

МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА
КОМИСИЯ ЗА ПРОВЕЖДАНЕ НА ОЛИМПИАДАТА ПО АСТРОНОМИЯ

XVIII НАЦИОНАЛНА ОЛИМПИАДА ПО АСТРОНОМИЯ

<http://astro-olymp.org>

IV кръг, 12 юли 2015 г., х. Бузлуджа, теоретичен тур

Старша възраст

Задача 1. Двойна звезда. Авторитетният астроном Стефан Иванов посвещава 60-годишната си професионална кариера в изследване на двойна звезда, съставена от компоненти, чиито видими звездни величини са 3^m и 8^m . Чрез прецизни и системни наблюдения той определя, че видимото ъглово отстояние между тях се изменя от $1''$ до $5''$ с период 50 години. Лъчевата скорост на слабата компонента спрямо Слънцето се изменя с амплитуда ± 5 km/s, а на ярката - с амплитуда ± 1 km/s.

- Считайки двете орбити за кръгови, намерете масите и светимостите на двете звезди.

- Какво би трябвало да е компетентното мнение на знаменития астроном за техните физически характеристики?

Задача 2. Венера в елонгация.

- Каква е лъчевата скорост на Венера в максимална източна елонгация? А в максимална западна елонгация? Радиусът на орбитата на Венера е 0.7 AU.

- Какъв трябва да бъде ексцентрицитетът на венерианската орбита, така че в момента на максимална източна елонгация лъчевата скорост на Венера относно Земята е равна на нула (Венера е в афелий)? Ако получите за ексцентрицитета уравнение с твърде сложно алгебрично решение, направете подходящо обосновано приближение, за да го опростите.

Считайте, че двете планети се движат по орбити, лежащи в една равнина, като за първото подусловие приемете, че те са кръгови.

Задача 3. Бягство от звезден куп. Масивните рентгенови двойни звезди са тесни двойни системи с масивна звездна компонента и компактен обект (неутронна звезда или черна дупка). Поради приливните сили, материя от масивната звезда изтича през точката L1 в акреционен диск около компактния обект. При падането си тази материя се нагрява до стотици милиони градуси и излъчва в рентгеновия диапазон.

Двойната звезда Миро (от Сопот) 2106+34 е съставена от равни по маса звезда от спектрален клас O9V и черна дупка. Компонентите на собственото движение на двойната система са $(\mu_\alpha \cos \delta, \mu_\delta) = (-5.7, -3.1)$ mas/yr (*хилядни от дъговата секунда за година*), а разстоянието до нея е 3200 pc. Орбиталният период на системата е 5.578 d, а линията HeI (6678Å) в спектъра на звездата от клас O периодично мени положението си с 4.21 Å. Ексцентрицитетът на орбитата е пренебрежимо малък.

Смята се, че системата се е родила в разсеян куп и несиметричното избухване на главната компонента като свръхнова ѝ е придало импулс, вследствие на който тя е излетяла от купа. Този импулс може да бъде не по-голям от $1000 M_{\text{sol}} \text{ km/s}$ ($M_{\text{sol}} = 2.0 \times 10^{30} \text{ kg}$). Кандидати за произхода на системата са куповете Федя 26 и Емо 182. При връщане на пространствените скорости на обектите назад във времето, рентгеновата двойна звезда е съвпадала по положение с всеки от двата купа. Разстоянията от нас до двата купа се оценяват на ~ 3 kpc. Собствените им движения са $(\mu_\alpha \cos \delta, \mu_\delta) = (-4.7, -1.4)$

mas/yr за Федя 26 и $(\mu_\alpha \cos \delta, \mu_\delta) = (-6.2, -2.7)$ mas/yr за Емо 182. Ъгловите разстояния до Миро 2106+34 са 3.6 и 6.5 градуса, от Федя 26 и Емо 182 съответно.

- Може ли рентгеновата двойна система Миро 2106+34 да се е образувала в някой от двата купа и ако да – в кой? Или може в кой да е от двата? Обосновете се.

4 задача. Два астероида. Предстои да се наблюдава окултация (покрытие) на един астероид от друг астероид. Първият астероид е от групата на троянците, а вторият има радиус на орбитата 4.000 AU. Троянецът има орбитална скорост, равна на средната скорост на астероидите троянци. В нощта на наблюденията астероидите се движат успоредно на небесния екватор, имат една и съща деклинация и се намират в опозиция. Наблюденията се извършват от Калина Стоименова, смел и неуморим оператор на 2м телескоп на НАО-Рожен, докдето тя се е изкачила в дълбок сняг с тежка раница на гърба. Телескопът има фокусно разстояние 16000 mm. За получаване на изображенията се използва CCD камера VersArray:1300B, която има матрица 1340x1300 пиксела. Пикселите са квадратни с размер 20 микрона. В първото изображение двата астероида са разположени на един ред пиксели, като центърът на изображението на първия астероид е върху пиксела с номер 557, а изображението на втория – върху пиксел с номер 500. Номерацията на пикселите нараства в западна посока.

- След колко време ще се случи взаимното покритие на астероидите?
- Върху кой пиксел ще се проектира центърът на изображението на двата астероида в момента на покритието? Телескопът следи полето с астероидите, като изображенията на звездите не променят своите положения по CCD матрицата.

Справочни данни:

Радиус на орбитата на Юпитер – 5.203 AU

1 AU – 149 600 000 km

1 звездна година – $365^d.2564$

5 задача. Пасаж на Луната. От Венера се наблюдава централен пасаж на Луната по диска на Земята.

- Определете амплитудата на промяна на блясъка на системата Земя-Луна по време на пасажа.

- Определете продължителността на отделните етапи на пасажа, т.е. времената от първи контакт до втори контакт и т.н.

- Начертайте кривата на блясъка, която ще се наблюдава от Венера, като използвате подходящ мащаб на осите на звездната величина и времето.

Приемете, че всички тела се движат в една равнина по кръгови орбити.

При определяне на амплитудата на звездните величини, приемете, че Земята и Луната са на еднакво разстояние от Слънцето и Венера.

Справочни данни:

Радиус на Земята – 6370 km

Албедо на Земята – 0.37

Радиус на Луната – 1738 km

Орбитален период на Луната – $27^d.32$

Радиус на лунната орбита – 384400 km

Албедо на Луната – 0.12

Радиус на орбитата на Венера – 0.72 AU

1 AU – 149 600 000 km