IV Olimpijska Liga Astronomiczna

Promieniowanie i fizyka gwiazd

Zadanie 1.

Obserwacje pewnego kwazara o przesunięciu ku czerwieni $z = 0{,}5$ wykazały, że zmiany jego promieniowania podczerwonego następują z opóźnieniem $\Delta t_{\text{obs}} = 180$ dni względem zmian promieniowania optycznego. Przyjmuje się, że opóźnienie to wynika z różnicy czasu propagacji światła od centrum kwazara do otaczającego go pyłu.

Pył znajdujący się na wewnętrznej krawędzi torusa ma temperaturę $T = 1400$ K, odpowiadającą temperaturze jego sublimacji. Przyjmij, że kwazar emituje promieniowanie izotropowo, a ziarna pyłu zachowują się jak ciała doskonale czarne i pozostają w równowadze radiacyjnej.

Wyznacz:

1. odległość wewnętrznej krawędzi torusa od centrum kwazara;
2. całkowitą jasność kwazara;
3. jak zmieniłaby się odległość wewnętrznej krawędzi torusa, gdyby jasność kwazara wzrosła czterokrotnie, przy zachowaniu tej samej temperatury sublimacji pyłu.

Pamiętaj o uwzględnieniu kosmologicznego wydłużenia obserwowanego czasu opóźnienia.

Autor: Adam Piznal

Zadanie 2.

Specjalny teleskop do obserwacji Słońca o średnicy $d = 10.6\,\text{cm}$ został skierowany na Słońce wraz z filtrem H_α umieszczonym przed soczewką o szerokości pasma $0.5\,\text{Å}$ i maksimum transmisji dla długości fali $\lambda = 656.3\,\text{nm}$. Sprawność optyczna układu to $\eta = 80\%$. Jaka energia przechodzi przez soczewkę główną w czasie $t = 1.5\,\text{s}$? Rozkład Plancka dany jest wzorem:

$$u(\lambda) = \frac{2c^2h}{\lambda^5}\frac{1}{e^{\frac{hc}{k_b\lambda T}} - 1}$$

Gdzie $u(\lambda)$ to radiancja spektralna, jej jednostka w SI to $\frac{W}{m^3 \cdot sr}$ Potrzebne dane wyszukaj samodzielnie, pomiń obecność linii absorbcyjnych.

Autor: Dawid Chudzik

Zadanie 3.

Sferyczna sonda kosmiczna znajduje się w odległości d od Słońca. W celu ochrony przed nagrzewaniem została ona osłonięta półsferyczną powłoką, zwróconą w stronę Słońca (promieniowanie nie pada bezpośrednio na sondę), która jest blisko powierzchni sondy, ale jej nie dotyka.
Współczynnik odbicia osłony wynosi r, gdzie $0 \leqslant r \leqslant 1$. Przyjmij, że jest on jednakowy po obu stronach osłony i nie zależy od długości fali ani od kąta padania promieniowania. Zarówno sonda, jak i osłona mają jednorodne temperatury, które mogą się od siebie różnić. Wymiana energii między sondą a osłoną zachodzi wyłącznie przez promieniowanie. Odstęp między nimi jest na tyle mały w porównaniu z promieniem sondy, że można zaniedbać ucieczkę promieniowania przez szczelinę przy krawędzi osłony. Pomiń wewnętrzne źródła ciepła oraz promieniowanie otoczenia inne niż słoneczne. Słońce traktuj jak ciało doskonale czarne, a padające promienie słoneczne jako równoległe.

1. Wyznacz temperaturę sondy w zależności od jej odległości od Słońca oraz współczynnika odbicia osłony. Porównaj ją z temperaturą, jaką miałaby ta sama sonda bez osłony.
2. Jaki powinien być współczynnik odbicia, aby w odległości Merkurego od Słońca temperatura sondy wynosiła $T = 300\,\mathrm{K}$? Odległość Merkurego od Słońca przyjmij jako $d_\mathrm{M} = 5{,}8 \times 10^{10}\,\mathrm{m}$
3. Oblicz temperaturę osłony T_o dla warunków z poprzedniego punktu.

Autor: Rafał Bryl

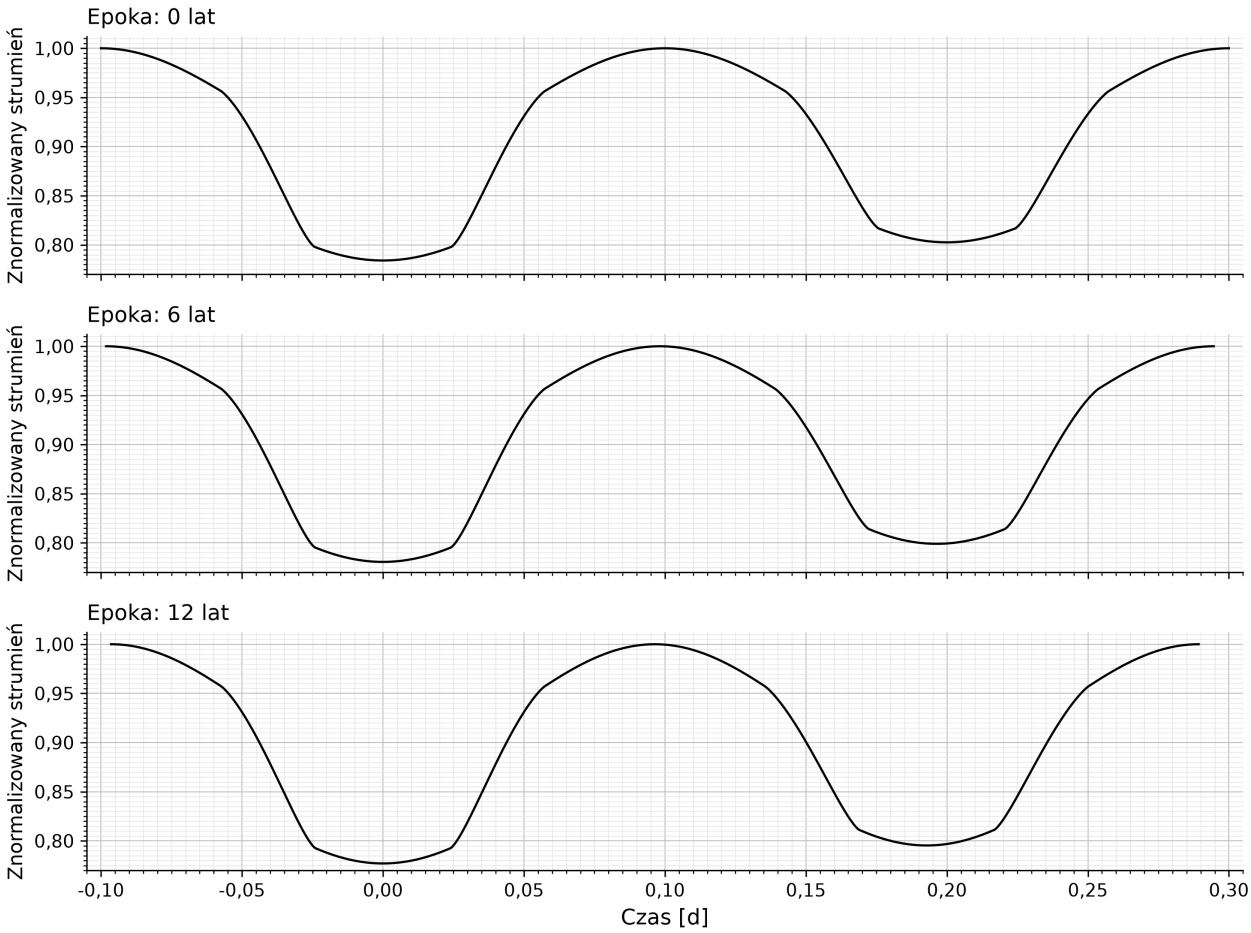
Zadanie 4.

W momencie obserwacji pewnej komety średnica kątowa jej głowy wynosiła $0,125'$. Znajdowała się ona wówczas w odległości $1,1 * 10^9$ m od Ziemi, a jej jasność obserwowana była równa $12,5^m$. Po upływie pewnego czasu ponownie zaobserwowano tę kometę i stwierdzono, że jej obserwowana jasność wynosi $13,1^m$, pomimo iż znaduje sie ona w takiej samej odległości od Ziemi. Przyjmując, że głowa komety pozostaje cały czas idealną kulą o jednorodnym rozkładzie masy, oblicz jaką część swojej masy straciła ta kometa w wyniku ulatniania się związków tworzących jej głowę oraz jak zmieniły się jej rozmiary liniowe. Przyjmując, że w momencie pierwszej obserwacji jej masa była równa $1,9 * 10^{12}$ kg, oblicz masę głowy komety w momencie drugiej obserwacji. W obliczeniach przyjmij, że stosunek temperatur powierzchni głowy komety odpowiadającym poszczególnym obserwacjom równy jest $\frac{T_2}{T_1} = 1,2$.

Autor:Ksawery Głowacki

Zadanie 5.

Rozważmy układ zaćmieniowy, który jest kontaktowym układem podwójnym. Gwiazdy poruszają się po orbicie kołowej o inklinacji $i = 90°$. Na rysunku przedstawiono syntetyczne krzywe blasku w trzech epokach, obejmujące po jednym okresie orbitalnym. Pomiary spektroskopowe w pierwszej epoce dają półamplitudy prędkości radialnych $K_1 = 28{,}82$ km/s i $K_2 = 288{,}17$ km/s oraz temperaturę gwiazdy 1, przesłanianej w głębszym minimum, równą 6200 K. W przyjętym modelu obie gwiazdy mają jednorodną jasność powierzchniową i kołowe tarcze, a ich efektywne promienie utożsamia się z promieniami kul o tej samej objętości co gwiazdy. Pomiń pociemnienie brzegowe oraz wpływ plam. Dla tego układu zewnętrzne promienie Roche'a wynoszą w przybliżeniu $0{,}62a$ dla gwiazdy 1 i $0{,}25a$ dla gwiazdy 2, gdzie a oznacza odległość między środkami gwiazd. Za umowny początek zderzenia składników przyjmij chwilę, w której promień którejkolwiek gwiazdy osiągnie odpowiadający jej zewnętrzny promień Roche'a. Wyznacz okres orbitalny w każdej epoce oraz początkowe tempo jego zmian, a także masy i promienie obu gwiazd. Oszacuj temperaturę gwiazdy 2 oraz moce promieniowania obu składników. Oszacuj czas do umownego początku zderzenia.



Rysunek 1: Krzywe blasku układu w tzech epokach: $t = 0$, $t = 6$ lat oraz $t = 12$ lat

Autor: Franciszek Hansdorfer