

1)

Zadanie 5. Asteroida Apophis (12 pkt)

Amerykańska agencja kosmiczna (NASA) przygotowuje plany umożliwiające lądowanie na asteroidzie. NASA chce sprawdzić, czy jest możliwa zmiana kursu takiego ciała w przypadku, gdyby zmierzało ono w kierunku Ziemi. Naszej planecie może w 2029 roku zagrozić stosunkowo niewielka asteroida Apophis o masie $8 \cdot 10^{10}$ kg. Astronomowie oceniają, że asteroida mija naszą planetę w niewielkiej odległości raz na 1500 lat. Podczas jednego obiegu wokół Słońca orbita Apophis dwukrotnie przecina się z orbitą Ziemi. Najbliższe zbliżenie do Ziemi nastąpi w piątek 13 kwietnia 2029 roku. Astronomowie szacują, że wartość prędkości asteroidy względem Ziemi w momencie potencjalnego zderzenia będzie wynosiła około 13 km/s.

Na podstawie:

<http://neo.jpl.nasa.gov/news/news146.html>

http://en.wikipedia.org/wiki/99942_Apophis

Asteroida Apophis	
Średnia odległość od Słońca	0,922 AU
Mimośród orbity	0,191
Peryhelium	0,746 AU
Aphelium	1,098 AU
Nachylenie orbity względem ekliptyki	3,333°
Średnica asteroidy	390 m

Zadanie 5.1 (1 pkt)

Oszacuj wartość przyspieszenia grawitacyjnego na powierzchni asteroidy. W obliczeniach przyjmij, że asteroida jest jednorodną kulą.

Zadanie 5.2 (3 pkt)

Podaj, w którym położeniu (peryhelium czy aphelium) wartość prędkości obiegu asteroidy wokół Słońca jest najmniejsza. Odpowiedź uzasadnij, odwołując się do odpowiedniego prawa i podając jego treść.

Zadanie 5.3 (3 pkt)

Oszacuj okres obiegu asteroidy wokół Słońca. Wynik podaj w dniach ziemskich. Podczas obliczeń przyjmij, że asteroida porusza się po orbicie kołowej, rok ziemski trwa 365 dni, a średnia odległość Ziemi od Słońca jest równa 1 AU ($1 \text{ AU} = 15 \cdot 10^{10} \text{ m}$).

Zadanie 5.4 (2 pkt)

Wykaż, że wartość pierwszej prędkości kosmicznej dla asteroidy Apophis wynosi około 0,165 m/s.

Zadanie 5.5 (3 pkt)

Oblicz maksymalną energię, jaka może wydzielić się w momencie zderzenia asteroidy z powierzchnią Ziemi. Wyraź tę energię w megatonach (MT), przyjmując, że $1 \text{ MT} \approx 4 \cdot 10^{15} \text{ J}$.

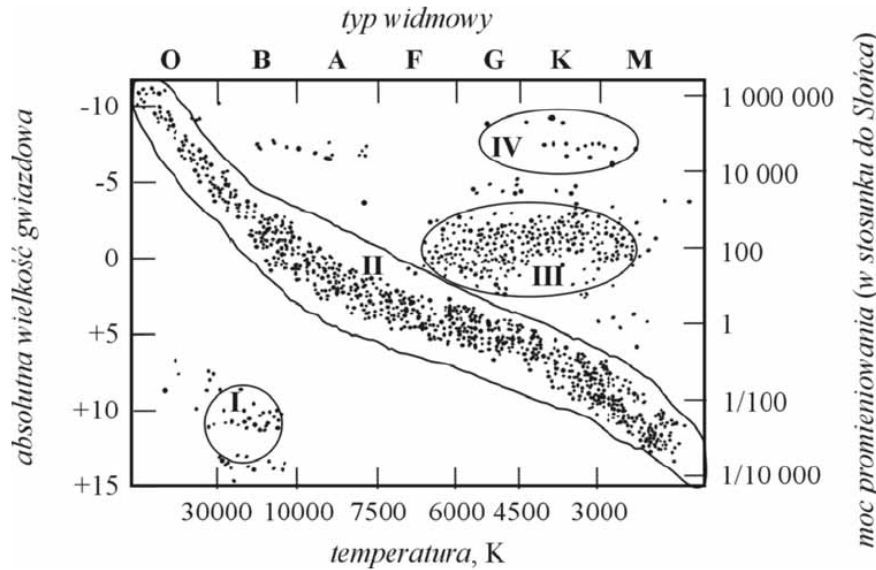
2)

Zadanie 5. Cefeidy (12 pkt)

Cefeidy to regularnie zmieniające swoją jasność gwiazdy, nawet dziesięć tysięcy razy jaśniejsze od Słońca. Każda cefeida okresowo zmienia swoje rozmiary i temperaturę powierzchni. Własności cefeid wykorzystywane są do wyznaczania odległości do galaktyk, w których się znajdują. Swoją nazwę zawdzięczają gwiazdzie δ Cephei w gwiazdozbiorze Cefeusza. Jej rozmiary są kilkadziesiąt razy większe od Słońca, jej temperatura zmienia się od 6800 K w maksimum blasku do 5500 K w minimum, a moc jej promieniowania osiąga średnią wartość ok. 2000 razy większą niż Słońce.

W obliczeniach przyjmij, że moc promieniowania Słońca wynosi $3,82 \cdot 10^{26}$ W.

Poniżej przedstawiono diagram Hertzsprunga-Russella klasyfikujący gwiazdy, na którym zaznaczono obszary I, II, III, IV. Wykres dotyczy zadań 5.1 i 5.2.



Zadanie 5.1 (2 pkt)

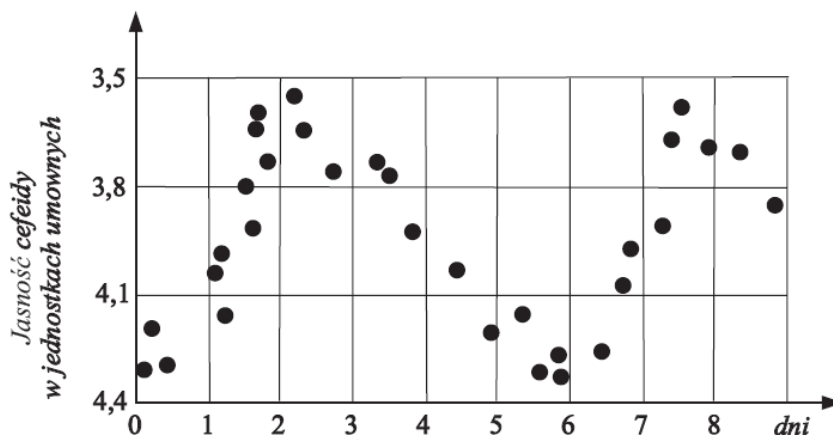
Zapisz, w którym z zaznaczonych obszarów I, II, III, IV na diagramie Hertzsprunga-Russella znajduje się cefeida δ Cephei.

Zapisz nazwę gwiazd znajdujących się w obszarze I.

Zadanie 5.2 (2 pkt)

Oszacuj (w watach), w jakim przedziale zawiera się moc promieniowania gwiazd leżących na ciągu głównym.

Wykres przedstawia zmiany jasności w czasie dla pewnej cefeidy.



Zadanie 5.3 (1 pkt)

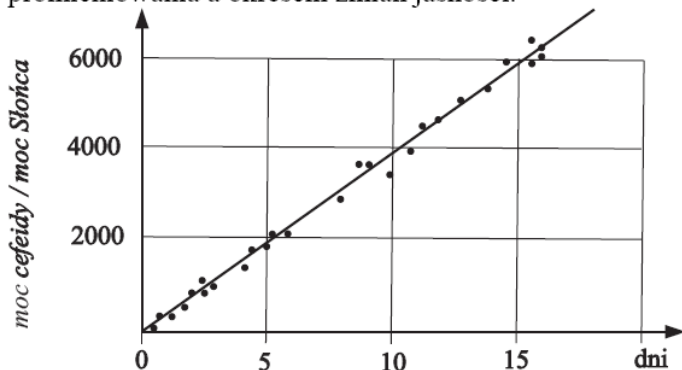
Oszacuj i zapisz okres zmian jasności tej cefeidy. Wykorzystaj dane zawarte na wykresie.

Zadanie 5.4 (1 pkt)

Moc promieniowania emitowanego z jednostki powierzchni gwiazdy zależy od temperatury jej powierzchni. Wyjaśnij, dlaczego cefeida δ Cephei emituje znacznie więcej energii niż Słońce, mimo podobnej temperatury powierzchni.

Zadanie 5.5 (2 pkt)

Odległości do galaktyk, w których zidentyfikowano cefeidy, można wyznaczać, wykorzystując zależność pomiędzy okresem zmian jasności dla różnych cefeid i ich średnią mocą promieniowania. Na wykresie poniżej przedstawiono zależność między średnią mocą promieniowania a okresem zmian jasności.



Oblicz średnią moc promieniowania cefeidy o okresie zmian jasności 10 dni, korzystając z informacji zawartych w tekście wprowadzającym oraz na wykresie.

Zadanie 5.6 (2 pkt)

Strumień energii Φ (wyrażony w W/m^2) padający prostopadłe na jednostkową powierzchnię obliczamy ze wzoru: $\Phi = \frac{P}{4\pi r^2}$, gdzie P jest mocą promieniowania gwiazdy,

a r jest odległością od gwiazdy. Na podstawie pomiarów ustalono, że średnia moc promieniowania pewnej cefeidy wynosi $12,56 \cdot 10^{28}$ W, a strumień energii docierający od tej cefeidy w pobliżu Ziemi jest równy $1 \cdot 10^{-12}$ W/m^2 .

Oblicz odległość tej cefeidy od Ziemi.

Zadanie 5.7 (2 pkt)

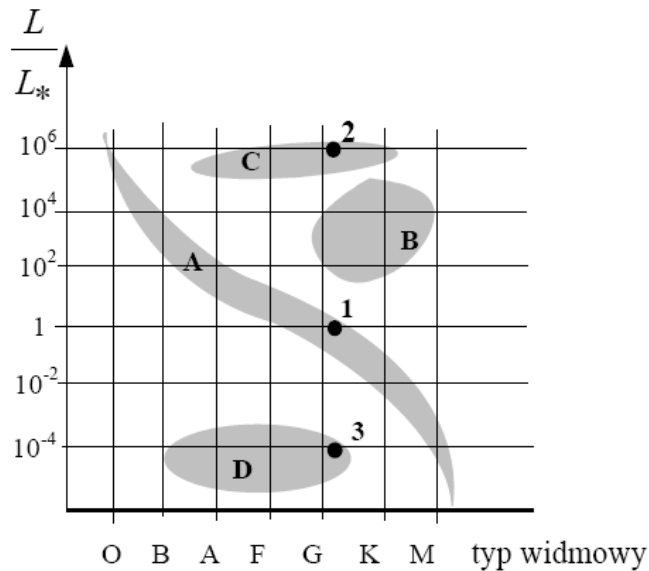
Odległości wyznaczone opisaną powyżej metodą są bardzo duże i podaje się je w latach świetlnych lub w parsekach.

Wyraź odległość 10^{17} km w latach świetlnych.

3)

Poniżej przedstawiono diagram H–R (diagram H – R, Hertzsprunga – Russella). Na osi pionowej odłożono stosunek mocy promieniowania gwiazdy L do mocy promieniowania Słońca L_* , natomiast na osi poziomej typ widmowy gwiazdy, który zależy od temperatury gwiazdy. Ten sam typ widmowy oznacza taką samą temperaturę na powierzchni gwiazdy. Moc promieniowania, czyli ilość energii wysyłanej w jednostce czasu, zależy od temperatury i jest proporcjonalna do pola powierzchni gwiazdy.

Na diagramie cyfrą **1** oznaczono położenie Słońca, cyfrą **2** – gwiazdę należącą do kategorii nadolbrzymów, a cyfrą **3** – gwiazdę typu biały karzeł. Z tego diagramu wynika, że na przykład gwiazda **2** mając taką samą temperaturę na powierzchni jak Słońce wysyła 10^6 razy więcej energii niż Słońce.



Na podstawie podanych informacji:

Wykaż, że promień gwiazdy **2** jest 10^3 razy większy niż promień Słońca. Skorzystaj z zależności $S_{kuli} = 4\pi R^2$.

Przeanalizuj wykres H – R porównując gwiazdę **3** ze Słońcem pod względem temperatury „jej powierzchni” i promienia.

Zapisz informacje o temperaturze i promieniu (w porównaniu ze Słońcem).

1. Temperatura „powierzchni” gwiazdy **3**:

.....
.....

2. Promień gwiazdy **3**:

.....
.....