

МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА  
XVIII НАЦИОНАЛНА ОЛИМПИАДА ПО АСТРОНОМИЯ

Национален кръг, 02 май 2015 г., Добрич

ТЕМА ЗА ВЪЗРАСТОВА ГРУПА – XI-XII КЛАС

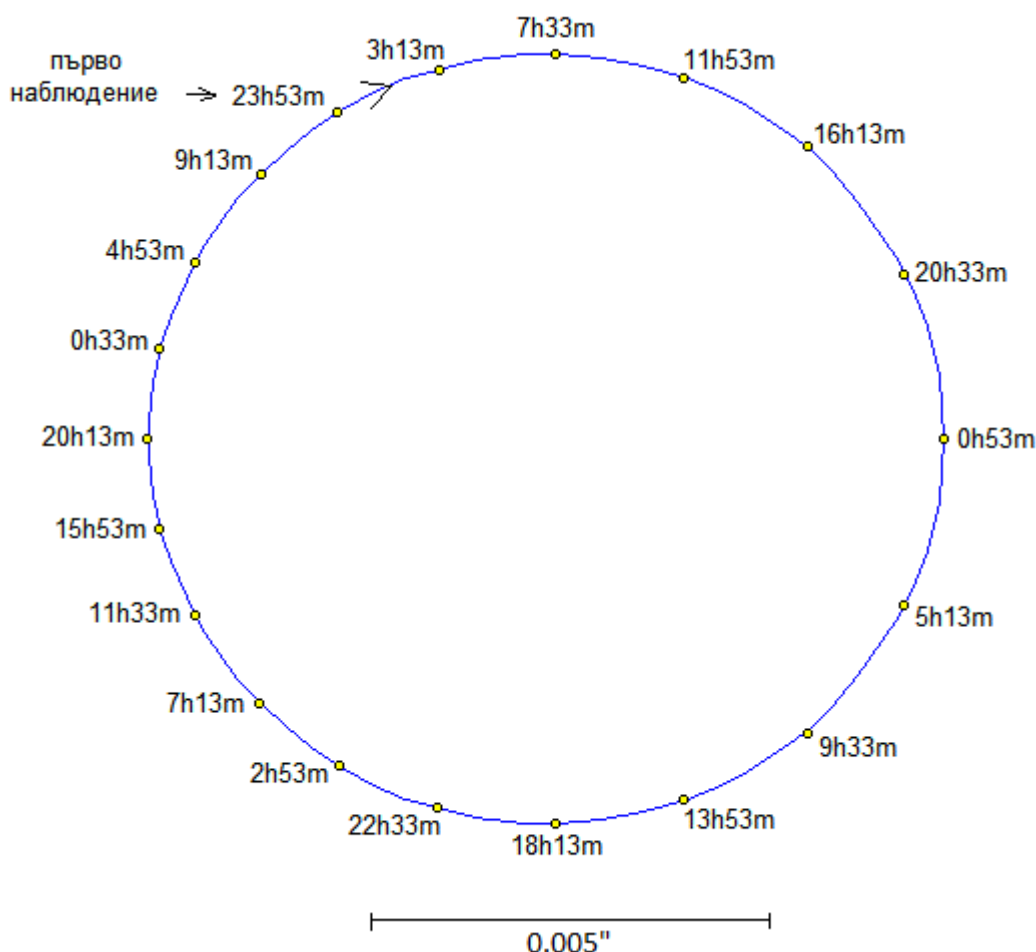
ТЕОРЕТИЧЕН КРЪГ

**1 задача. Критична ситуация.** След дълги години полет в състояние на хибернация космонавтите от екипажа на междузвезден кораб се събуждат и разбират, че са попаднали в беда. В резултат на близко прелитане покрай планета, кръжаща около черна дупка, корабът е захванат в орбита около черната дупка. С помощта на тримерния звезден атлас космонавтите откриват Слънцето – то се вижда като звезда от  $6.43^m$  в направление, перпендикулярно към орбиталната равнина на кораба. Наблюденията им показват, че то описва паралактична елипса, която е представена на фигурата. До наблюдаваните позиции на Слънцето са дадени моментите от време. Абсолютната звездна величина на Слънцето е  $4.83^m$ .

- А) Определете масата на черната дупка.

С най-мощния ракетен импулс, на който са способни двигателите, скоростта на кораба може да се измени с  $\Delta V = 55 \text{ km/s}$ . Горивото стига за два такива импулса. Минималното време за подготовка на двигателите преди всеки импулс е 40 часа.

- Б) Опишете как за най-кратко време корабът може да се освободи от гравитационната прегръдка на черната дупка и да се отправи в междузвездното пространство.



**2 задача. Позиции на Слънцето.** В хода на подготовката си за астрономическата олимпиада, начинаещ участник в нея е твърде озадачен като научава, че Слънцето много рядко изгрява от изток и залязва на запад. Все пак, си казва той, в момента на пролетното равноденствие съществува едно място на екватора, където Слънцето тогава изгрява и то, точно от изток.

- А) Къде ще бъде точката на залеза на Слънцето за това място в същия ден?
- Б) Пътешествайки мислено по земния глобус, участникът в олимпиадата си представя място, където 3 дни след пролетното равноденствие Слънцето кулминира в зенита. На каква ширина е това място? Кога ще бъде следващият път, когато Слънцето отново ще кулминира в зенита за място със същата географска ширина? Дали това ще бъде същото място и по географска дължина?

**3 задача. Луната в океана.** Вие сте на астрономическа експедиция на Луната по време на пълнолуние и забелязвате, че се вижда светло петънце на нощната страна Земята. Поглеждате с телескоп и виждате, че Земята е обърната така, че почти цялата видима част е заета от Тихия океан, който се оказва наистина много тих, без вълни, с много спокойна гладка повърхност и много чиста атмосфера, без никакви облаци над него. Светлото петънце се оказва отражението на Луната в океана. Знаете, че от Земята в момента Луната има видима звездна величина  $m_L = -12^m.74$ .

- Определете видимата звездна величина на отражението на Луната в Тихия океан.

При отражение от гладка повърхност между две прозрачни среди, въздух – стъкло, въздух – вода и др., се отразяват обратно около 4 процента от падналата светлина.

Справочни данни:

Средно разстояние Земя – Луна	– 384 000 км.
Радиус на Земята	– 6378 км
Маса на Слънцето	$2 \times 10^{30}$ кг
Гравитационна константа	$6.67 \times 10^{-11}$ м <sup>3</sup> /кг.с <sup>2</sup>
Наклон на еклиптиката към небесния екватор	23°26'
Звездна година	365.2564 денонощия

**МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА**  
**XVIII НАЦИОНАЛНА ОЛИМПИАДА ПО АСТРОНОМИЯ**

**Национален кръг, 03 май 2015 г., Добрич**

**ТЕМА ЗА ВЪЗРАСТОВА ГРУПА – XI-XII КЛАС**

**ПРАКТИЧЕСКИ КРЪГ**

**1 задача. Лебед X-1.** Космическият източник на рентгенови лъчи Лебед X-1 е открит през 1964 г. Във видима светлина на същото място се наблюдава далечна звезда от 9<sup>m</sup>. Това е гореща звезда свръхгигант, която влиза в състава на двойна система с много масивна и плътна компонента, представляваща най-вероятно черна дупка. Черната дупка привлича вещество от звездата свръхгигант, падайки върху нея веществото се ускорява и нагрява до милиони градуси, при което излъчва рентгенови лъчи, а също, както впоследствие се открива – и мощно радиолъчение.

Чрез системата от радиотелескопи VLBA в САЩ са направени наблюдения на радиоизточника, свързан с черната дупка. Дадената по-долу Фигура 1 съдържа две графики. Горната представлява паралактичното отместване на обекта в направление изток-запад, а долната – в направление север-юг. Отместването е в хилядни от дъговата секунда (milliarcseconds – mas). Върху паралактичното отместване е наложено значително по-краткопериодичното орбитално движение на черната дупка около общия център на масите на двойната система.

- А) Като използвате графиките, постройте паралактичната елипса, описвана от радиоизточника и определете разстоянието до него.
- Б) Определете орбиталния период на системата. Оценете радиуса на орбитата на черната дупка около общия център на масите.

**2 задача. Цефеида.** Звездата  $\delta$  Cephei е една от първите открити пулсиращи променливи звезда. От нея и съзвездието, в което тя се намира, е произлязло наименованието на цял основен тип подобни звезди, наречени цефеиди. Звездата има маса 4.5 слънчеви маси и радиус 44.5 слънчеви радиуса, а периодът, с който си изменя блясъка, е 5.37 дни. На Фиг. 2 е дадена кривата на блясъка на тази звезда. Лъчевата скорост, характеризираща движението на звездата като цяло в пространството, е – 16.8 км/сек. На Фиг. 3 е дадена кривата на наблюдаваната лъчева скорост на звездата, която се изменя вследствие на нейното пулсиране.

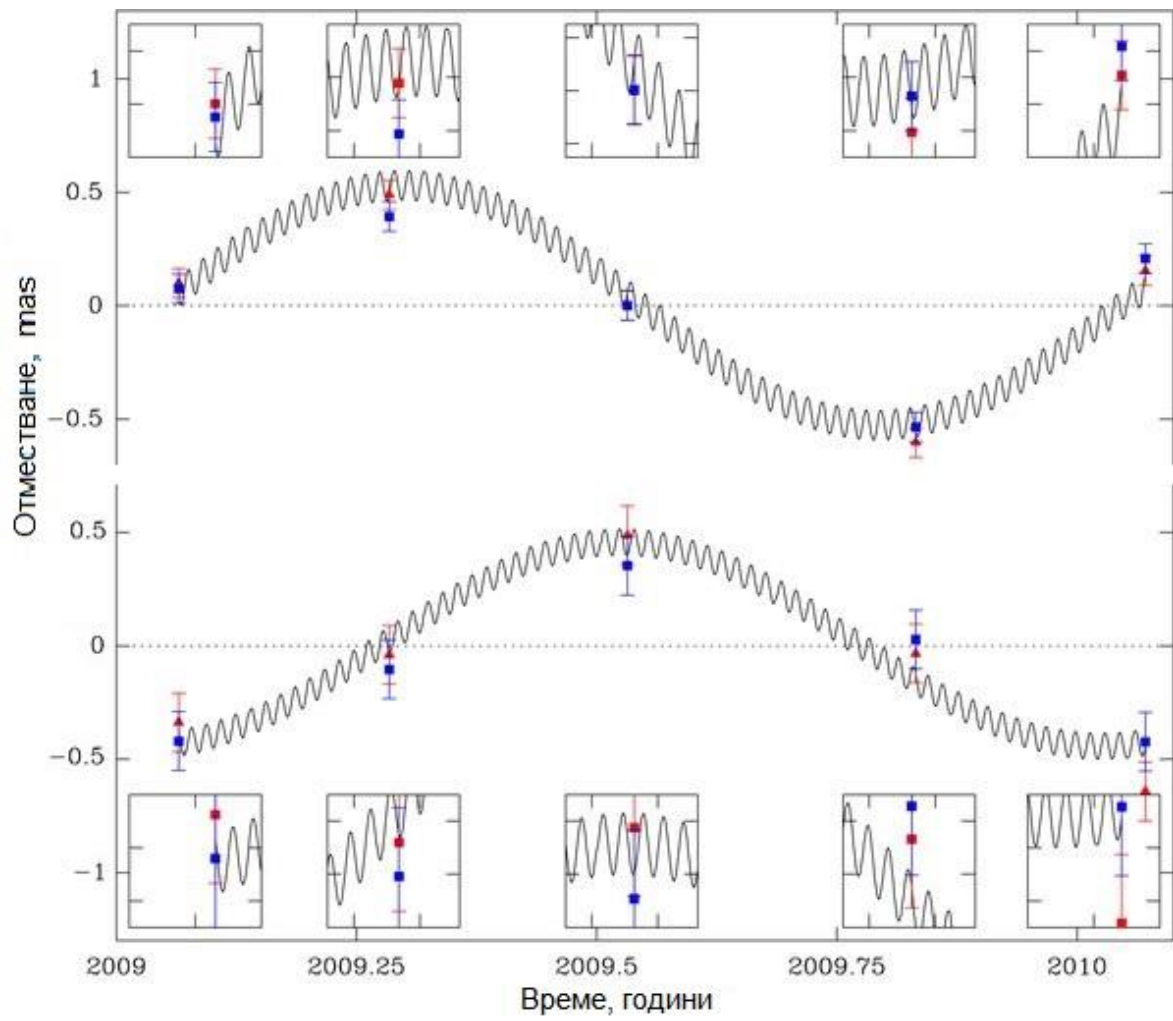
Изказва се предположение, че след по-бурната фаза на разширение на звездата във всеки цикъл на пулсиране следва период на свободно падане на веществото в гравитационното поле на звездата.

- Проверете това предположение. Направете необходимите измервания и изчисления, за да аргументирате вашето заключение.

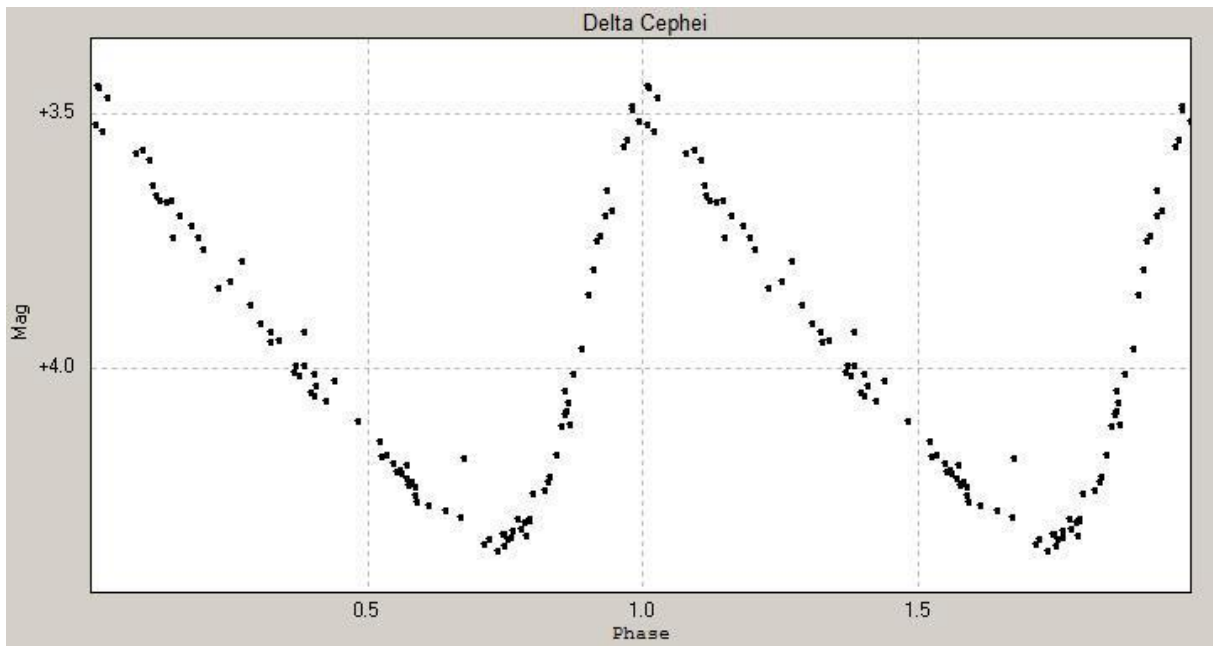
Справочни данни:

Маса на Слънцето  $2 \times 10^{30}$  кг

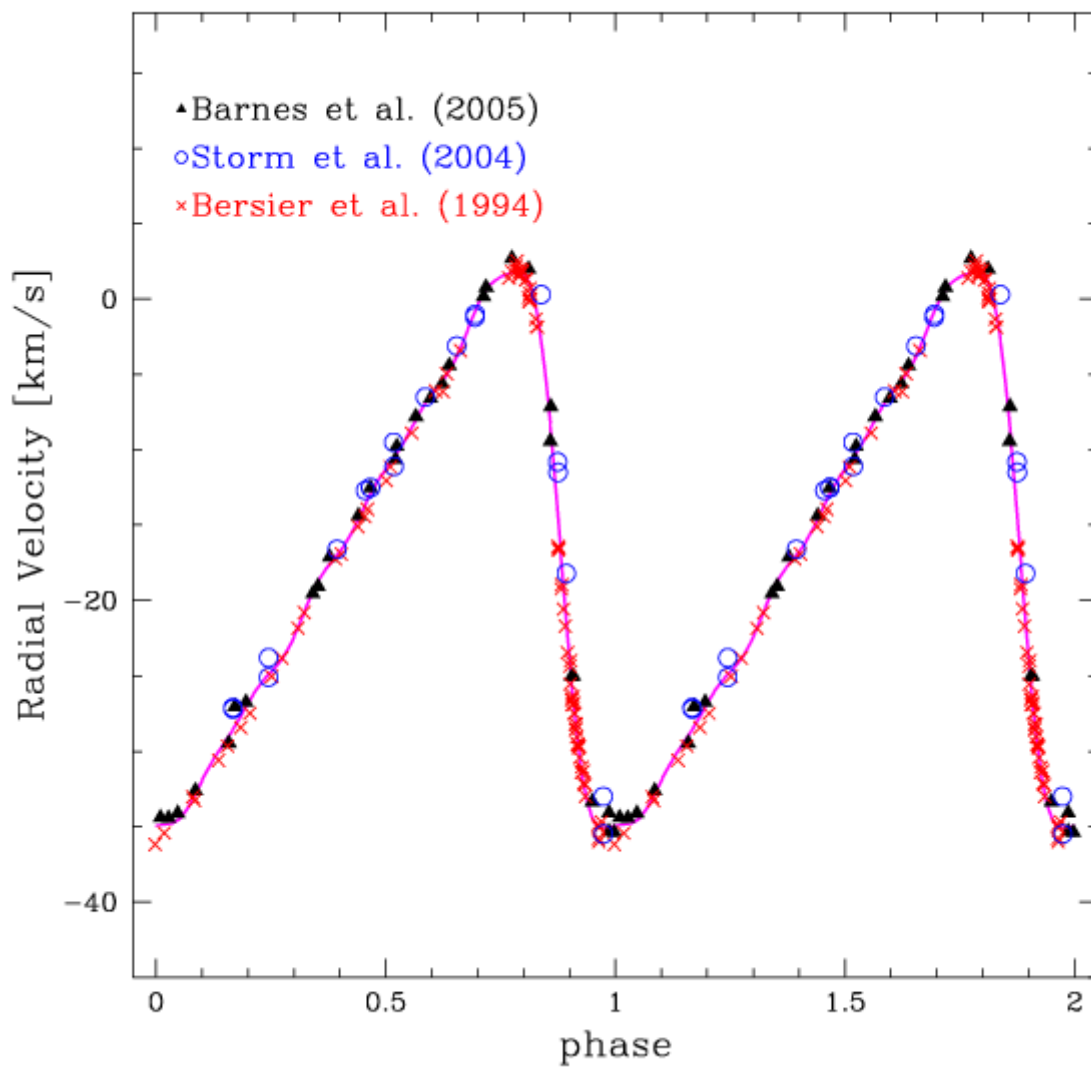
Радиус на Слънцето 700000 км



Фиг. 1. Паралактично и орбитално движение на радиоизточника Лебед X-1.



Фиг. 2. Крива на изменение на блясъка на  $\delta$  Сер.



Фиг. 3. Крива на изменение на радиалната скорост на  $\delta$  Сер.