

# МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА XXIII НАЦИОНАЛНА ОЛИМПИАДА ПО АСТРОНОМИЯ

Национален кръг на олимпиадата по астрономия

27 юни 2020 г.

Възрастова група IX-X клас

**1 задача. Венера и Плеядите.** В началото на април 2020 г. имахме възможността да наблюдаваме много красив небесен спектакъл на вечерното небе. Между 2 и 4 април планетата Венера премина видимо през разсеяния звезден куп Плеяди.

На изображението, с което разполагате, са показани положенията на Венера в няколко последователни дати. Като използвате това изображение:

- А) Определете приблизително в каква конфигурация спрямо Земята и Слънцето е била Венера по време на съединението си с Плеядите.

- Б) Нарисувайте максимално точно как Венера би изглеждала, погледната с достатъчно мощен телескоп (с който можем ясно да различим фазата ѝ) на 31-ви март. Обърнете внимание на всички възможни детайли.

- В) Пресметнете на коя дата ще бъде следващото горно съединение на Венера.

Приемете, че орбитите на Земята и Венера са кръгови и лежат в една равнина.

Радиусът на орбитата на Венера е 0.72 AU.

**2 задача. Плутон и неговата свита.** По ирония на съдбата, планетата джудже Плутон, която беше декласирана като равнопавна планета от Слънчевата система, притежава богата колекция от спътници. Най-големият спътник, Харон, е само два пъти по-малък от Плутон и по същество двете тела представляват двойна планета. Освен това, около Плутон са открити още 4 по-малки спътника: Стикс, Никта, Цербер и Хидра. Харон и Плутон са приливно заключени, т.е. периодът на околоосното им въртене е равен на периода на движението по орбитите им около общия център на масите. Периодите на по-малките спътници се намират в орбитален резонанс с Харон. Ако приемем периода на Харон за единица, приблизителното отношение на периодите на спътниците на Плутон е 1:3:4:5:6. Всички спътници се движат в равнината на екватора на Плутон в една и съща посока.

Вие сте космически глациолог – изучавате ледовете на Плутон и извършвате дистанционно наблюдение на ледените полета на Харон. Работната ви станция се намира в центъра на видимата от Харон страна на Плутон. Харон за вас е точно в зенита.

- А) Ако в даден момент всичките пет спътника на Плутон се наредят в една линия, от едната страна на Плутон, колко спътника ще виждате? След колко време това подреждане ще се повтори, ако орбиталните резонанси са съвсем точни?

- Б) Вие си мечтаете да видите как Слънцето се скрива зад Харон и настъпва пълно слънчево затъмнение. Каква е максималната продължителност на пълната фаза на слънчево затъмнение, наблюдавано от Плутон? Колко пълни слънчеви затъмнения е възможно да видите за една плутонианска година?

Приемете, че орбитата на Плутон е кръгова.

## Справочни данни:

Период на околоосно въртене на Плутон – 6<sup>d</sup>.38723

Период на орбиталното движение на Плутон – 90553<sup>d</sup>

Голяма полуос на орбитата на Плутон – 39.482 au (астрономически единици)

Астрономическа единица – 1.496×10<sup>8</sup> km

Наклон на екваториалната равнина на Плутон към равнината на орбитата му – 57°.47

Разстояние между Плутон и Харон – 19571 km

Радиус на Плутон – 1188.3 km

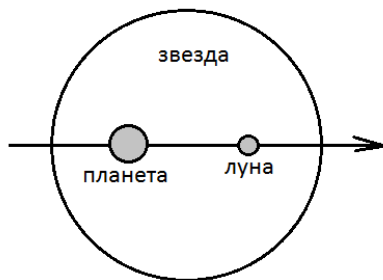
Радиус на Харон – 606 km

**3 задача. Астрометрия на двойна звезда.** Хипотетична двойна звезда има компоненти А и В, които се движат около общия си център на масите по кръгови орбити и винаги са на еднакво ъглово разстояние една от друга по небето. Компонентата А е по-масивната от двете.

- А) Определено е било положението на двете компоненти на звездното небе за януари 2000 г.. През януари 2015 г. двете звезди са си разменили местата относно фона на далечните звезди – звездата А се наблюдава точно на мястото на звездата В от 2000 г., а звездата В е точно в положението на звездата А от 2000 г. През януари 2075 г. компонентата В отново ще бъде точно в първата си позиция от януари 2000 г. Какво е отношението на масите на звездите  $M_B/M_A$ ?

- Б) Ъгловото разстояние между двете компоненти винаги е равно на  $0.25''$ , а разстоянието от Земята до двойната система е 102 парсека. Намерете масите на двете звезди  $M_A$  и  $M_B$ .

**4 задача. Екзопланета с екзолуна.** Най-много от откритията на екзопланети в днешно време са направени по метода на пасажите – чрез проследяване на лекото намаление на блясъка на дадена звезда при преминаване на планетата пред нея. На последната фигура след задачите виждате криви на блясъка на звезда по време на пасажи на нейната планета. Те не отразяват реални наблюдения, а са компютърни симулации, основани на хипотетична звезда и планета. Планетата има спътник. В някои интервали блясъкът на звездата отслабва поради пасаж едновременно и на планетата, и на нейния спътник, а понякога спътникът преминава пред или зад планетата. Орбитите на планетата около звездата и на спътника около планетата са кръгови и лежат в една равнина. В същата равнина лежи и зрителният лъч от земния наблюдател. По вертикалната ос е отбелязан относителният светлинен поток, създаван от звездата по време на пасажа, като светлинният поток във времето извън пасажа се приема за равен на 1. Показани са шест криви на блясъка за шест последователни пасажа, като графиките от втория до шестия пасаж са изместени с 0.0025 единици поток вертикално надолу, за да се наредят една под друга.



- А) Нарисувайте схематично взаимното разположение на екзопланетата, екзолуната и видимия диск на звездата за моментите, обозначени върху кривите на блясъка с точките А, В, С и D. Имайте предвид, че екзолуната има много кратък орбитален период около екзопланетата – само 0.3142 денонощия. Вляво виждате примерна рисунка. Движенията на планетата около звездата и на спътника около планетата стават в една и съща посока.

Симулацията е направена при предположение, че звездата има маса 0.40 слънчеви маси и радиус 0.50 слънчеви радиуса.

- Б) Направете необходимите измервания и определете радиусите на планетата и на нейния спътник. Определете радиуса на орбитата на планетата около звездата и нейния орбитален период.

- В) Определете приблизително радиуса на орбитата на спътника около планетата и масата на планетата.

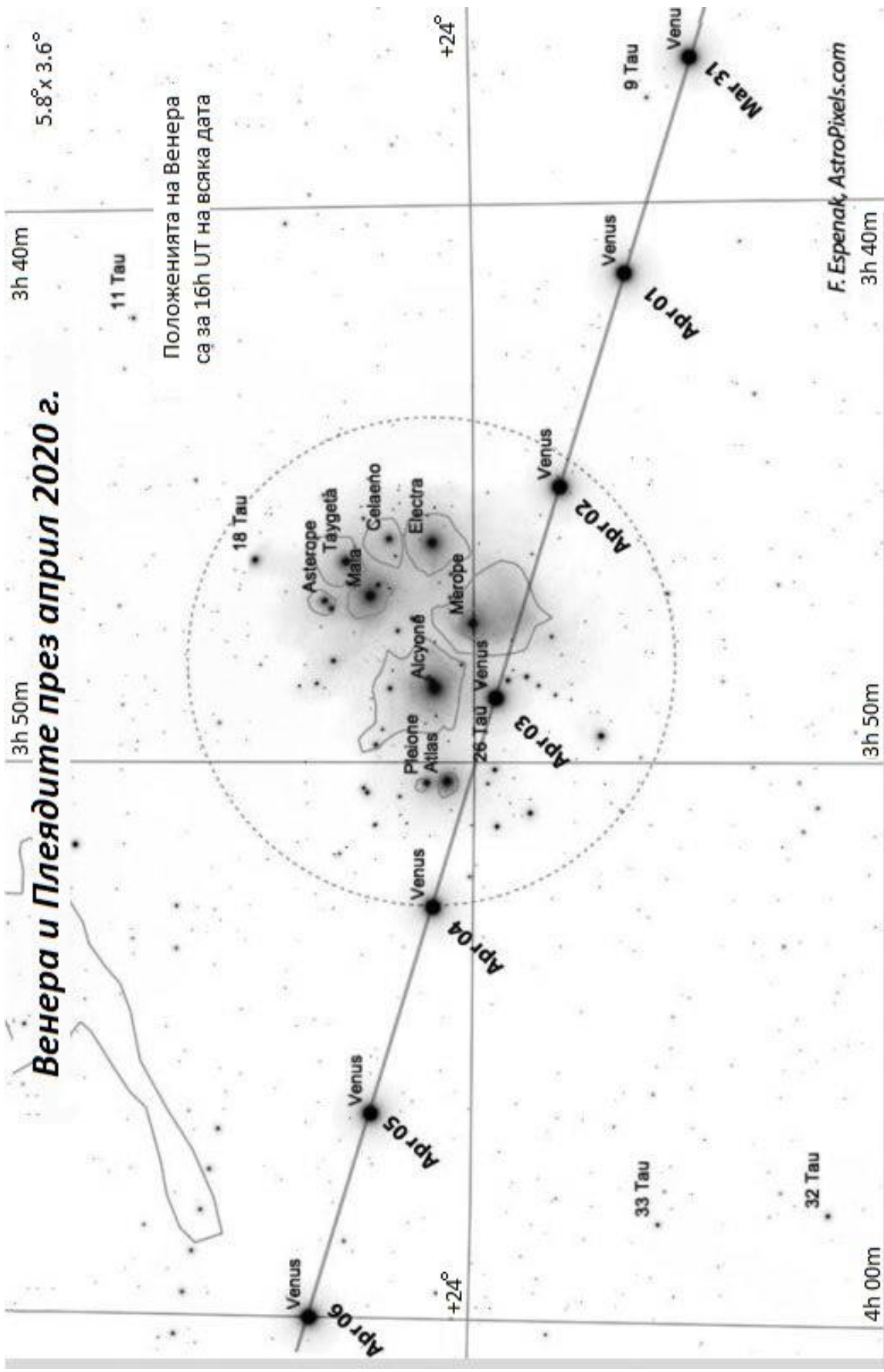
Заоблянето на кривите на блясъка се дължи на потъмнение към края на диска на звездата. Не отчитайте дози ефект при определяне на радиуса на планетата.

**Справочни данни:**

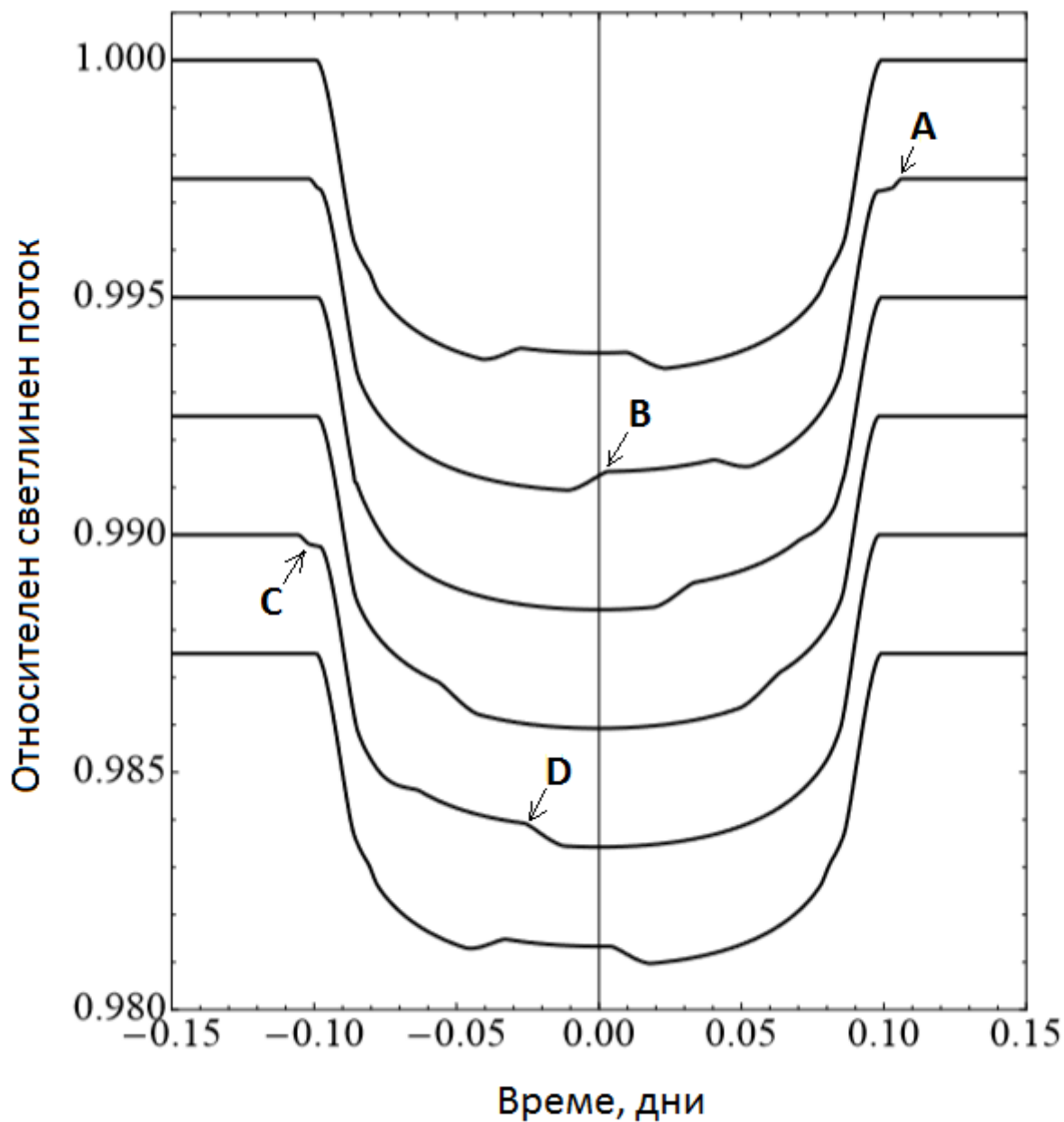
Маса на Слънцето –  $2 \times 10^{30}$  kg

Радиус на Слънцето – 696 000 km

Гравитационна константа –  $6.67 \times 10^{-11}$  m<sup>3</sup>/kg.s<sup>2</sup>



Пътят на Венера – към задача 1.



Пасажи на планета със спътник по диска на звезда – към задача 4.