

МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА
XVII НАЦИОНАЛНА ОЛИМПИАДА ПО АСТРОНОМИЯ

Национален кръг, 26 април 2014 г., Димитровград

ТЕМА ЗА ВЪЗРАСТОВА ГРУПА – XI-XII КЛАС

ТЕОРЕТИЧЕН КРЪГ

1 задача. Космическа катастрофа. Звездата Вега е една от най-ярките звезди на небето. Тя е от спектрален клас A0 с температура 9600 K, светимост 40 пъти по-голяма от тази на Слънцето и маса 2.14 слънчеви маси. Вега има необикновено бързо околоосно въртене с период само 12.5 часа. Поради това тя има значителна сплеснатост – полярният ѝ радиус е 2.36 слънчеви радиуса, а екваториалният – 2.82 слънчеви радиуса. Около звездата се наблюдава обширен прахов диск и се смята, че в него може да са се образували много планети, някои от които подобни на Юпитер.

Изследванията на новоткритите гигантски планети около други звезди показват, че много от тях се движат по орбитите си в посока обратна на околоосното въртене на звездите. Предполага се, че това се получава при гравитационното взаимодействие между самите планети в планетните системи на звездите или с кафяво джудже, което е спътник на основната звезда.

Да предположим, че в резултат от подобно взаимодействие планета с масата на Юпитер на разстояние 5 AU от Вега придобива начална скорост, перпендикулярна на посоката към звездата, и тръгва по силно изтеглена елиптична орбита с такова обратно движение. Периастрият на орбитата се намира на един звезден екваториален радиус от центъра на Вега.

- Определете енергията, която се отделя при сблъсъка на планетата и звездата.
- Сравнете енергията на експлозията с енергията, която Вега излъчва за една секунда. Приемете, че цялата кинетична енергия при сблъсъка се превръща в излъчване.

2 задача. Лунни спътници. В XXII век на Луната са построени големи обитаеми лунни бази и около нея кръжат множество изкуствени спътници. Земен ученик от 11 клас се намира в такава база точно на северния полюс на Луната. Много често той наблюдава един от изкуствените спътници, който минава точно през зенита за него. Единадесетокласникът е установил, че времето, през което спътникът се вижда над хоризонта, е двойно по-кратко, отколкото времето, за което той е под хоризонта в рамките на всяка една обиколка около Луната.

- Пресметнете радиуса на орбитата на спътника и неговия орбитален период.

Друг земен ученик – от 12 клас – се намира в лунна база на екватора на Луната. Той наблюдава два спътника, които прелитат през зенита за него. Те се движат в две противоположни посоки по орбити със същия радиус, както спътника, наблюдаван от единадесетокласника на полюса. Орбитите им се различават съвсем незначително, колкото спътниците да не се сблъскат помежду си, но това различие няма да отчитаме.

- В даден момент дванадесетокласникът в екваториалната лунна база наблюдава двата спътника да изгряват едновременно – единият от изток, а другият от запад. Обяснете защо те няма да залязат едновременно. Пресметнете интервала от време между залеза на единия и залеза на другия спътник.

- На каква височина над хоризонта двата спътника ще се разминат?

3 задача. Затъмнение. Слънчевото затъмнение е много впечатляващо явление, особено когато е пълно. Намираме се на земния екватор и наблюдаваме слънчево затъмнение. Затъмнението се случва в зенита за нас. Продължителността на пълната фаза е само миг. Слънчевата корона се показва за момент и ведната изчезва.

- Начертайте схема на такова затъмнение. Определете разстоянието между центровете на Луната и Земята в момента на пълното затъмнение.

- По кое време на годината може да се случи това затъмнение?

Геостационарните спътници се движат по екваториална орбита с радиус 42164 километра в равнината на земния екватор. Тя е избрана така, че периодът на спътниците, при движението им по орбитата, да е равен на периода на завъртане на Земята около нейната ос. Нека един геостационарен спътник преминава централно през сянката на Луната по време на наблюдаваното от нас пълното слънчево затъмнение.

- Определете продължителността на пълното затъмнение за наблюдател на спътника, т.е. за колко време спътникът ще пресече сянката на Луната. В случая приемете, че Луната се движи по кръгова орбита.

Справочни данни:

Радиус на Слънцето 696000 km

Маса на Юпитер 1.89×10^{27} кг

Маса на Слънцето 1.99×10^{30} кг

Гравитационна константа $6.67 \times 10^{-11} \text{ м}^3 / \text{кг} \cdot \text{с}^2$

Константа на Стефан-Болцман $\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \text{ Вт} / \text{м}^2 \text{ К}^4$

Светимост на Слънцето $3.846 \times 10^{26} \text{ Вт}$

Екваториален радиус на Земята 6378 km

Радиус на Луната 1738 km

Маса на Луната 7.35×10^{22} кг

Период на орбитално движение на Луната около Земята 27.32 денонощия

Наклон на лунната орбита към еклиптиката 5.15°

Наклон на земния екватор към еклиптиката 23.43°

Разстояние Земя – Слънце 149 600 000 km

Период на въртене на Земята около оста $23^{\text{h}} 56^{\text{m}}$

МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА
XVII НАЦИОНАЛНА ОЛИМПИАДА ПО АСТРОНОМИЯ

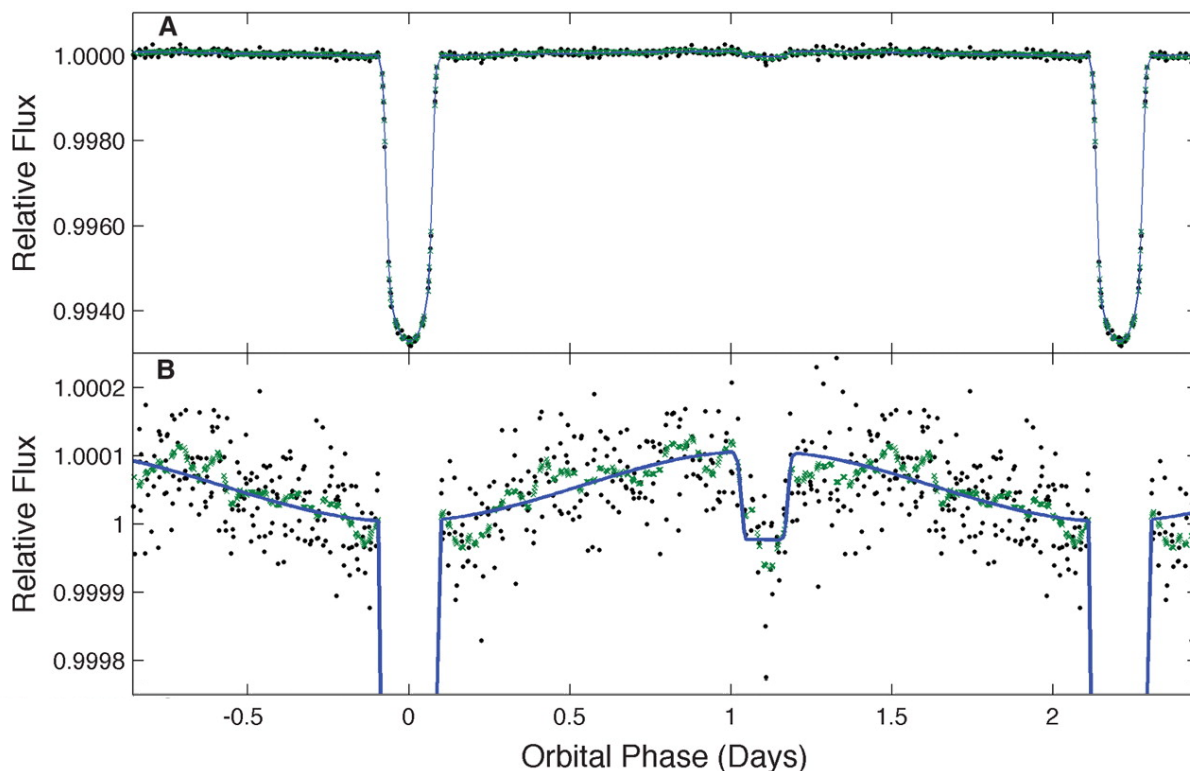
Национален кръг, 27 април 2014 г., Димитровград

ТЕМА ЗА ВЪЗРАСТОВА ГРУПА – XI-XII КЛАС

ПРАКТИЧЕСКИ КРЪГ

Практическа задача. Планета около жълтобяло слънце. Звездата НАТ-R-7 е от спектрален клас F8 и има маса 1.47 слънчеви маси. По наблюдения, получени с космическия телескоп „Кеплер”, е установено, че около звездата обикаля планета гигант с радиус 1.36 пъти по-голям от радиуса на Юпитер. Планетната орбита е кръгова и зрителният лъч от земния наблюдател почти точно лежи в нейната равнина. Дадена ви е крива на блясъка на звездата. Главните минимуми в нея отразяват преминаванията на планетата по диска на звездата. Интересното в случая е, че има и вторични минимуми, съответстващи на закриването на планетата от звездата. В горната част (А) на диаграмата е дадена графика на изменение на блясъка на звездата. В долната част (В) е представена същата графика, но с увеличен вертикален мащаб. По абсцисата е нанесено времето в дни. По ординатата е нанесен потокът светлина (не звездна величина) в относителни единици.

- Като използвате диаграмата, определете радиуса на звездата. Радиусът на Юпитер е 70 000 км.
- Обяснете защо, както се вижда на диаграмата, преди вторичния минимум има нарастване на блясъка на системата звезда-планета, а след него – намаляване.
- Определете отражателната способност на планетата.



Предайте този лист заедно с писмената си работа на квесторите!