

FOTOMETRIA

1. Sześć gwiazd (G1 – G6) ma jednakowe jasności obserwowane. Posługując się załączonym diagramem H–R, na którym schematycznie zaznaczono klasy jasności gwiazd, określ relacje między odległościami od nas tych sześciu gwiazd, jeśli dodatkowo wiadomo, że gwiazda:

– G1 ma temperaturę zbliżoną do temperatury efektywnej Słońca, a jej moc promieniowania jest znacząco mniejsza od mocy promieniowania Słońca.

– G2 promieniuje kosztem energii zgromadzonej we wcześniejszych etapach ewolucji i emituje w czasie 1 sekundy z powierzchni 1 m^2 energię $E = 2,2 \times 10^{10} \text{ J}$.

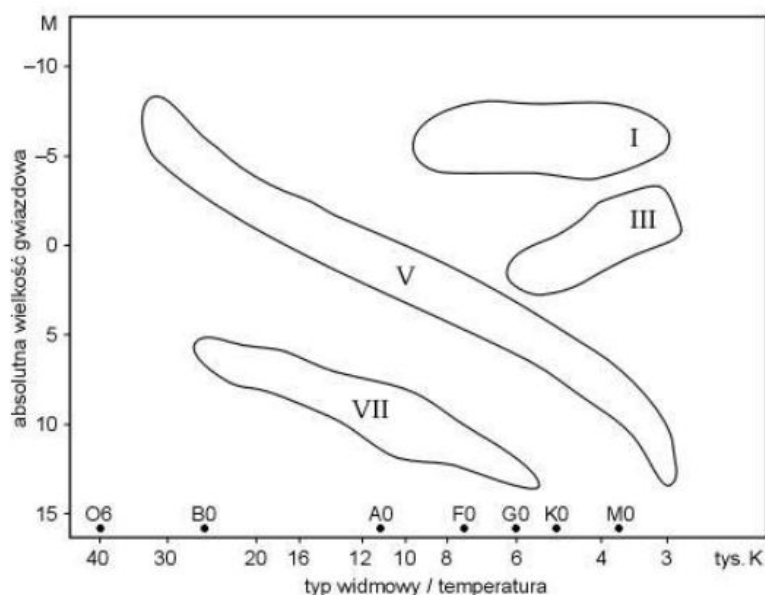
– G3 należy do ciągu głównego i jest jedną z najbardziej masywnych gwiazd;

– G4 jest olbrzymem typu widmowego K5;

– G5 jest gwiazdą ciągu głównego wieku zero i ma masę w przybliżeniu równą połowie masy Słońca;

– G6 w jądrze spala wodór, a maksimum energii promieniowania w jej widmie ciągłym przypada na taką samą długość fali jak dla gwiazdy G2.

Podaj pełne uzasadnienie odpowiedzi oraz zaznacz na załączonym diagramie H–R możliwe położenia rozpatrywanych gwiazd.



2. Gwiazda położona w odległości D ma jasność obserwowaną m . Z widma tej gwiazdy wynika, że jej temperatura efektywna wynosi T , a wartość przyspieszenia grawitacyjnego przy jej powierzchni wynosi γ .

Korzystając dodatkowo z wybranych parametrów fizycznych Słońca pokaż, jak można z tych danych obliczyć masę gwiazdy.

3. Gwiazdy supernowe typu Ia, których jasność absolutna w maksimum wynosi $-19,3 \text{ mag}$, stanowią niezwykle ważny wskaźnik odległości we Wszechświecie (tzw. świece standardowe). Podaj, w jakiej odległości od Ziemi znajdowałaby się gwiazda supernowa typu Ia, gdyby jej jasność obserwowana była taka, jak jasność obserwowana Słońca. Oceń, jakie skutki dla życia na Ziemi mógłby spowodować wybuch supernowej w takiej odległości. Brakujące dane wyszukaj samodzielnie.

4. Rozważamy kuliste ciało doskonale czarne, które krąży wokół Słońca po okręgu o promieniu r . Zakładamy, że temperatura bezwzględna tego ciała jest stała na całej jego powierzchni i jest funkcją jedynie odległości od Słońca: $T = T(r)$, przy czym r wyrażamy w jednostkach astronomicznych. Znajdź tę funkcję i na jej podstawie oblicz temperatury bezwzględne ciała doskonale czarnego umieszczonego kolejno w średnich odległościach od Słońca: Merkurego (0,387 AU), Ziemi (1,00 AU), Marsa (1,52 AU) i Saturna (9,54 AU).

5*. Świecąc odbitym światłem słonecznym, Księżyc jest najjaśniejszym ciałem niebieskim widocznym nocą. Podczas nowiu świeci on jednak tzw. światłem popielatym, gdyż jest oświetlany przez Ziemię, która sama świeci wówczas odbitym światłem słonecznym. Oceń wielkość gwiazdową światła popielatego Księżyca, korzystając z poniższych danych liczbowych:

$b_Z = 0,37$ średnie albedo Ziemi, $r_Z = 6370$ km średni promień Ziemi,
 $b_K = 0,11$ średnie albedo Księżyca, $r_K = 1740$ km promień Księżyca,
 $m_{KP} = -12,7$ mag wielkość gwiazdowa Księżyca w pełni,
 $m_S = -26,8$ mag wielkość gwiazdowa Słońca.

6. W grudniu 2011 roku doniesiono o odkryciu pozasłonecznej planety "Kepler 22-b" o promieniu ponad dwukrotnie większym od promienia Ziemi, obiegającej macierzystą gwiazdę w ciągu 290 dni. Gwiazda ma promień 0,98 promienia Słońca i masę 0,97 masy Słońca oraz temperaturę efektywną 5500 K, a planeta obiega ją po orbicie zbliżonej do okręgu. Traktując planety jak ciała doskonale czarne, porównaj warunki termiczne planety Kepler 22-b z warunkami termicznymi planet znajdujących się w strefie ekosfery naszego Słońca. Wymień w punktach inne warunki, które powinny być spełnione, aby na tej planecie mogło istnieć życie w formach spotykanych na Ziemi.

7. Obserwowana z Ziemi jasność planety Uran zależy między innymi od jej kształtu oraz odległości od Ziemi i Słońca. Określ, który z tych czynników ma większy wpływ na amplitudę zmian jasności planety na skutek jej ruchu dookoła Słońca. W tym celu oblicz ekstremalną wartość różnicy jasności obserwowanych Δm wyrażoną w wielkościach gwiazdowych dla każdego z dwóch uproszczonych modeli:

a) Uran jest jednorodną kulą obiegającą Słońce po orbicie eliptycznej o dużej półosi $a_U = 19,2$ AU i mimośrodku $e = 0,045$.

b) Uran obiega Słońce po okręgu, którego promień jest równy wielkiej półosi jego orbity, planeta ma kształt elipsoidy obrotowej o promieniu równikowym $R = 25\,560$ km i promieniu biegunowym $r = 24\,973$ km.

W obliczeniach przyjmij dodatkowo, że:

- orbita planety leży w płaszczyźnie ekliptyki,
- oś obrotu planety leży w płaszczyźnie ekliptyki,
- orbita Ziemi jest okręgiem,
- albedo planety jest stałe na całej powierzchni,
- jasności wyznaczamy blisko opozycji,
- nie uwzględniamy wpływu pierścieni planety na jej jasność.