
III Olimpijska Liga Astronomiczna

Astronomia sferyczna

Zadanie 1.

Ćma Łucja to szczególny motyl. Porusza się zarówno w dzień, jak i w nocy, ze stałą poziomą (względem powierzchni Ziemi) prędkością v zwróconą zawsze w kierunku chwilowego azymutu Słońca (Łucja jest na tyle mądra, że zna lokalny azymut Słońca, nawet gdy znajduje się ono pod horyzontem).

- (a, 3 pkt) Przyjmijmy, że w momencie, gdy czas prawdziwy słoneczny na południku zerowym wynosił 12h, a deklinacja Słońca wynosiła δ , Łucja znajdowała się na współrzędnych geograficznych $(\lambda_0; \varphi_0)$. Jakie warunki początkowe na $\delta, v, \lambda_0, \varphi_0$ muszą być spełnione, żeby ćma poruszała się dokładnie po równoleżniku φ_0 ? Uzasadnij swoją odpowiedź. Przyjmij, że w analizowanym czasie deklinacja Słońca nie ulega zmianie.
- (b, 1 pkt) Przy założeniu warunków początkowych obliczonych w punkcie (a), opisz jak niewielka zmiana wartości prędkości v wpłynęłaby na oryginalny tor ruchu Łucji. Czy na tej podstawie jesteś w stanie postawić ogólną hipotezę, jak warunki początkowe determinują tor ruchu ćmy w granicy, gdy czas dąży do nieskończoności (zakładając stałą deklinację Słońca)? W jakich przypadkach postawienie tej hipotezy nie jest uzasadnione?
- (c, 1 pkt) Narysuj tor ruchu ćmy oraz wykres odległości ćmy od Słońca w przeciągu 10 dni dla następujących danych początkowych $(\delta; v; \lambda_0; \varphi_0)$: $(23,4^\circ; 6^\circ/\text{h}; 30^\circ; 60^\circ)$, $(1^\circ; 6^\circ/\text{h}; 30^\circ; 60^\circ)$, $(10^\circ; 6^\circ/\text{h}; 30^\circ; -50^\circ)$, $(10^\circ; 13^\circ/\text{h}; 30^\circ; -50^\circ)$, $(23,4^\circ; 14^\circ/\text{h}; -30^\circ; -50^\circ)$, $(0^\circ; 10^\circ/\text{h}; 90^\circ; 20^\circ)$, $(0^\circ; 7,5^\circ/\text{h}; 210^\circ; 60^\circ)$, $(0^\circ; 7,5^\circ/\text{h}; 150^\circ; 60^\circ)$. Skomentuj uzyskane wyniki.

Sugestia. Tor ruchu wygodnie jest przedstawić na wykresie biegunowym (polar plot; odwzorowanie azymutalne równoodległościowe), w którym okręgi wskazują na zmieniającą się długość geograficzną a odległość od środka sygnalizuje zmianę szerokości geograficznej. W zadaniu dopuszczalne jest oczywiście zastosowanie dowolnego odwzorowania (np. gnomonicznego czy stereograficznego wokół bieguna), zależnie od woli autora rozwiązania – konieczne jest jednak opisanie zastosowanego odwzorowania.

Autor: Michał Jagodziński

Zadanie 2.

Rozważmy satelitę krążącego wokół Ziemi.

- a) Czy tor podsatelitarny przedstawiony na mapie merkatora może mieć kształt prostej linii? Jeśli tak, podaj półoś wielką a , mimośród e i inklinację i tej orbity.
- b) Rozważmy satelitę geostacjonarnego o mimośrodku $e = 0.4$ i inklinację $i = 45^\circ$ i argumentie perycentrum $\omega = 90^\circ$, który przelatuje nad punktem o współrzędnych $0^\circ N$ i $0^\circ W$. Jaki jest zakres szerokości geograficznych i długości geograficznych nad którymi może się taki satelita znaleźć

Autor: Dawid Chudzik

Zadanie 3.

W dniu 20.04.2023 roku ze Starbase ($\varphi = 25^\circ 59' 29'' N$, $\lambda = 97^\circ 11' 01'' W$) wystartowała rakietą Starship. Jednakże w trakcie lotu doszło do awarii i Starship wszedł na trajektorię suborbitalną.

- a) Zakładając, że tuż przy miejscu startu Starship poruszał się z prędkością równą pierwszej prędkości kosmicznej przy Ziemi, wektor prędkości jest nachylony do poziomu pod kątem $\alpha = 23.6514^\circ$, a kąt pomiędzy północą a rzutem wektora prędkości na powierzchnię Ziemi (inaczej kierunek lotu) liczony od północy w kierunku wschodu to $\beta = 102.0285^\circ$, oblicz współrzędne geograficzne miejsca uderzenia rakiety w Ziemię, a także, jeśli istnieje, podaj nazwę największego miasta w obrębie 300km od miejsca uderzenia, które jest potencjalnie zagrożone.
- b) Niezależnie od miejsca uderzenia podjęto decyzję o zestrzeleniu uszkodzonej rakiety w celu ochrony Ziemi. Wystrzelono pocisk także z I prędkością kosmiczną z Wyspy Wniebowstąpienia ($\varphi = 7^\circ 57' 00'' S$, $\lambda = 14^\circ 24' 36'' W$) tak, aby zniszczenia starshipa odbyło się na tym samym południku w którym znajduje się miejsce wystrzelenia pocisku. Na ile minut przed przelotem nad planowanym miejscem kolizji należy wystrzelić pocisk?

Autor: Dawid Chudzik

Zadanie 4.

Oblicz aktualne współrzędne równikowe równonocne oraz ekliptyczne gwiazdy, która za 3500 lat stanie się północną gwiazdą biegunową. Jaka jest wysokość górowania tej gwiazdy dla obserwatora znajdującego się w Warszawie ($\phi = 52^\circ$) ?

Autor: Ksawery Głowacki

Zadanie 5.

Rozważmy pewną gwiazdę zmienną okresowo, której współrzędne w układzie równikowym równonocnym wynoszą obecnie $\alpha = 18^{\text{h}}42^{\text{m}}16,427^{\text{s}}$ i $\delta = 09^{\circ}03'09,18''$, jej okres jasności $T = 4^{\text{h}}39^{\text{m}}$ i jest ona odległa o 201 ± 1 ly. Zmierzono wartości obserwowanej prędkości tangencjalnej: $\mu_{\delta} = 1,21$ mas/yr i $\mu_{\alpha} = +7,3$ mas/yr. Z pomiarów spektroskopowych określono, że prędkość radialna gwiazdy wynosi $v_r = 42.83 \pm 1.21$ km/s. Wyznacz o ile różni się rzeczywisty okres pulsacji względem zmierzonego oraz całkowitą przestrzenną prędkość gwiazdy względem obserwatora.

Autorka: Zofia Lamęcka