

**МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА**  
**XX НАЦИОНАЛНА ОЛИМПИАДА ПО АСТРОНОМИЯ**

**Общински кръг на олимпиадата по астрономия**  
**2016 – 2017 учебна година**  
**Възрастова група IX-X клас – решения**

**1 задача. Нощ над Виена.** Пред вас е красива картина на нощното небе, нарисувана от австрийския астроном Едмунд Вайс през 1858 г.

- А) Какви видове небесни обекти са изобразени на картината?
- Б) Разпознайте три съзвездия и ги означете. За улеснение потърсете звездна карта или програма, показваща звездното небе и направете сравнение.
- В) Приблизително в каква посока е гледал художникът-астроном?
- Г) Означете на рисунката посоката към Слънцето. В кой месец от годината се е наблюдавало това?

Обяснете вашите отговори.



**Решение:**

На картината виждаме два вида небесни обекти – звезди и една комета. По-точно, отразена е появата на кометата Донати от 1858 г. Разбира се, това уточнение не се изисква от участниците в олимпиадата, но лесно може да бъде намерена информация в Интернет.

На картината е представена главната част от съзвездието Голяма мечка и още две съзвездия – Воловар и Северна корона. Вижда се също и звездата Кор Кароли от Ловджийски кучета, но никои други звезди от това съзвездие не са нарисувани.

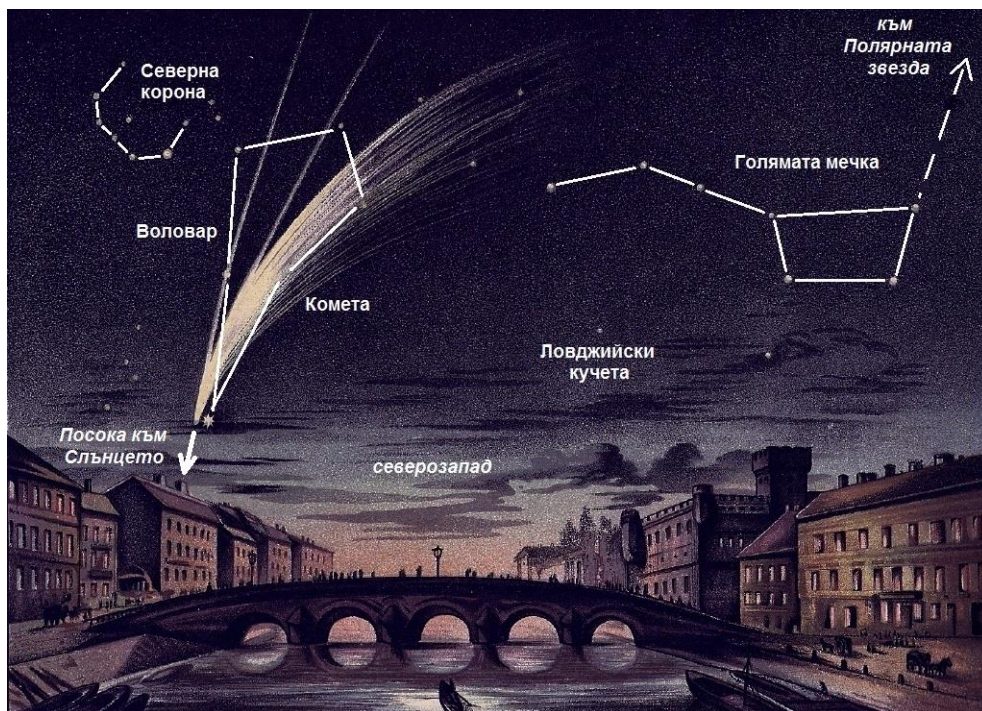
Означаваме тези съзвездия, както е показано на фигурата по-долу.

Знаем, че можем да намерим на небето Полярната звезда, като продължим правата, съединяваща звездите  $\alpha$  и  $\beta$  от Голямата Мечка и нанесем разстоянието между

тях приблизително пет пъти. Полярната звезда се намира на север. Следователно художникът астроном е гледал в посока северозапад.

Газовата или йонна опашка на кометата се състои от най-леките частици, отделени от нейното ядро поради неговото загряване с приближаването на кометата към Слънцето. Те най-ефективно се отвяват от ядрото под действие на светлинното налягане на слънчевите лъчи и получават най-високи ускорения в посока противоположна на посоката към Слънцето. Следователно можем да определим направлението към Слънцето по ориентацията на газовата опашка на кометата.

След справка със звездна карта можем да видим, че Слънцето трябва да се е намирало в съзвездие Дева. Следователно гледката, отразена на картината, е могла да се наблюдава в края на септември или първата половина на октомври.



Критерии за оценяване (общо 10 т.):

За посочване на видовете небесни обекти – 2 т.

За изброяване на три съзвездия, присъстващи на рисунката –  $3 \times 0.5 = 2$  т.

За означаване на съзвездията – 2 т.

За определяне на посоката и обяснение – 2 т.

За определяне на месеца от годината и обяснение – 2 т.

**2 задача. Слънчеви затъмнения на Сатурн.** На Земята се наблюдават слънчеви затъмнения, причинени от Луната, но пълната фаза на тези затъмнения продължава много кратко, защото лунната сянка едва достига до земната повърхност. Спътникът на Сатурн Титан надвишава по размери Луната, но се намира на няколко пъти по-голямо разстояние от Сатурн, отколкото Луната от Земята.

• А) Намерете необходимите данни и определете дали на Сатурн ще се наблюдават пълни слънчеви затъмнения от Титан.

• Б) Предполагаме, че Титан се движи по кръгова орбита, лежаща в равнината на екватора на Сатурн. Намерете информация за наклона на екватора на Сатурн към равнината на неговата орбита около Слънцето. Определете в какви граници на

планетографската ширина на Сатурн ще могат да се наблюдават пълни слънчеви затъмнения от Титан.

#### **Решение:**

Когато на Земята се наблюдават пълни слънчеви затъмнения, видимите ъглови диаметри на Луната и на Слънцето почти съвпадат. Това означава, че разстоянията от земния наблюдател до Луната и до Слънцето са в същото съотношение, както и линейните диаметри съответно на Луната и на Слънцето.

Средното разстояние от спътника Титан до Сатурн (голямата полуос на неговата орбита) е 1221850 км, Следователно центърът на Титан отстои от центъра на Сатурн на разстояние около 3.2 пъти по-голямо, отколкото разстоянието от центъра на Земята до Луната. Следователно, ако Титан е със същия диаметър като Луната, то от центъра на Сатурн той ще се наблюдава с ъглов диаметър 3.2 пъти по-малък, отколкото видимия ъглов диаметър на Луната, гледана от Земята. Като се отчете, че Титан е по-голям от Луната, а наблюдателят в общия случай ще се намира в горните слоеве на атмосферата на Сатурн, а не в центъра на планетата, то видимите ъглови размери на Титан ще са увеличени в сравнение с тази оценка.

Сатурн е отдалечен от Слънцето на около 9.5 астрономически единици, т.е. той е 9.5 пъти по-отдалечен от Слънцето, отколкото е Земята. За наблюдател на Сатурн видимият ъглов диаметър на Слънцето ще е 9.5 пъти по-малък отколкото за земен наблюдател. Оттук следва, че със сигурност от Сатурн ще може да се наблюдават пълни слънчеви затъмнения, причинени от Титан.

За да се наблюдава слънчево затъмнение от Сатурн, Титан трябва да е във фаза близка до новолуние. Наклонът на екваториалната равнина на Сатурн към равнината на неговата орбита около Слънцето е приблизително  $26.7^\circ$ . Орбитата на Титан около Сатурн лежи в равнината на неговия екватор. Следователно същият трябва да е и наклонът на орбитата на Титан около Сатурн към равнината на орбитата на Сатурн около Слънцето. Това е значителен наклон, при който в зависимост от моментната ориентация на оста на Сатурн спрямо посоката към Слънцето, сянката на Титан при новолуние може да пада на всякакви планетографски ширини върху Сатурн, а много често и извън повърхността на планетата. Всъщност пълните слънчеви затъмнения, причинени от Титан би трябвало да се наблюдават само около периодите на пролетно и есенно равноденствие за Сатурн.

#### Критерии за оценяване (общо 10 т.):

*За намиране на необходимите числени данни – 1 т.*

*За правилни съображения по първия въпрос – 3 т.*

*За вярно заключение по първия въпрос – 1 т.*

*За намиране на данни за наклона на екватора на Сатурн – 1 т.*

*За правилни разсъждения по втория въпрос – 3 т.*

*За вярно заключение по втория въпрос – 1 т.*

**3 задача. Пресконференция.** Скоро след завръщането си от Луната, космонавтите Нийл Армстронг, Едуин Олдрин и Майкъл Колинз от екипажа на кораба Аполо 11 дават пресконференция. На нея те разказват любопитни детайли от знаменитото си пътешествие. Представяме ви някои от тях, а вие ще трябва да ги обясните.

- А) Космонавтите изпитват известни затруднения при пазенето на равновесие, когато ходят по лунната повърхност, а също когато трябва да определят по усет вертикалната посока при установяване на научната апаратура и американското знаме.

- Б) На Луната хоризонтът изглежда изненадващо близък.
- В) Небето по време на лунния ден е черно, но Армстронг и Олдрин не си спомнят да са виждали звездите.
- Г) По време на полета от Земята към Луната космонавтите са попаднали в лунната сянка и са видели пълно слънчево затъмнение. Слънчевата корона се е виждала в радиус от 7-8 слънчеви диаметъра около Слънцето, а на тъмната страна на Луната космонавтите са различавали много детайли от лунната повърхност.

### **Решение:**

Силата на тежестта на лунната повърхност е около 6 пъти по-малка от тази на Земята. Човешкото тяло е приспособено да функционира при земни условия – включително силата на мускулите и нашите рефлексии. Известно е, че никой предмет не може да стои устойчиво на някаква повърхност, ако има само две опорни точки. Фактът, че ние умеем да стоим и да сме устойчиви само на двата си крака, се дължи на непрестанното действие на нашите мускули за поддържане на равновесието ни. Тези мускули се командват от мозъка ни на подсъзнателно ниво в резултат от това, че ние притежаваме съответните рефлексии. Още повече същото се отнася до ходенето, което представлява последователно излизане на тялото от равновесие и възстановяване на равновесието със следващото стъпване върху земната повърхност. За да стоим или да ходим на лунната повърхност при 6 пъти по-малка сила на тежестта, са необходими по-различни рефлексии – не като тези, които имаме от Земята. Допълнителен фактор, затрудняващ движенията на един космонавт на Луната, е неговият скафандър. Любопитно е наистина, както може да се узнае от преките свидетелства на космонавтите, че доста по-слабата сила на тежестта, която изпитваме на Луната, е причина и да губим до някаква степен усета си за вертикалната посока.

Земята има огромни размери в сравнение с нас и е трудно да забележим кривината на земната повърхност, дължаща се на кръглата форма на нашата планета. Въпреки това, когато застанем сред някаква равнина или на морския бряг, ние виждаме ограничена част от земната повърхност, стигаща до т.нар. хоризонт. Може да се пресметне докъде се простира хоризонтът в зависимост от нашия собствен ръст.

Луната е около 3.7 пъти по-малка по диаметър от Земята. Когато застанем на лунната повърхност, хоризонтът за нас ще биде 3.7 пъти по-близък, отколкото на Земята. Това очевидно е правило впечатление на космонавтите.

През деня на Земята при ясно време небето е синьо, понеже слънчевите лъчи се разсейват от въздуха. Цветът на небето се определя от дължината на светлинната вълна, която се разсейва най-ефективно. На Луната няма атмосфера, затова небето е черно. По принцип в това небе трябва да се виждат звезди. Но звездите са много слаби източници на светлина. За да ги виждаме, нашите очи трябва да се адаптират към нощно зрение. Адаптацията на очите към тъмнината е сложен физиологичен процес, включващ разширението на зениците и химично пренастройване на фоторецепторните клетки в ретината, като за това се изисква доста продължително време. През лунния ден очите на космонавтите са били силно осветени от лунната повърхност, отразяваща слънчевите лъчи, а и от самото Слънце. Затова те не са могли да виждат звездите.

Слънчевата корона е най-външната обвивка на Слънцето, която се простира на големи разстояния. Нейното светене е на порядъци по-слабо от самото Слънце. Когато наблюдаваме пълно слънчево затъмнение от Земята, слънчевата корона се вижда на фона на небето, което не е съвсем тъмно – въздухът разсейва слънчевата светлина. По време на пътешествието към Луната, когато космонавтите са наблюдавали слънчево

затъмнение, слънчевата корона се е откроявала на фона на съвсем черно тъмно небе и затова те са могли да виждат части от нея, които са по-далечни от Слънцето.

По време на слънчевото затъмнение, наблюдавано от космонавтите, техният кораб е бил на път от Земята към Луната. Пред тях е била Луната, като те са попаднали в нейната сянка. Но зад тях е била ярко осветената от Слънцето Земя. Отразената от Земята слънчева светлина осветява част от тъмната страна на Луната. Затова там са се различавали детайли от лунната повърхност. Това слабо светене на нощната страна на Луната се нарича пепелна светлина и може да се наблюдава и от Земята.

Критерии за оценяване (общо 10 т.):

*За правилно обяснение относно пазенето на равновесие и усета за вертикалната посока – 2.5 т.*

*За обяснение по въпроса за близкия хоризонт – 2.5 т.*

*За обяснение защо небето на Луната през деня е черно – 1.5 т.*

*За разсъждения защо космонавтите не са виждали звездите – 1 т.*

*За разсъждения защо слънчевата корона се вижда по-добре от космоса – 1.5 т.*

*За обяснение за видимостта на детайлите от тъмната страна на Луната – 1 т.*

**4 задача. Планетни конфигурации.** Намерете информация за радиусите на орбитите на първите четири планети от Слънчевата система. Постройте орбитите им в подходящ мащаб. Представете си, че ги наблюдавате откъм северния полюс. Нека на 1 декември Земята се намира на схемата точно под Слънцето. Нанесете положенията, в които се намират останалите планети по своите орбити, ако е известно, че за земен наблюдател ъглите между посоката към Слънцето и посоките към Меркурий, Венера и Марс са съответно  $18.5^\circ$ ,  $43^\circ$  и  $67^\circ$ . Помислете в коя посока от Слънцето да построите всеки от тези ъгли, като вземете предвид данните, с които разполагате.

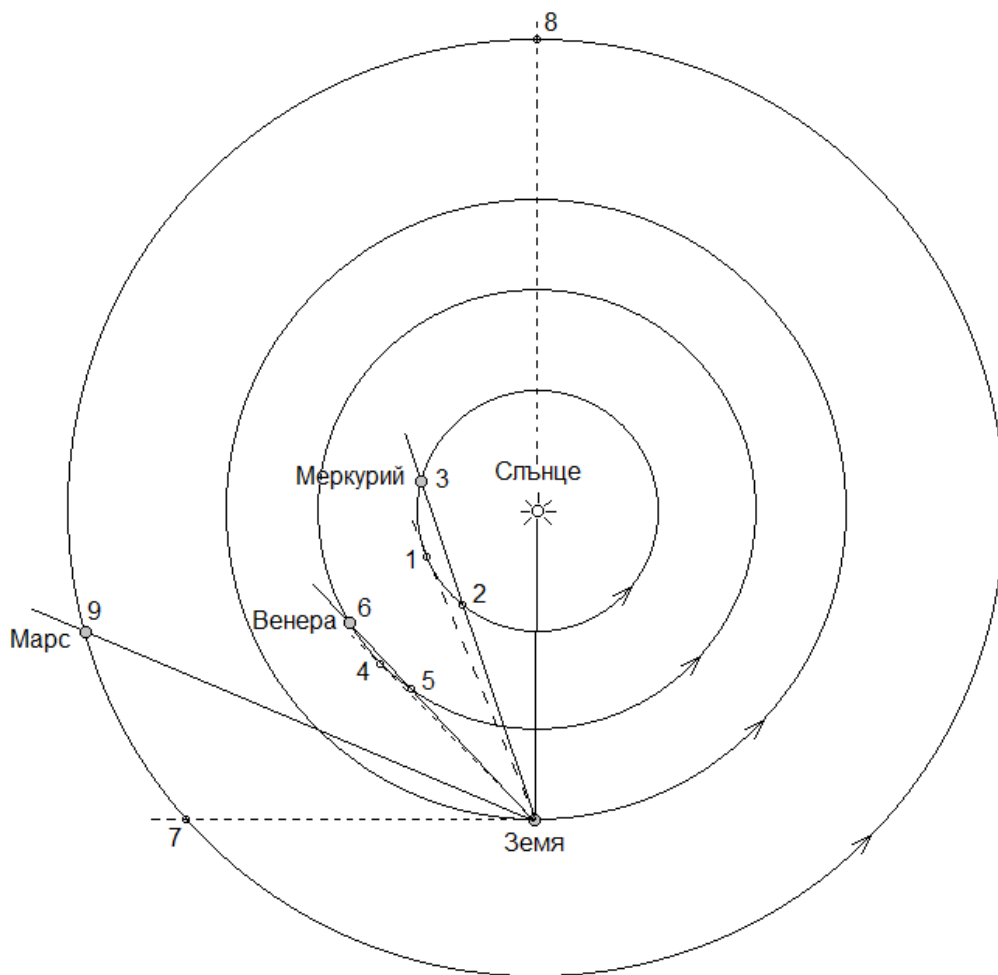
Допълнителна информация:

- Меркурий е в максимална източна елонгация на 11.12.2016 г.
- Венера е в максимална източна елонгация на 12.01.2017 г.
- Марс е в източна квадратура на 13.09.2016 г.
- Марс е в съединение на 27.07.2017 г.

Приемете, че орбитите на планетите са кръгови.

**Решение:**

Построяваме схема с орбитите на планетите. Като имаме предвид, че орбиталните радиуси на Меркурий, Венера, Земята и Марс са съответно 0.39 AU, 0.72 AU, 1 AU и 1.52 AU, начертаваме орбитите в съответния мащаб. Когато гледаме от Северния полюс на Земята, посоката на орбитално движение на планетите е обратна на движението на часовниковата стрелка. Нанасяме положението на Земята и направлението от Земята към Слънцето. С помощта на транспортир можем лесно да отмерим дадените в условието ъгли отстояния от Слънцето на планетите за земен наблюдател. Можем да построим правите, на които трябва да лежат планетите и да нанесем техните положения в пресечните точки на тези прави с планетните орбити. За всяка от планетите трябва обаче да решим дали тя се намира на изток или на запад от Слънцето (съответно наляво или надясно от Слънцето на схемата). Освен това, за планетите Меркурий и Венера се получават по две пресечни точки на въпросните прави с техните орбити и ние трябва също да решим в коя от двете точки се намира дадената планета. За да съобразим това, използваме посочените в условието дати на характерни конфигурации на планетите.



Ще разглеждаме движенията на планетите в координатна система, в която Земята е неподвижна.

На 11 декември 2016 г. Меркурий е в максимална източна елонгация – в точка 1 на схемата. Датата 1 декември е доста близка по време до този момент. Следователно на 1 декември Меркурий се намира на изток от Слънцето. Начертаваме права линия от Земята към Меркурий, отклонена на ъгъл  $18.5^\circ$  от направлението към Слънцето. Правата пресича меркурианската орбита в точки 2 и 3. Меркурий се движи по-бързо около Слънцето, отколкото Земята. Следователно с течение на времето тази планета трябва да настига и изпреварва Земята при своето движение. На 1 декември Меркурий е преди своята максимална източна елонгация и оттук заключаваме, че тогава той трябва да е в точка 3.

Ситуацията с Венера деста сходна. На 12 януари 2017 г. тя е в максимална източна елонгация (точка 4). Ето защо на 1 декември 2016 г. тя също трябва да е на изток от Слънцето. Съответната права, отклонена на  $43^\circ$  от направлението към Слънцето, също пресича венерианската орбита в две точки – 5 и 6. Венера също се движи около Слънцето по-бързо от Земята, макар и с не толкова голяма относителна скорост, както Меркурий. На 1 декември тя също е преди максималната си източна елонгация. Така стигаме до извода, че тогава Венера трябва да е в точка 6.

На 13 септември 2016 г. Марс е в източна квадратура – точка 7 на схемата. На 27 юли 2017 г. той е в съединение – точка 8. Марс се движи около Слънцето по-бавно от

Земята. С течение на времето той изостава от нея по своята орбита. Както се вижда от чертежа, за около 10.5 месеца – периода от 13.IX.2016 до 27.VII.2017 г. – Марс изостава на  $90^\circ$  от Земята. Следователно в дадения междинен момент – 1 декември 2016 г. Марс трябва да е бил също на изток от Слънцето за земния наблюдател. Измерваме ъгъл  $67^\circ$  и начертаваме права, отклонена на изток от направлението Земя – Слънце. Тя пресича марсианската орбита в точка 9 и това е положението на Марс на 1 декември 2016 г.

Критерии за оценяване (общо 10 т.):

За намиране на информация за орбиталните радиуси на планетите – 1 т.

За начертаване на планетните орбити в подходящ мащаб – 2 т.

За правилни разсъждения по определянето на положенията на планетите – на изток или на запад от Слънцето – 2 т.

За обосноваване на избора между двете пресечни точки по орбитите на Венера и Меркурий – 2 т.

За прецизен чертеж с правилни отмервания на ъглите и правилно нанасяне на положенията на планетите – 3 т.

**5 задача. Полет към нощта.** В деня на лятното слънцестоене 22 юни при изгрева на Слънцето три реактивни самолета тръгват от екватора в три различни посоки. Единият самолет се движи на юг, вторият – на изток, а третият – на запад. Скоростта на самолетите е 1230 km/h.

- След колко часа за всеки един от самолетите ще настъпи нощ?

Не вземайте предвид рефракцията и височината, на която летят самолетите.

**Решение:**

Терминаторът на Земята е линията, която разделя осветената от Слънцето, или дневната страна на земното кълбо от неосветената страна. Нека първо да определим с каква скорост се движи терминаторът за точките от земната повърхност, които лежат на екватора. Екваториалният радиус на Земята е  $R_0 = 6378$  km. Обиколката на земното кълбо по екватора е:

$$L = 2\pi R_0$$

$$L \approx 40074 \text{ km}$$

Скоростта, с която се движи терминаторът за точките от екватора ще бъде:

$$v = L / 24 \text{ h}$$

$$v \approx 1670 \text{ km/h}$$

Тъй като земното кълбо се върти около своята ос от запад на изток, терминаторът се движи по земната повърхност от изток на запад. Да означим скоростта на самолетите с  $v_0$ . Трите самолета тръгват от екватора в момента на изгрева на Слънцето. Следователно те се намират именно върху терминатора на Земята – по-точно върху онази негова част, за която на запад е нощ, а на изток е ден. При преминаване на тази част от терминатора през дадена точка свършва нощта и започва денят.

Самолетите, които тръгват на изток и на запад, през цялото време ще се движат по земния екватор. Всеки от тях трябва да се срещне с диаметрално противоположната част от терминатора – тази, за която на запад е ден, а на изток нощ. Тя отстои на  $180^\circ$ , или на разстояние  $\frac{1}{2} L$  от точката на излитане на самолетите. Ще пресметнем скоростите на първите два самолета относно терминатора. Самолетът, който тръгва на изток, се движи срещу движението на терминатора. Неговата относителна скорост ще бъде:

$$v_E = v + v_0$$

$$v_E = 2900 \text{ km/h}$$

Вече можем да определим времето, за което този самолет ще достигне до диаметрално противоположната точка на терминатора, т.е. ще се срещне с нощта:

$$t_E = \frac{1}{2} L / v_E$$

$$t_E \approx 6.9 \text{ h}$$

Самолетът, който тръгва на запад, се движи в същата посока, като терминатора. Скоростта му спрямо земната повърхност е по-малка от тази на терминатора. Неговата относителна скорост ще бъде:

$$v_W = v - v_0$$

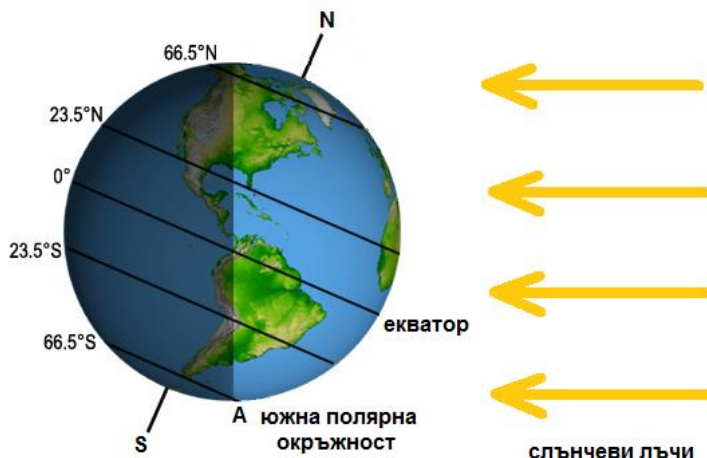
$$v_W = 440 \text{ km/h}$$

Оттук пресмятаме времето, за което той ще бъде застигнат от диаметрално противоположната точка на терминатора и ще се осъществи неговата среща с нощта:

$$t_W = \frac{1}{2} L / v_W$$

$$t_W \approx 45.5 \text{ h}$$

По-сложно е да определим кога третият самолет, който тръгва на юг, ще пресече терминатора, преминавайки от дневната в нощната страна на земното кълбо. В деня на лятното слънцестояние за северното полукълбо на Земята – 22 юни, на южния полюс е полярна нощ. В самия момент на слънцестоянието за цялата област около южния полюс, ограничена от южната полярна окръжност, е нощ. Върху самия терминатор лежи точка А от южната полярна окръжност, за която в дадения момент е пладне.



Ще пресметнем за колко време третият самолет ще достигне до южната тропична окръжност – паралела с  $66^{\circ}27'$  южна географска ширина. Тъй като самолетът се движи по земен меридиан, за да намерим дължината на неговия път  $L_S$ , ще използваме средната стойност на земния екватор –  $R = 6371 \text{ km}$ .

$$L_S = 2\pi R \times 66^{\circ}33' / 360^{\circ}$$

$$L_S \approx 7400 \text{ km}$$

Времето, за което самолетът ще измине този път, ще бъде:

$$t_S = L_S / v$$

$$t_S \approx 6 \text{ h}$$

На екватора Слънцето изгрява в 6 часа. Самолетът е тръгнал при изгрева на Слънцето и се движи на юг по един и същ меридиан. След като пътува 6 часа, той ще достигне до южната полярна окръжност в 12 ч. – по пладне. Точката, в която ще се озове самолетът, ще бъде в същата ситуация, както точка А на схемата. Оттук следва, че именно тогава самолетът ще се срещне с нощта.

В настоящото решение ние не отчитаме рефракцията и височината на самолетите над хоризонта, също както и ефектите, предизвикани от уравнението на времето и от обстоятелството, че моментът, когато третият самолет стига до южната полярна



окръжност може да не съвпада точно с момента на лятно слънцестояние. Освен това приемаме, че началото на нощта е моментът, когато центърът на видимия слънчев диск пресича хоризонта.

Критерии за оценяване (общо 10 т.):

За намиране на необходимите числени данни – 1 т.

За правилни теоретични разсъждения и математически пресмятания относно полета на трите самолета –  $3 \times 2 \text{ т.} = 6 \text{ т.}$

За верен числени отговори –  $3 \times 1 \text{ т.} = 3 \text{ т.}$

**6 задача. Разговор с Хаумея.** Вие сте космонавт изследовател и работите в научна база на повърхността на Хаумея – планета-джудже от пояса на Кайпер. В момент, когато Слънцето за вас изгрява, вие изпращате радиосъобщение към Земята. Регистрират го няколко земни телекомуникационни спътници и веднага го препращат в Космическия център. Колегите ви там подготвят отговора за 30 минути. После се налага да изчакат известно време, преди да го изпратят към Хаумея, така че да го получите възможно най-скоро.

- Колко време трябва да изчакат земните ви колеги, преди да изпратят отговора?

Планетата джудже Хаумея е в опозиция и се намира на 49.76357 астрономически единици от Земята. Нейният период на околоосно въртене е 3.912 часа.

**Решение:**

Радиосигналите се движат със скоростта на светлината, или  $c = 300000 \text{ км/сек.}$  Една астрономическа единица е равна на средното разстояние от Земята до Слънцето –  $149.6 \times 10^6 \text{ км.}$  Определяме времето, за което сигналът, изпратен от космонавта на Хаумея, ще стигне до Земята:

$$t = 49.76357 \text{ AU} \times 149.6 \times 10^6 \text{ км} / 300000 \text{ км/сек}$$
$$t \approx 24815 \text{ сек.} \approx 6.893 \text{ часа}$$

За подготовка на отговора са нужни 30 минути, или 0.5 часа. Ако отговорът бъде изпратен веднага след това, той ще пътува от Земята до Хаумея още  $t$  часа. Общото време, което ще измине от момента на изпращането на съобщението от Хаумея до получаването на отговора от Земята, ще бъде:

$$t_1 = 2t + 0.5 \text{ часа} = 14.286 \text{ часа.}$$

Да определим колко периода на околоосно въртене на Хаумея се съдържат в този интервал:

$$14.286 \text{ часа} / 3.912 \text{ часа} \approx 3.652$$

За времето от ипращането на сигнала от космонавта до получаването на отговора от Земята планетата джудже Хаумея ще направи 3.652 завъртания около себе си. Да представим това число като следната сума:

$$3.652 = 3 + 0.5 + 0.152$$

Космонавтът е изпратил съобщението в момент, когато Слънцето за него изгрява. След 3 завъртания на Хаумея около нейната ос (първото събираемо в горната сума) космонавтът ще наблюдава поредния изгрев на Слънцето. След още половин завъртане (второто събираемо) Слънцето за него ще залезе. Заедно със Слънцето ще залезе и Земята, тъй като Хаумея е в опозиция и следователно оттам Земята се вижда в почти същата посока, както и Слънцето. При пристигането на отговора от Земята, Хаумея ще се е завъртяла още на ъгъл, съответстващ на 0.152 части от пълното завъртане (третото събираемо). Радиосигналът от Земята ще стигне до Хаумея, но мястото, където се намира космонавтът, ще бъде от другата страна на планетата джудже. За да може

космонавтът да получи съобщението най-скоро, то трябва да пристигне при следващия изгрев на Слънцето (а заедно с него и на Земята). Следователно от момента на изпращането на съобщението от Хаумея към Земята до момента на получаването на отговора трябва изминат 4 пълни периода на завъртане на планетата джудже. След като съобщението на космонавта се получи на Земята и след като бъде приготвен отговорът, трябва да се изчака известно време преди той да бъде излъчен към Хаумея. Това време е равно на времето, за което Хаумея извършва  $4 - 3.652 = 0.348$  части от пълното си околоосно завъртане, или  $0.348 \times 3.912 \text{ часа} = 1.361 \text{ часа}$ .

След като приготвят своя отговор за космонавта, неговите колеги на Земята трябва да изчакат малко над 1 ч. 21 мин. 40 сек. часа преди да го изпратят към Хаумея.

Критерии за оценяване (общо 10 т.):

*За определне на времето за пътуване на сигнала от Хаумея до Земята – 2 т.*

*За правилни теоретични разсъждения за причината, поради която се налага изчакване – 2 т.*

*За правилен метод на пресмятане – 5 т.*

*За верен краен резултат – 1 т.*