



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

XXIV НАЦИОНАЛНА ОЛИМПИАДА ПО АСТРОНОМИЯ

<http://astro-olymp.org>

III кръг, 7 май 2022 г.

Ученици от 9-10 клас

1 задача. Планетата GJ 367b. Звездата GJ 367 е червено джудже, намиращо се в съзвездието Голяма мечка и отдалечено на около 30 светлинни от нас. Масата на червеното джудже е 0.454 слънчеви маси, а радиусът му е 0.457 слънчеви радиуса. Около него е открита планета, означавана като GJ 367b. Тя се движи около звездата по кръгова орбита с период 7.7 часа. Разстоянието между звездата и планетата е 1.085×10^6 km. Зрителният лъч от земния наблюдател лежи почти в орбиталната равнина на планетата.

- **А)** В приложението след условията на задачите ви е дадена крива на блясъка на звездата по време на пасаж (преминаване) на планетата пред диска на звездата. Направете необходимите измервания и определете радиуса на планетата.

- **Б)** Планетата не се наблюдава пряко. Но изключително точните спектрални наблюдения на звездата показват, че тя изпитва гравитационно влияние от страна на планетата. Звездата се движи около общия център на масите на системата звезда-планета. Разполагате също и с крива на изменението на лъчевата скорост на звездата. Използвайте тази крива и определете масата на планетата.

- **В)** Пресметнете средната плътност на планетата. Какво бихте предположили за нейния химически състав?

2 задача. Планета с две луни. Гористата планета е обрасла с огромни дървета, подобни на нашите секвой. Жителите на планетата използват като единица мярка за разстояние височината на най-високото дърво. Ще наречем тази единица „секвоя“, понеже нейното име на местния език е непроизносимо за нас. Известно е, че радиусът на Гористата планета е равен на 30 000 секвой. Обитателите на планетата използват като единици за измерване на времето своите денонощия.

Около планетата обикалят две луни. Те се движат по кръгови орбити, лежащи в екваториалната равнина на планетата, в същата посока, в която става и околоосното въртене на планетата.

- **А)** Главният астроном на Гористата планета живее на малък остров в обширно езеро, за да не му пречат дърветата по време на наблюденията. Езерото е на екватора. Астрономът е установил, че времето от изгрева до залеза на Червената луна е равно на 1 денонощие, а от залеза до следващия изгрев – на 2 денонощия. Определете радиуса на орбитата на Червената луна в единици секвой.

- **Б)** Времето между два последователни изгрева на Синята луна е 1.125 денонощия. Определете радиуса на нейната орбита в единици секвой.

Разликата между слънчевото и звездното денонощие на Гористата планета е пренебрежимо малка.

3 задача. Непоклатимият Дхрува. В древни индийски ведически текстове се разказва за звездата Дхрува. Тя се уподобява на знаменит герой – аскетичен поклонник на бога Вишну, непоколебим в своята вяра. Дхрува е неговото прозвище, което означава „непоклатим“ или „неподвижен“. Звездата е наречена така в негова чест.

- А) В приложението след условията на задачите са ви дадени две звездни карти. На тях е представено звездното небе, както се е виждало от един индийски град в два момента от време в една нощ от онази древна епоха. Като използвате листа полупрозрачна хартия (паус), направете необходимите построения и измервания и определете коя е звездата Дхрува. Отбележете я на картите.

- Б) Дадена ви е също и карта с видимия път на северния небесен полюс в резултат от прецесията на земната ос. Определете по нея с точност до един век откога датират ведическите текстове, описващи звездата Дхрува.

4 задача. Космически сблъсък. През 1992 г. при сближаването на кометата P/Shoemaker-Levy 9 с Юпитер, нейното ядро беше разрушено от приливните сили на гигантската планета и се разпадна на множество отломъци. Впоследствие между 16 и 22 юли 1992 г. те се сблъскаха с Юпитер и това беше едно от най-впечатляващите астрономически зрелища, които сме наблюдавали някога.

- А) Нека приемем, че всеки отломък от кометното ядро се е движил по параболична орбита относно Юпитер. Нека върхът на параболата (точката на най-голямо сближаване с Юпитер) се намира на разстояние от центъра на Юпитер, равно на неговия радиус. Пресметнете скоростта на отломъка в тази точка в km/s. Сравнете тази скорост със скоростта на точка от екватора на планетата при нейното околоосно въртене. Съществен ли е ефектът от околоосното въртене на Юпитер за последствията от сблъсъците с кометните отломъци?

- Б) Фрагментите от кометното ядро, сблъскващи се с Юпитер, са имали диаметър от порядъка на 1 km. Кометните ядра имат средна плътност 500 kg/m^3 . Пресметнете масата на един такъв фрагмент и кинетичната му енергия при сблъсъка с планетата.

- В) В резултат от сблъсъците в атмосферата на Юпитер се появили огромни плътни облаци с размер от порядъка на 1000 km. Облаците на Юпитер имат дълбочина от порядъка на 20 km. С помощта на спектрални наблюдения е било определено, че температурата на образувалите се облаци е била от порядъка на $10\,000^\circ\text{C}$. На височината на облаците атмосферата на Юпитер има средна плътност 3.6 kg/m^3 , топлинен капацитет $1.2 \times 10^2 \text{ J/(kg}\cdot\text{K)}$ и средна температура преди сблъсъка -100°C . Каква енергия е била нужна, за да се произведе нажеженият облак, наблюдаван след падането на даден кометен отломък в атмосферата на Юпитер? Сравнете тази енергия с кинетичната енергия на кометния отломък. Коя от двете енергии е по-голяма? Обяснете защо.

- Г) Съвременните ядрени оръжия произвеждат експлозии с енергии от порядъка на $4 \times 10^{15} \text{ J}$. Колко пъти по-мощни са експлозиите от падащите фрагменти на Юпитер в сравнение с това? Експлозията причинила масовото измиране на живите организми, включително и динозаврите, преди 65 милиона години е била предизвикана от астероид, който се е сблъскал със Земята и е имал кинетична енергия от порядъка на $4 \times 10^{23} \text{ J}$. Сравнете тази енергия с енергията при взривовите на кометните отломъци в атмосферата на Юпитер. Коя експлозия е била по-мощна и защо?

Справочни данни:

Радиус на Слънцето – 696 000 km

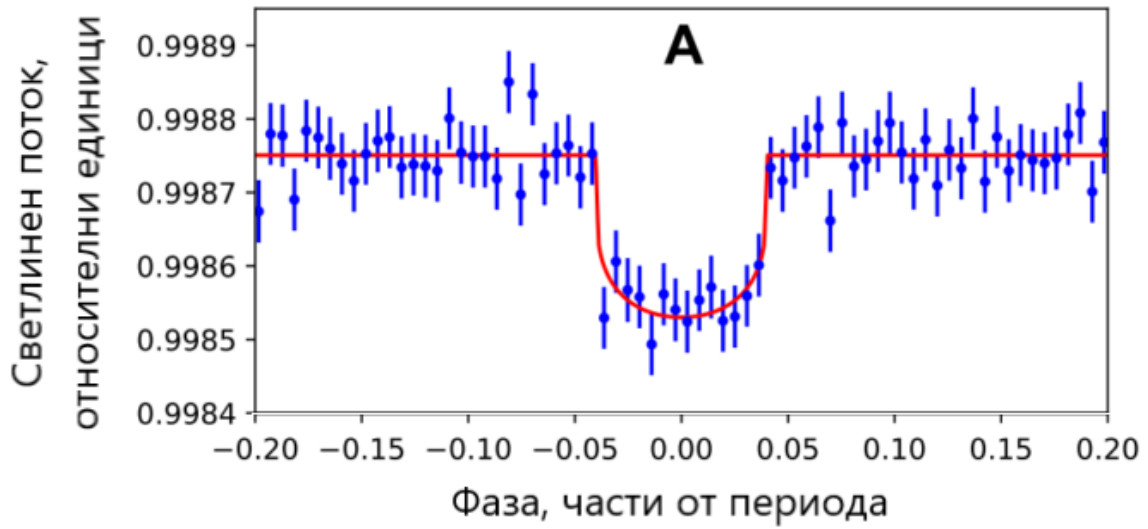
Маса на Слънцето – $2 \times 10^{30} \text{ kg}$

Маса на Юпитер – $1.9 \times 10^{27} \text{ kg}$;

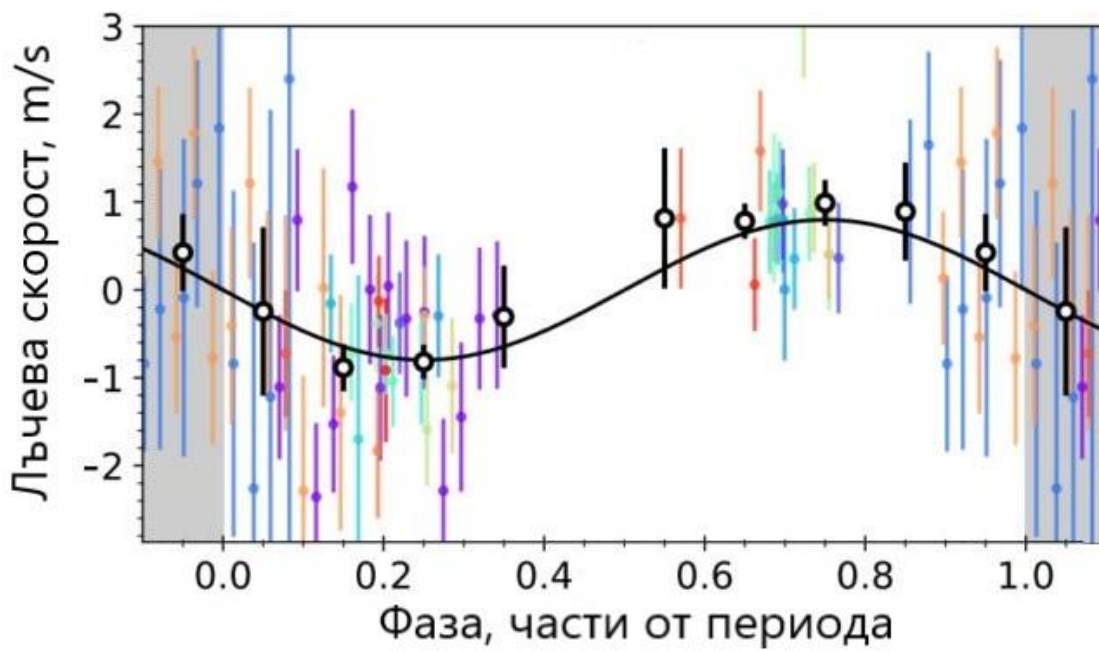
Радиус на Юпитер – 71500 km;

Период на въртене на Юпитер – 10 часа;

Гравитационна константа $6.67 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$.

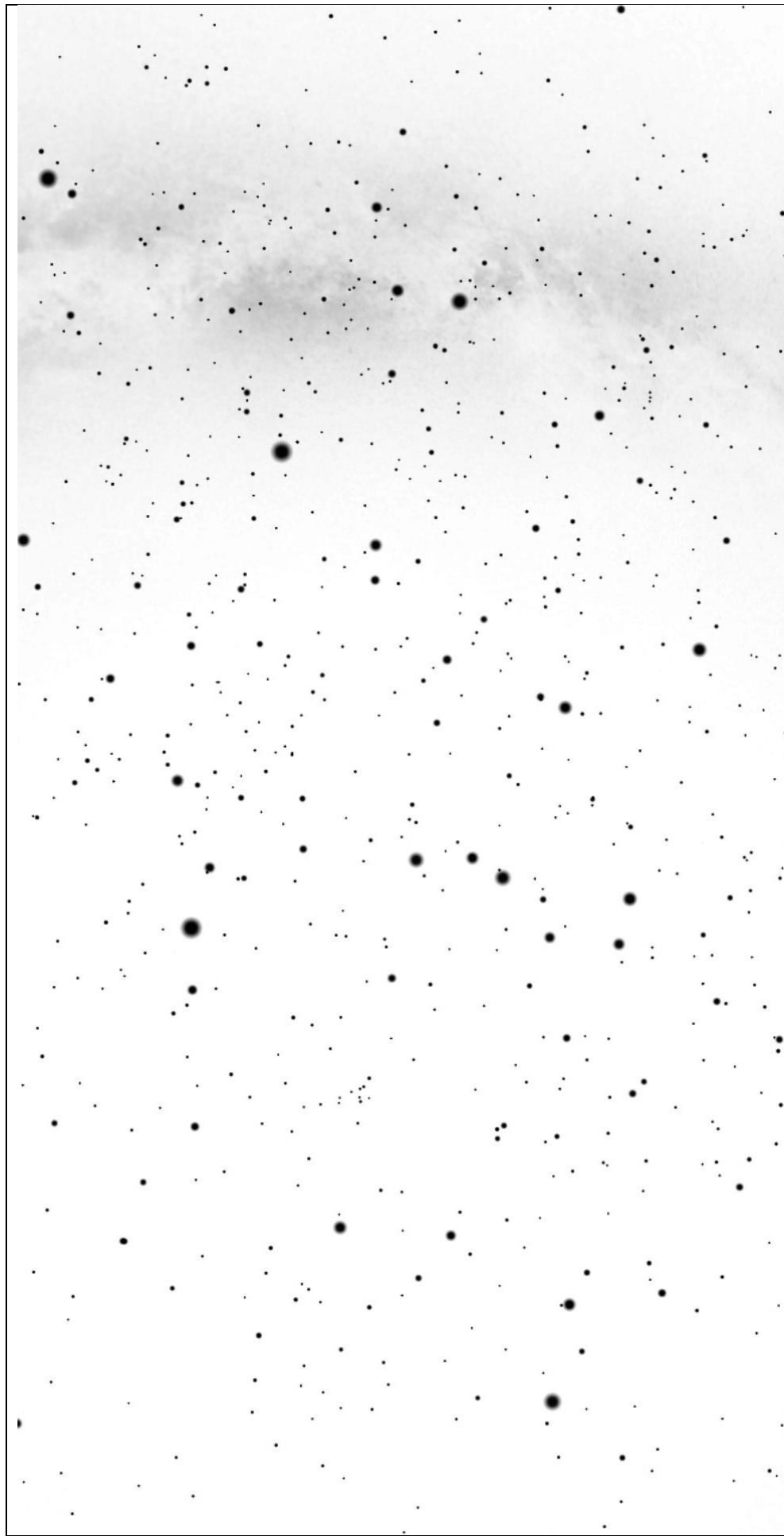


Крива на блясъка на звездата GJ 367 по време на пасаж на планетата.



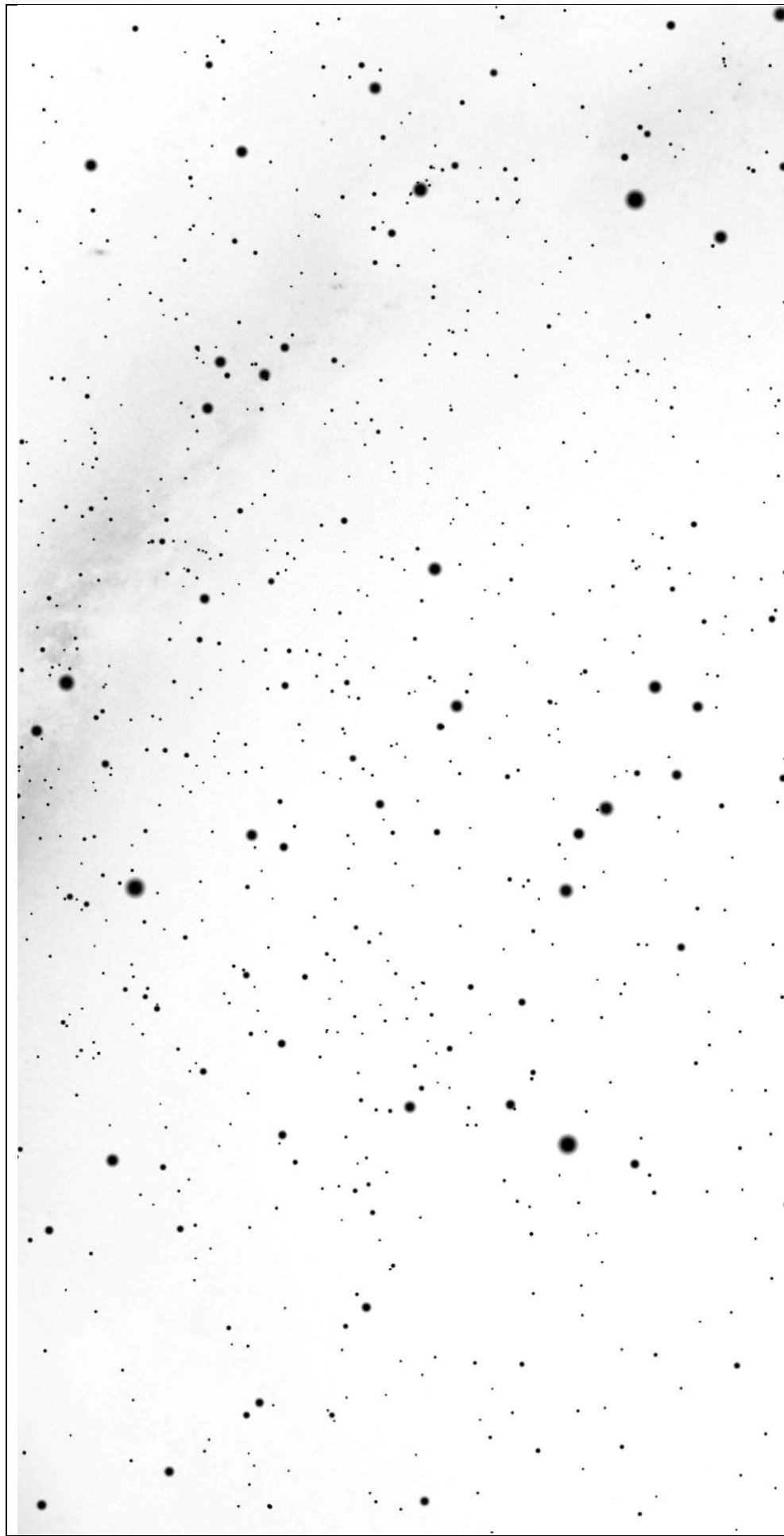
Крива на лъчевата скорост на звездата GJ 367.

Предайте този лист с вашите решения на задачите!

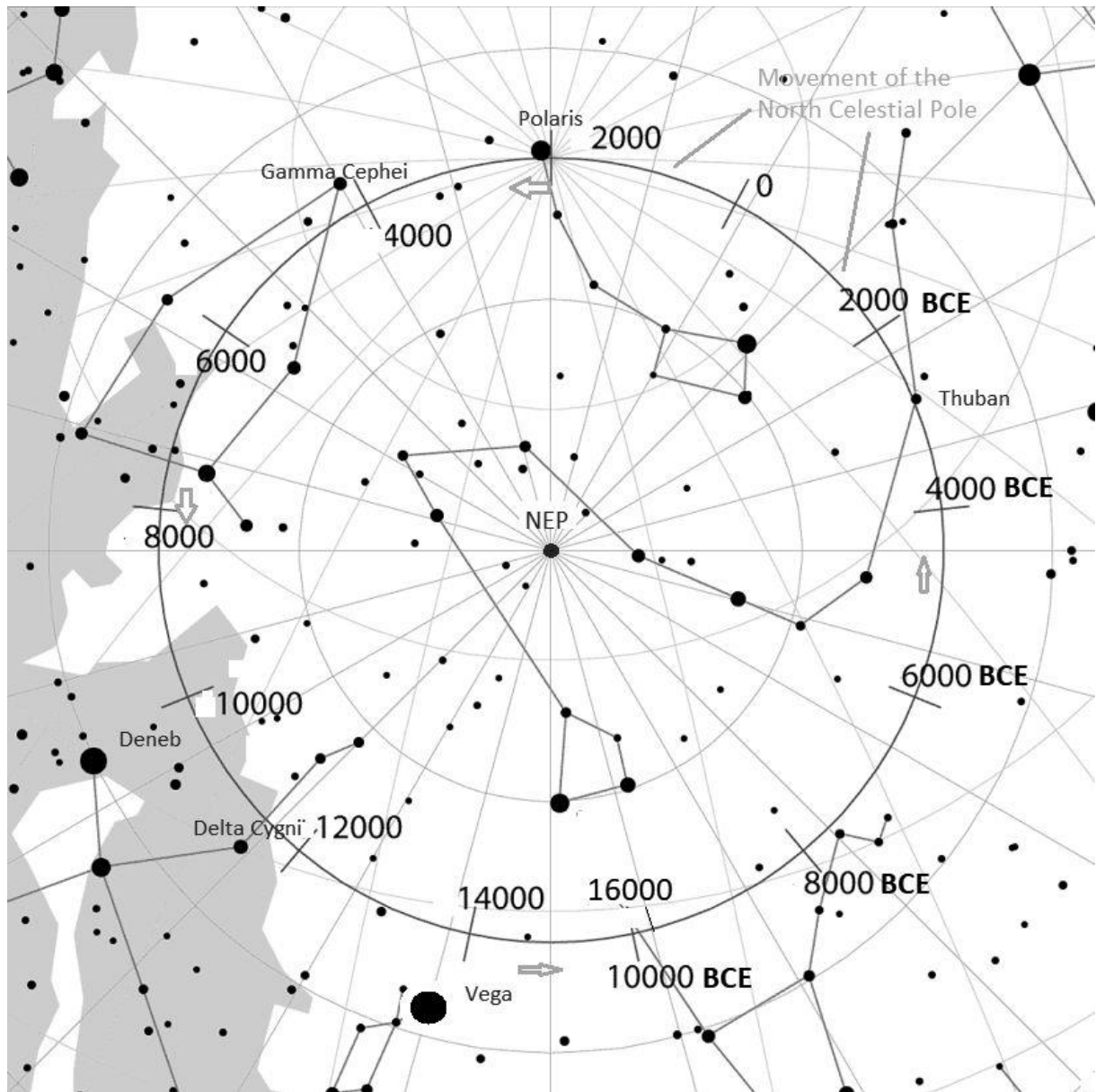


Звездното небе над един индийски град в древните времена на героя Дхрува – момент 1.

Предайте този лист с вашите решения на заданието!



Звездното небе над един индийски град в древните времена на героя Дхрува – момент 2.
Предайте този лист с вашите решения на задачите!



Пътят на северния небесен полюс в резултат на прецесията на земната ос.

Предайте този лист с вашите решения на задачите!