МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА
НАЦИОНАЛНА КОМИСИЯ ЗА ОРГАНИЗИРАНЕ НА ОЛИМПИАДАТА ПО АСТРОНОМИЯ

XXIX НАЦИОНАЛНА ОЛИМПИАДА ПО АСТРОНОМИЯ

Национален кръг
Бургас, 9 май 2026 г.
Възрастова група 11-12 клас, първи тур

Задача 1. Двойни звезди. Когато се наблюдава двойна звездна система, при която двете компоненти могат да се различат поотделно, едната компонента, която тук ще означим като А, се приема за неподвижна и се нанасят видимите положения на другата компонента В относно компонентата А. Чрез многократни такива наблюдения в продължителен интервал от време може да се построи относителната орбита на компонентата В спрямо компонентата А. Това, което се получава обаче, е проекцията на тази орбита върху равнина, перпендикулярна на зрителния лъч от земния наблюдател към двойната система. Ще наричаме тази равнина картинна плоскост.

Дадени са ви проекциите на относителните орбити на две двойни звезди, получени от наблюдения – Порима от съзвездието Дева (γ Vir) на Фиг. 1 и HIP 85565 от съзвездието Змия на Фиг. 2.

А) Звездата Порима (γ Vir) е с паралакс 85,58 mas (milliarcseconds – хилядни от дъговата секунда). Орбиталният период на двойната система е 169,4 години. Приемете, че орбиталната равнина на двете звезди е перпендикулярна на зрителния лъч, т.е. лежи в картинната плоскост. Компонентата А е отбелязана с кръстче. Определете голямата полуос на относителната орбита в астрономически единици и сумата от масите на двете звезди в слънчеви маси. **[6т.]**

Б) Звездата HIP 85565 е с паралакс 19,96 mas. Орбиталният период на системата е 94 години. Тук наистина трябва да имате предвид, че виждате проекцията на относителната орбита върху картинната плоскост, в която положението на компонентата А е означено със звездичка. Определете приблизително ексцентрицитета на истинската относителна орбита, голямата полуос в астрономически единици и наклона на истинската относителна орбита към картинната плоскост. Намерете също и сумата от масите на двете компоненти в слънчеви маси. **[8т.]**

Задача 2. Молекулярен облак. Нека да разгледаме голям молекулярен облак на разстояние 320 pc от нас, заемащ 0,48 квадратни градуса по небето. Приемете, че облакът е сферичен, хомогенен с концентрация 500 частици/cm^3 и е съставен от 80% H_2 и 20% He (масови части). Броят частици включва молекулите на водорода и атомите на хелия.

А) Пресметнете масата на облака. Каква е необходимата температура, за да започне свиване на облака?

Константата на Болцман е k_B = 1,38.10^{-23} J/K. Масата на протона е m_P = 1,67.10^{-27} kg. **[4т.]**

В процеса на бавно свиване облакът претърпява фрагментация и отделните фрагменти колапсират, образувайки протозвезди. Когато младите звездни обекти стъпят на Главната последователност, считаме, че се раждат като звезди в звезден куп. Много от звездните купове се разпръскват сравнително бързо, но нека да предположим, че звездният куп, образуван от облака, който разглеждаме, ще бъде стабилен поне в следващите 70 милиона години. Нека да предположим, че за това време купът е загубил 70% от масата на първоначалния облак.

Б) Назовете 3 типа променливи звезди, които бихме очаквали да наблюдаваме в този обект в тези следващи 70 милиона години. Не изброявайте повече от 3 типа. **[2т.]**

В) Оценете интегралната звездна величина на звездния куп след 70 милиона години, както и звездната величина на най-ярката възможна непроменлива звезда в него, ако разстоянието до Земята не се е променило значително и поглъщането е пренебрежимо. За сравнение, Плеядите (интегрална звездна величина 1,5 mag) имат маса $800M_{\odot}$, възраст 100 милиона години и са на разстояние 136 pc. **[4т.]**

Г) Какъв е теоретично максималният възможен размер на този звезден куп след 70 милиона години (приливният му диаметър)? Приемете, че разстоянието му до центъра на Галактиката също не се е променило значително и е равно на сегашното разстояние до центъра на Галактиката, което е 8200 pc. **[4т.]**

Задача 3. Астероид. Нека Земята се движи по кръгова орбита с радиус равен на една астрономическа единица. Наблюдател се намира на северната тропична окръжност и в деня на зимното слънцестоене, в полунощ, наблюдава в зенита астероид с диаметър 20 km с ъглова скорост равна на 136,5 дъгови секунди в час. Видимото му движение е точно в посока запад. Астероидът се движи в посока перпендикулярна на зрителния лъч и се намира на разстояние 0,33 au. В момента на наблюдението е точно в опозиция.

А) Къде относно Земята и Слънцето ще се намира астероидът след половин звездна година? **[8т.]**

Б) Възможно ли е след половин звездна година астероидът да се наблюдава в зенита и в каква посока ще се движи той за наблюдател на същата тропична окръжност? По кое време на денонощието ще е най-удобен за наблюдение? Какво ще бъде разстоянието до него и каква ще е видимата му ъглова скорост? **[4т.]**

В) Нека наблюдателят разполага с телескоп с адаптивна оптика, която позволява да наблюдава с разделителна способност 0,1″ както през нощта, така и при наблюдения на Слънцето. Нека фотометричната апаратура позволява да се измерват разлики от 0,001 от звездната величина. Дали е възможно в някакъв момент от време от наблюдения с този телескоп да се определи положението и скоростта на астероида? **[2т.]**

Справочни данни:

Астрономическа единица: $149{,}6\times10^{6}$ km   Радиус на Земята: 6370 km

Наклон на екватора към еклиптиката: 23°26′

Период на въртене на Земята около оста ѝ: 23 h 56 min 4 s

Период на обикаляне на Земята около Слънцето – 365,25636 d

Маса на Слънцето – $1{,}989\times10^{30}$ kg

Гравитационна константа – $6{,}6743\times10^{-11}$ N.m^{2}.kg^{-2}

Задача 4. Средна орбитална скорост.

А) Два астероида се движат по кръгови орбити около Слънцето в равнината на земната орбита, в същата посока като Земята, и имат еднакви синодични периоди. Ако сумата на орбиталните скорости на двата астероида е $kv_\oplus$, изразете разликата в орбиталните им скорости с k и $v_\oplus$. Приемете, че Земята се движи около Слънцето по кръгова орбита, с постоянна скорост $v_\oplus$. **[4т.]**

Ако орбитата не е кръгова, средната орбитална скорост е свързана с обиколката ѝ. Въпреки че няма проста формула за обиколка на елипса, през 1798 г. Джеймс Айвъри извежда дълга формула, от която може да се направи следното заключение:

Обиколката на елипса с голяма полуос a и малка полуос b е приблизително равна на обиколката на окръжност с радиус r, равен на средноаритметичното на a и b.

Относителната грешка на това приближение расте с ексцентрицитета e като тя е 0,1% за e = 0,50 и 0,7% за e = 0,70. За целите на задачата ще считаме приближението за идеално при e < 0,50.

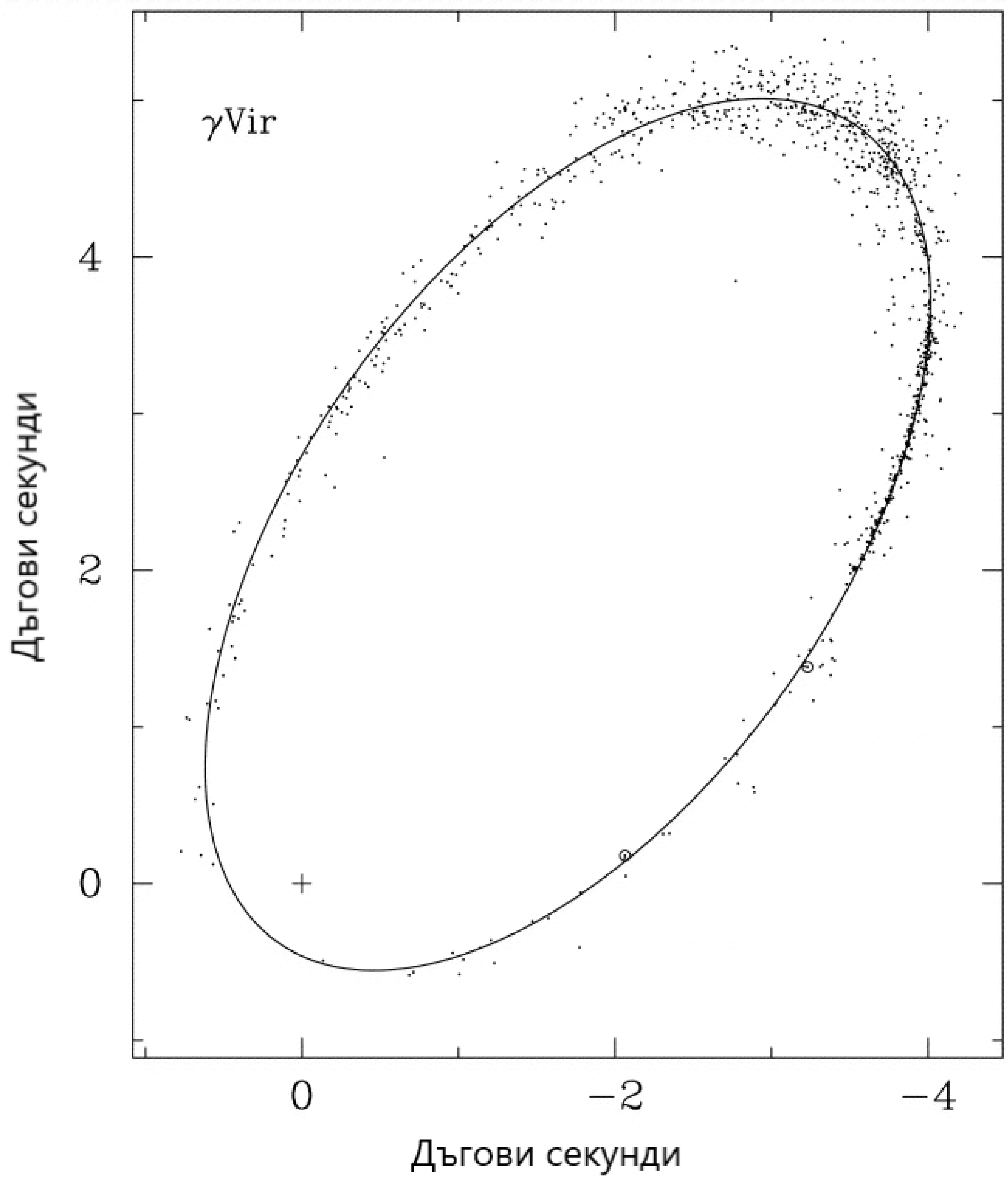
Б) Два астероида се движат по орбити около Слънцето с еднакъв период, но средната орбитална скорост на единия астероид е с 3% по-малка. Орбитата на първия астероид е кръгова. Какъв е ексцентрицитетът на орбитата на втория астероид? **[3т.]**

В) Пресметнете коефициента q, дефиниран в следното твърдение за орбити с малък ексцентрицитет:

В координатна система с център в центъра на орбитата и x-ос, растяща към афелия, точката, в която планетата има скорост, равна на средната орбитална скорост, има x-координата $x = qf$, където $f = ea$ е фокусното разстояние на орбитата. **[4т.]**

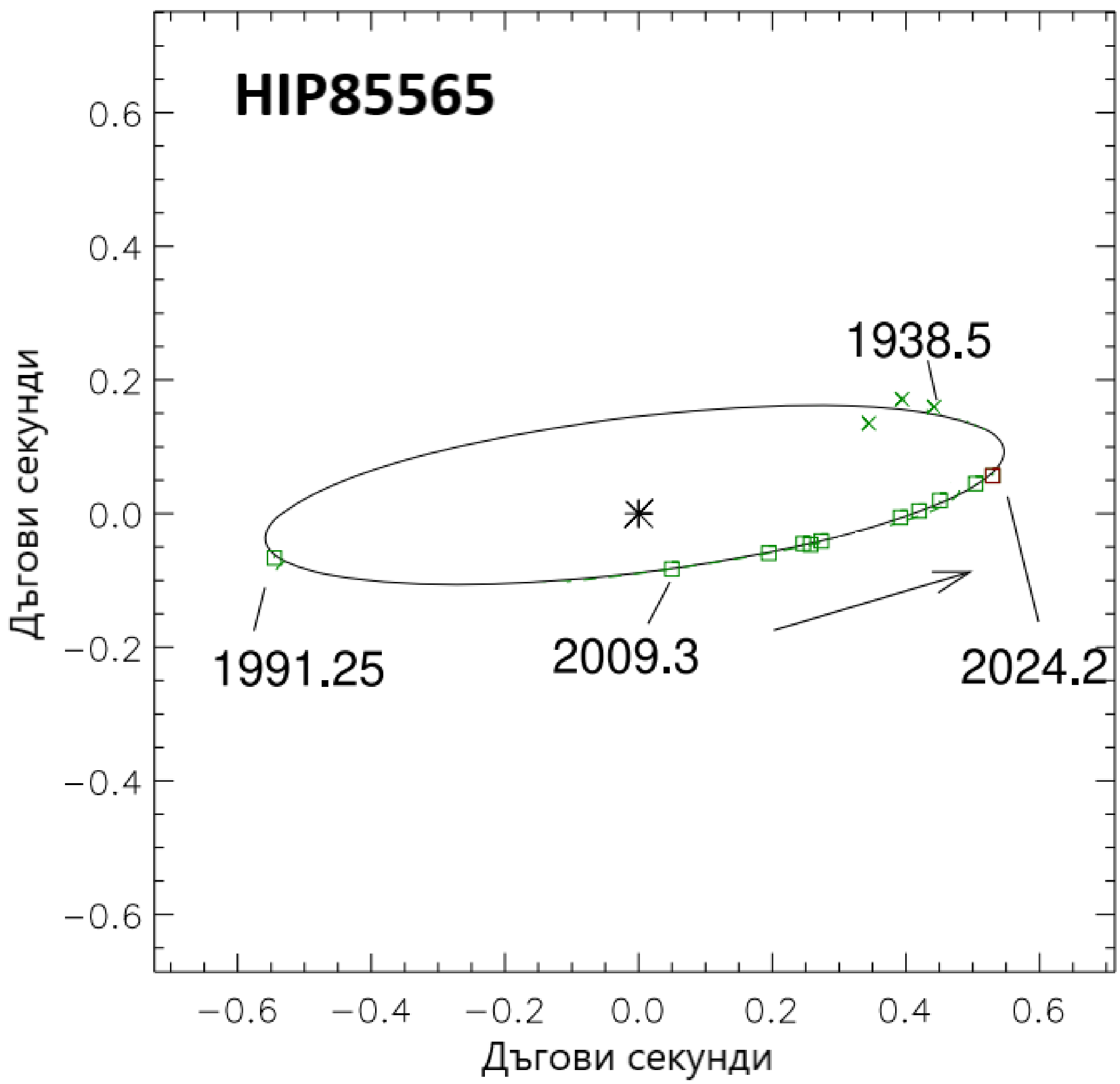
Г) Пресметнете на кои дати Земята се движи с орбитална скорост, равна на средната ѝ орбитална скорост. За целта може да приемете, че това се случва, когато Земята пресича малката ос на орбитата си, тъй като разликата от ефекта във **В)** подусловие е по-малка от 1 ден. Ексцентрицитетът на земната орбита е 0,0167. **[3т.]**

Фиг. 1 към задача 1.



Предайте този лист заедно с решенията си!

Фиг. 2 към задача 1.



Предайте този лист заедно с решенията си!