

Подборен кръг за IOAAjr 2026

Теоретичен тур, 5 юли 2026 г.

Време за работа: 5 часа

Задача 1. Пътувай из Космоса с... Филип. Филип е решил да пътува не само из България, но също и ... около Земята! Един ден, той и неговият добър приятел Александър Кирилов построили своя собствена космическа станция, която се движи по елиптична орбита около нашата планета. Филип и Сашо решили да измерват видимия ъглов размер на Земята. Оказало се, че максималната и минималната стойност на този ъглов размер са съответно 45° и 20° . Намерете:

А) Голямата полуос на орбитата на станцията; [2т.]

Б) Орбиталния период на космическата станция; [2т.]

В) Ексцентрицитетът на орбитата; [2т.]

Г) За колко време станцията изгрява (пресича математическия хоризонт) за наблюдател на екватора, в момент, в който тя е в апогей, ако нейният линеен размер е 100 m и орбитата ѝ лежи в равнината на екватора? [3т.]

Филип решил, че иска освен Земята да изследва и други планети. Двамата с Александър заминали към една от планетите в Слънчевата система и със своята космическа станция започнали да се движат в елиптична орбита около нея. След няколко дни в орбита, Александър докладва на Филип, че минималният и максималният видим ъглов размер на тази планета, при наблюдение от станцията им отново са 45° и 20° . Интервалът от време между два момента, в които видимият ъглов размер е минимален и максимален е $T = 15$ h. Филип се досетил, че използвайки тези данни той може да пресметне средната плътност на планетата:

Д) Пресметнете възможните стойности на тази плътност и вие. [6т.]

Справочни данни:

Гравитационна константа: $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2.\text{kg}^{-2}$

Маса на Земята: $M_E = 6 \times 10^{24} \text{ kg}$

Радиус на Земята: $R_E = 6378 \text{ km}$

Задача 2. Лунен изгрев. След като е наблюдавала няколко красиви изгрева на пълната Луна от терасата на варненската обсерватория, романтичната и любознателна Александра е решила, че това е особено красиво явление и е тръгнала на пътешествие в търсене на най-продължителния лунен изгрев. Тя бързо стига до идеята, че това може да се случи на един от полюсите на Земята и избира да отиде на северния полюс.

Ще наречем продължителност на лунния изгрев времеви интервал от момента, когато най-горната точка от видимия лунен диск докосне хоризонта, до момента, когато най-долната точка от лунния диск се покаже на хоризонта. Приемаме, че Луната има радиус 1737,4 km и се движи около Земята равномерно по кръгова орбита с радиус 384 400 km. Наклонът на орбиталната равнина на Луната към еклиптиката е $5,145^\circ$.

А) Кога през годината и при какви обстоятелства Александра може да наблюдава най-продължителния изгрев на пълната Луна на северния полюс? Пресметнете приблизително неговата продължителност. [5т.]

Б) По същото време смелата космонавтка Савина е на Луната. Тя наблюдава Земята и разговаря с Александра чрез радиовръзка. Какви особено интересни впечатления споделя Савина? Савина се намира в точка от лунната повърхност, която за Александра е на 10' (дъгови минути) по-нагоре от центъра на видимия лунен диск. Направете необходимите пресмятания и начертайте в подходящ мащаб приблизително как ще изглежда взаимното разположение на видимите дискове на Слънцето и Земята в небето на Савина в момента, когато центърът на видимия лунен диск пресича хоризонта за Александра. [7т.]

В) Приведете вашите качествени разсъждения относно евентуалното влияние на рефракцията върху продължителността на лунния изгрев. [3т.]

Сидеричен лунен месец – 27,32 денонощия

Синодичен лунен месец – 29,53 денонощия

Задача 3. Завръщане към Блатистата планета. Преди години в една от задачите за олимпиадата се срещнахме с разумните същества от Блатистата планета. Сега отново сме там и уточняваме, че те имат 8 очи и 16 пипала. Затова са си разделили денонощието на Блатистата планета на 16 мерни единици, които ще наричаме часове. Тяхното Светло слънце се намира далеч в междугалактичното пространство и на небето им не се виждат нито звезди, нито галактики. Оста на въртене на Блатистата планета е перпендикулярна на нейната орбитална равнина, така че и смяна на сезоните няма. На всеки 1024 техни денонощия съществата наблюдават централен пасаж на Ярката планета по диска на Светлото слънце и този период те използват като единица мярка, подобна на годината.

А) Според наблюденията на техния велик астроном Янит Анталб, от деня, когато Ярката планета се вижда за най-дълго време вечер след залеза на Светлото слънце до деня, когато настъпва пасажът, изминават 128 дни. Така той пресметнал отношението на радиуса на орбитата на Ярката планета към радиуса на орбитата на Блатистата планета около слънцето. Пресметнете го и вие. [3т.]

Б) Когато Ярката планета се вижда най-дълго вечер след залеза на Светлото слънце, колко часа изминават от залеза на центъра на видимия диск на слънцето до залеза на планетата? [3т.]

В) Астрономът Янит Анталб изследвал и някои фундаментални физически закони и създал велика теория. С нейна помощ той изчислил истинските орбитални периоди на Ярката и на Блатистата планета. Изчислете ги и вие. [4т.]

Г) Янит Анталб установил, че пасажът на Ярката планета продължава винаги 5 часа. Това е времето, за което центърът на видимия диск на планетата прекосява диска на слънцето. Така той изчислил колко пъти диаметърът на Светлото слънце е по-малък от разстоянието между него и Блатистата планета. Какъв резултат е получил астрономът? [5т.]

Задача 4. Звезди по еклиптиката. Звездата Уасат (δ Gem) е на еклиптични координати ($\lambda_w = 108,5^\circ$, $\beta_w = -0,18^\circ$) и има паралакс $p_w = 0,0538''$. Уасат е двойна звезда като А-компонентата е с маса 1,57 слънчеви маси, фотосферна температура 6900 К и видима звездна величина 3,53 mag, докато яркостта на В-компонентата е пренебрежима. Масата на Уасат В е 0,81 слънчеви. Уасат има много малка пространствена скорост спрямо Слънцето, която можем да пренебрегнем.

А) Пресметнете радиуса на Уасат А. Абсолютната звездна величина на Слънцето е +4,75. Болометричната корекция да се пренебрегне. [3т.]

Б) На коя дата Слънцето покрива Уасат? Колко часа продължава окултацията? Приемете земната орбита за кръгова. Радиусът на Слънцето е 696 000 km. [3т.]

Звездата Аин (ϵ Tau, също 3,53 mag) е на еклиптични координати ($\lambda_A = 68,5^\circ$, $\beta_A = -2,57^\circ$) и има паралакс $p_A = 0,0224''$. Аин е К0-гигант с маса 2,7 слънчеви маси, радиус 12,5 слънчеви и температура 4880 К. Около Аин по кръгова орбита обикаля газовият гигант Аmaterу – първата открита планета, обикаляща около звезда в разсеян куп (Хиядите).

Космическият пътешественик Бобо е кацнал на спътник на Аmaterу със своя звездолет „Бургас-56“ и прави астрономически наблюдения, вдъхновен от множеството ярки звезди от Хиядите гледани отблизо.

В) Бобо изчислява, че скоростта, с която планетата Аmaterу обикаля Аин, е 35,5 km/s. Гравитационното ускорение на повърхността на спътника е малко, така че Бобо е доста лек, като в Бургас. Спътникът, на който се намира Бобо, има алbedo (отражателна способност) 60%. Изчислете средната температура на повърхността на този спътник. Дали Бобо ще се чувства съвсем като в Бургас? [3т.]

Г) Бобо решава, че е време за промяна и тръгва със звездолета „Бургас-56“ от Аин директно в посока към Уасат. Звездолетът се движи с постоянна скорост от няколко хиляди километра в секунда. Малко след началото на пътешествието Бобо продължава с астрономическите наблюдения от звездолета и пресмята радиалната скорост и собственото движение на Слънцето. След това Бобо влиза в криокамерата, която поддържа жизнените му функции за дълго време и заспива. След хиляди години Бобо се събужда и продължава с наблюденията. Посоката и скоростта на звездолета са непроменени, а радиалната скорост на Слънцето се е понижила с 30% (по модул). Бобо измерва и собственото движение на Слънцето. С колко процента се е повишило то? [3т.]

Д) Космическият пътешественик Виктор е на екватора на Мистериозна планета някъде в космоса. Ротационният период на Мистериозната планета е разделен на 24 мистериозни часа. Виктор забелязва как Слънцето минава през зенита му, точно 8 мистериозни часа по-късно Уасат минава през зенита му и още точно 8 мистериозни часа след това Аин минава през зенита му. Колко пъти по-ярка е звездата Уасат отколкото звездата Аин по небето на Мистериозната планета? [3т.]

Справочни данни:

Фотосферна температура на Слънцето: 5772 К

Абсолютна звездна величина на Слънцето: 4,75 mag

Астрономическа единица: $149,6 \cdot 10^6$ km

Гравитационна константа: $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$