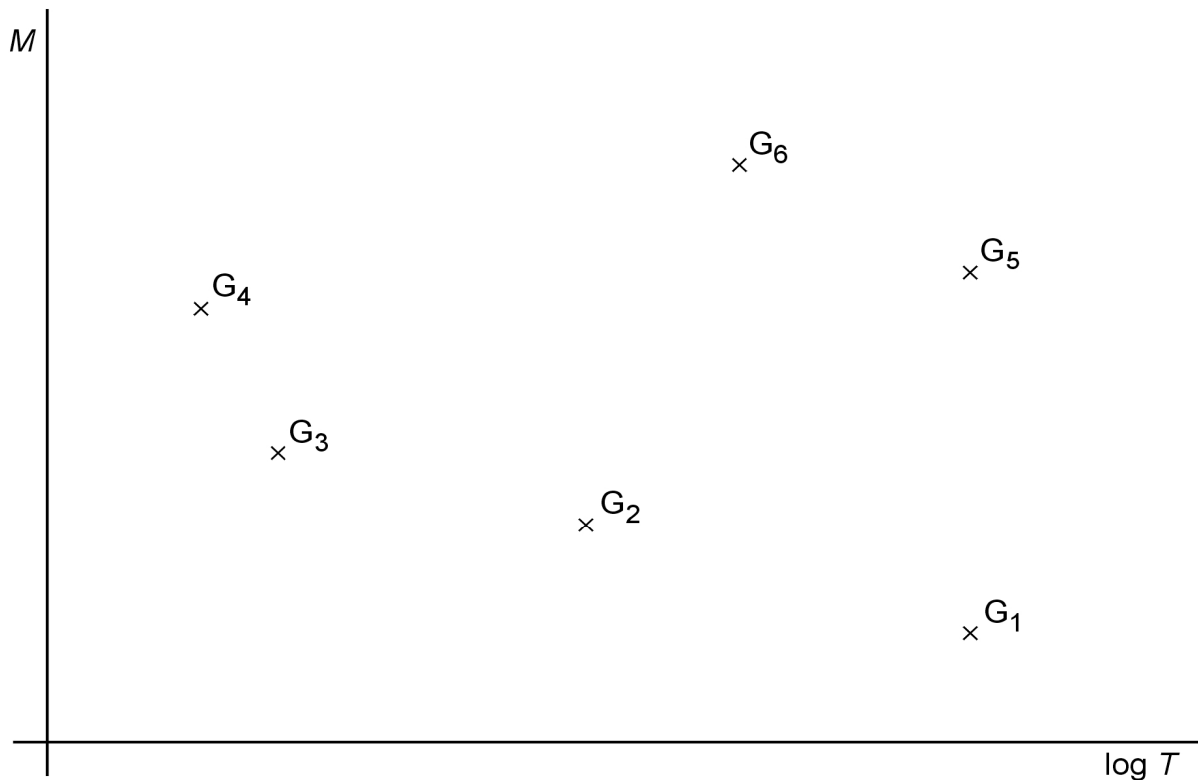
3. Aparatura planetarium odtworzy wygląd sfery niebieskiej z pewnego miejsca na Ziemi, podczas jednej nocy bieżącego roku, w momencie górowania Słońca w Greenwich.

Mając do dyspozycji kalendarz astronomiczny Planetarium Śląskiego, dla prezentowanej sytuacji, z możliwie największą dokładnością, określ:

- datę,
- godzinę według prawdziwego lokalnego czasu słonecznego,
- długość geograficzną miejsca obserwacji,
- szerokość geograficzną miejsca obserwacji.

Uzyskane wyniki uzasadnij i oceń ich dokładność.

4. Na załączonym rysunku, przedstawiającym teoretyczny diagram H–R, zaznaczono położenie sześciu gwiazd ($G_1 \dots G_6$). Uszereguj wszystkie te gwiazdy według ich wzrastających promieni wiedząc, że gwiazda G_2 ma temperaturę efektywną $T_2 = 10^4 K$ i absolutną wielkość gwiazdową $M_2 = 4^m$, a gwiazda G_6 odpowiednio – $T_6 = 8 \cdot 10^3 K$ i $M_6 = -1^m$.



5. Czerwone olbrzymy w końcowym etapie swego życia odrzucają znaczną część atmosfery. Uważa się, że przyczyną zjawiska jest rekombinacja wodoru dostarczająca energii. Warstwa, w której zjawisko to zachodzi może oderwać się od gwiazdy. Uważa się, że następuje to wtedy, gdy energia termiczna wodoru tworzącego atmosferę gwiazdy jest bliska 1/3 energii jonizacji wodoru, czyli około 4,5 eV, a rozważana warstwa jest w odpowiedniej odległości od środka gwiazdy. W jakiej temperaturze to zachodzi? Jaki wynika stąd maksymalny promień czerwonego olbrzyma o masie 0,8 masy Słońca?

6. Prędkości liniowe gwiazd na peryferiach Galaktyki praktycznie nie zależą od odległości od jej środka. Zjawisko takie obserwuje się też w innych galaktykach. Jedną z hipotez, które próbują to tłumaczyć jest istnienie galaktycznego halo, w którym dana galaktyka jest zanurzona. Jak powinna się zmieniać gęstość materii w odległościach większych od przyjmowanych rozmiarów Galaktyki, by w tych rejonach prędkości liniowe gwiazd obiegających po okręgach jej centrum nie zależały od promienia orbity. Oblicz masę materii halo w warstwie sfery rozciągającej się od $R_1 = 15$ kpc do $R_2 = 30$ kpc od środka Galaktyki przyjmując, że stała prędkość gwiazd na jej obrzeżu $v = 230$ km/s.

Uwaga.

W rozwiązaniu rozpatrz sferycznie symetryczne halo Galaktyki oraz pominiń niesferyczność dysku.