

МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА
НАЦИОНАЛНА КОМИСИЯ ЗА ОРГАНИЗИРАНЕ НА ОЛИМПИАДАТА ПО АСТРОНОМИЯ
XXI НАЦИОНАЛНА ОЛИМПИАДА ПО АСТРОНОМИЯ
<http://astro-olymp.org>

II кръг, 24 февруари 2018 г.
Ученици от 7-8 клас – решения

1 задача. Слънчев часовник. На Фиг. 1 е показана снимка на слънчев часовник, намиращ се в град Сан Франциско, САЩ. Малката наклонена пирамида се нарича гномон и хвърляната от нея сянка показва колко е часът. В течение на деня крайната точка от сянката на гномона описва линия по циферблата на часовника. Тази линия е различна в различни периоди на годината. На циферблата са отбелязани седем тъмни линии. Всяка от тях съответства приблизително на хода на часовника (на върха на сянката) през определени месеци от годината.

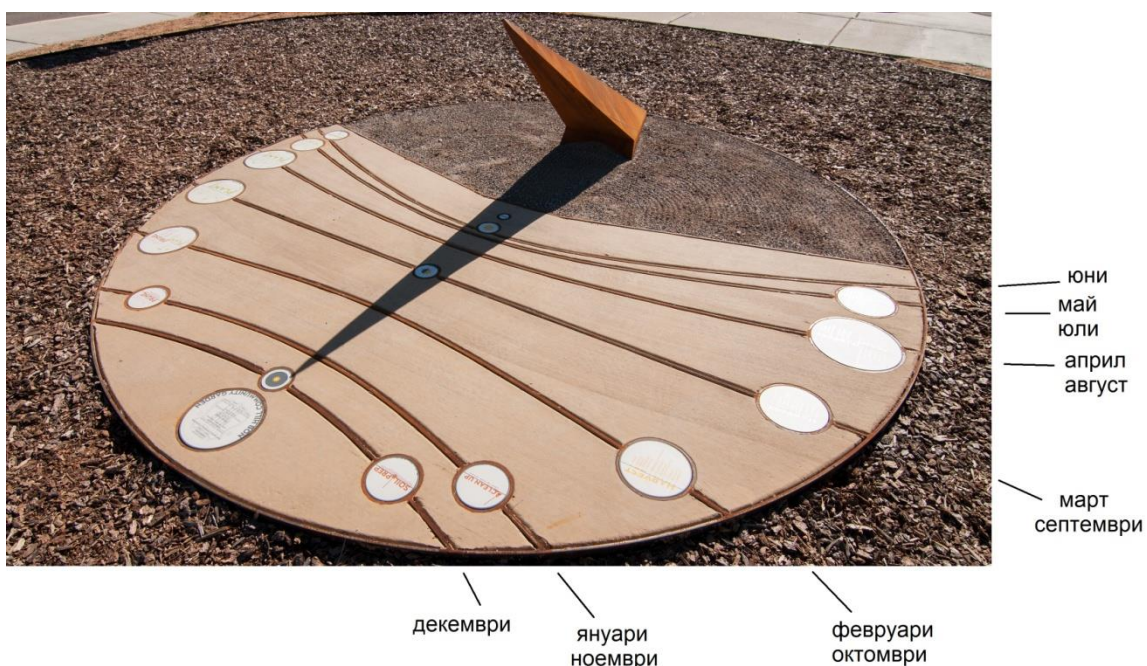
• А) Означете на снимката на кои месеци от годината съответства всяка от седемте тъмни линии.

• Б) Колко е часът и кой месец от годината е в момента, когато е направена снимката?

Обяснете вашите отговори.

Решение:

При своето видимо денонощно движение по небето Слънцето описва различни пътища през различните годишни сезони. В деня на лятното слънцестояние на 20-21 юни Слънцето изгрява много рано, издига се високо над хоризонта по пладне и залязва късно. В деня на зимното слънцестояние на 21-22 декември Слънцето изгрява много късно, издига се на най-малка височина над хоризонта по пладне и залязва рано. Това означава, че при лятно слънцестояние около средата на деня сянката на гномона на слънчевия часовник ще бъде най-къса, а при зимно слънцестояние – най-дълга. Като използваме тези съображения, означаваме месеците, през които ходът на слънчевия часовник е близък до означените линии.



В момента, когато е направена снимката, краят на сянката на гномона е по средата на линията, съответстваща на месец декември. Следователно снимката е направена в 12 часа през декември.

Критерии за оценяване (общо 15 т.):

За правилни разсъждения относно дължината на сянката на гномона в различни периоди от годината – 3 т.

За правилно означение на месеците по линиите – 9 т.

За определяне на месеца и времето, когато е направена снимката – 3 т.

2 задача. Хелиоцентрична система. На Фиг. 2 виждате илюстрация от астрономическа книга, издадена през 1660 г. Тя показва хелиоцентричния модел на света според тогавашните представи.

- А) Означете върху рисунката шестте планети от Слънчевата система и техните имена.
- Б) Посочете кои обекти са отбелязани с цифрите от 1 до 5.
- В) Защо планетите Уран и Нептун не са представени?
- Г) Приемете, че на рисунката движението на планетите около Слънцето и на спътниците около планетите става обратно на часовниковата стрелка. В каква фаза ще се наблюдава Луната от земните жители в даденото положение?
- Д) Как ще се наблюдава Венера – като Зорница или като Вечерница? Обяснете вашите отговори.

Решение:

Планетите са означени според реда на отдалечаването им от Слънцето.



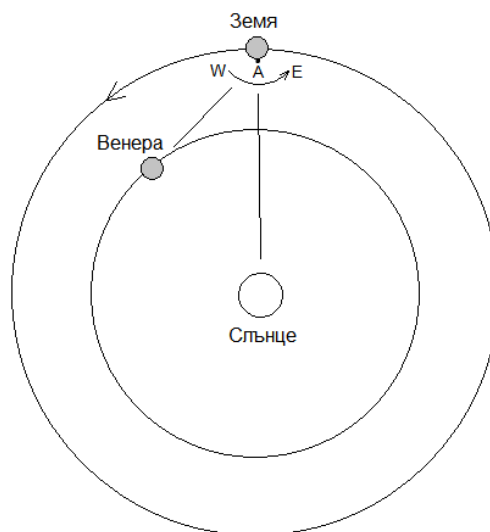
Обектът, означен с 1, е нашият спътник Луната. С 2, 3, 4 и 5 са означени четирите най-големи спътници на Юпитер, открити от Галилео Галилей в началото на XVII век.

Планетите Меркурий, Венера, Марс, Юпитер и Сатурн се виждат от Земята с невъоръжено око и са познати на астрономите от древни времена. Планетите Уран и Нептун, поради слабия си блясък са били открити твърде късно, когато са се появили

достатъчно мощни телескопи. През XVII век те още не са били известни и затова ги няма на схемата.

Луната в даденото положение е в последна четвърт. След завъртане на още 90° по нейната орбита около Земята, тя ще бъде между Земята и Слънцето във фаза новолуние – нейната обърната към нас страна ще бъде неосветена от Слънцето.

На схемата с хелиоцентричната система са отбелязани посоките на орбитално движение на Земята около Слънцето и на Луната около Земята. Нека отбележим, че въртенето на Земята около нейната ос става в същата посока. Както се вижда от фигурата по-долу, за наблюдател на земното кълбо в точка А бихме могли да определим посоките изток (E) и запад (W), като изхождаме от посоката на околоосно въртене на Земята (то е от запад на изток). Оттук следва, че за земния наблюдател Венера отстои на определено ъглово разстояние западно от Слънцето. Тогава тя ще изгрява в края на нощта, не много време преди изгрева на Слънцето. Следователно от Земята Венера ще се вижда като Зорница.



Критерии за оценяване (общо 15 т.):

За обозначаване на шестте планети на схемата с техните названия – 2 т.

За правилен отговор кои са обектите, означени с номера от 1 до 5 – 3 т.

За обяснение защо не присъстват Уран и Нептун – 2 т.

За определяне на фазата на Луната – 4 т.

За определяне дали Венера се вижда като Зорница или Вечерница – 4 т.

3 задача. Далечен свят. Лазурната планета е покрита с топъл океан, осеян с малки острови. Гористият северен остров е населен с разумни същества, живеещи в гнезда. Те решават да навестят свои приятели и отлитат на юг. След 5 дни достигат до Тревистия остров, който е на екватора.

• А) Нарисувайте Лазурната планета и отбележете Гористия северен остров, екватора и Тревистия остров.

• Б) Денонощието на Лазурната планета трае 24 лазурни часа. Оста на въртене на планетата е перпендикулярна на равнината на нейната орбита и там през цялата година е един и същ сезон. Съществата тръгват всеки ден при изгрева на Златното слънце и летят до залеза. После се спускат на водната повърхност и остават там до следващия изгрев. Общо колко лазурни часа са летели съществата по пътя си от Гористия северен остров до Тревистия остров? Влиянието на атмосферата върху видимото положение на слънцето да не се отчита.

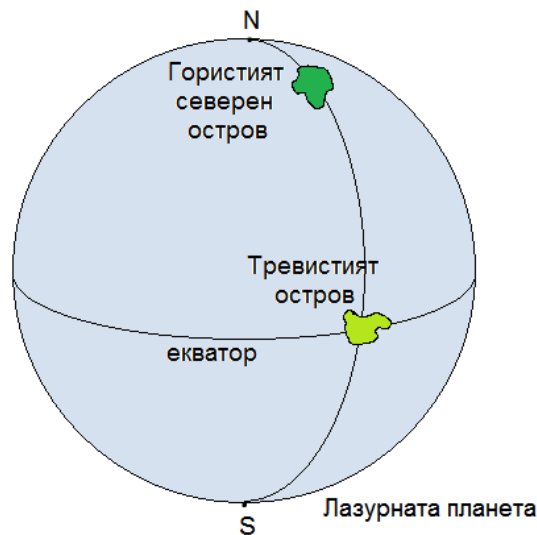
- В) След полета до екватора по-старите същества са изморени и остават на Тревистия остров, а младите политат на изток. Те пак летят само от изгрева до залеза на Златното слънце и след като посрещат 24 изгрева и 24 залеза, завършват обиколката си по екватора и пристигат отново на Тревистия остров. По колко лазурни часа на денонощие са летели съществата при тази обиколка? Колко дни са изминали през това време за старите летящи същества, останали на Тревистия остров?

- Г) Определете на каква планетографска ширина се намира Гористият северен остров, където живеят съществата. Считайте, че координатите на Лазурната планета се измерват също в градуси, както географските координати на Земята.

При всички полети съществата летят с една и съща скорост.

Решение:

Щом съществата тръгват от Гористия северен остров и достигат Тревистия остров, летейки само на юг, двата острова лежат на един и същ меридиан на Лазурната планета. Тревистият остров е на екватора, а Гористият остров е в северното полукълбо. Като имаме предвид това, начертаваме схемата.



Оста на планетата е перпендикулярна на нейната орбитална равнина. Това означава, че навсякъде по планетата през цялата година денят е равен на нощта. Денонощието се равнява на 24 лазурни часа, така че от изгрева до залеза на Златното слънце трябва да изминават 12 лазурни часа. Съществата са летели 5 дни от Гористия остров до Тревистия остров. Общият брой часове, през които те са летели, ще бъде:

$$5 \times 12 = 60 \text{ часа}$$

При обиколката си по екватора съществата посрещат 24 изгрева и 24 залеза на Златното слънце. Следователно за един ден те прелитат $1/24$ част от дължината на екватора, или $360^\circ / 24 = 15^\circ$ по планетографска дължина. Нека си представим, че Лазурната планета е разделена на часови пояси, както Земята. За един ден съществата прелитат един часови пояс. Дните на Лазурната планета продължават по 12 часа. Но съществата летят на изток – в посока срещу видимото денонощно движение на Златното слънце. Затова за тях времето от изгрева до залеза на слънцето ще е по-кратко от 12 часа. Да предположим, че те излитат в 6 часа при изгрева на Златното Слънце от централния меридиан на даден часови пояс, където местното и пояското време съвпадат. След като прелетят до централния меридиан на следващия часови пояс Слънцето залязва. Но там времето е с един час напред. Значи от изгрева до залеза съществата ще летят не 12, а 11 часа.

По време на нощта съществата остават в покой на водната повърхност. Така че за тях нощта ще продължава 12 часа. Следователно докато те извършват своята обиколка по екватора, денонощието за тях ще се равнява на $11 + 12 = 23$ часа. Младите същества са пътешествали 24 такива денонощия по 23 лазурни часа. Те се равняват на 23 нормални денонощия по 24 лазурни часа. Оттук заключаваме, че за старите същества, останали на Тревиствия остров, са изминали 23 денонощия – с 1 по-малко, отколкото за пътешестващите същества.

При движението си по екватора съществата изминават 15° за 11 часа. Можем да пресметнем, че за един час те прелитат $15^\circ / 11 \approx 1.36^\circ$. От Гористия северен остров до Тревиствия остров те са летели общо 60 часа. Така намираме, че Гористият остров отстои от екватора на $60 \times 1.36^\circ \approx 81.8^\circ$ Това е и географската ширина на този остров.

Критерии за оценяване (общо 15 т.):

За правилна схема на планетата с разположението на островите – 3 т.

За определяне на продължителността на деня и обяснение – 2 т.

За пресмятане на часовете полет от Гористия до Тревиствия остров – 1 т.

За определяне на времетраенето на дневния полет по екватора – 3 т.

За пресмятане колко денонощия са изминали за съществата, останали на Тревиствия остров – 2 т.

За правилен метод на пресмятане на планетографската ширина на Гористия остров – 3 т.

За верен числен резултат – 1 т.

4 задача. Слънце на еклиптиката. Разполагате с карта на звездното небе (Фиг. 3), на която е нанесена еклиптиката. Тя е права линия, минаваща хоризонтално през средата на картата. На линията има вертикални маркери през 10 градуса. Дадени са съкратените трибуквени означения на съзвездията с латински букви, а с пунктирни линии са нанесени границите на съзвездията. Със стрелки са показани примерни положения на Слънцето върху еклиптиката на 21 октомври и на 21 декември.

- А) Посочете къде трябва да бъде Слънцето на 20 февруари.
- Б) През кои съзвездия преминава Слънцето в периода 21 октомври – 20 февруари?
- В) Напишете приблизителните дати на пресичане на границите на съзвездията от Слънцето, при условие, че движението му по еклиптиката е равномерно.

Решение: От 21 октомври до 21 декември изминават 61 дни. От картата виждаме, че за това време Слънцето се придвижва по еклиптиката на малко повече от 60° . От 21 декември до 20 февруари също са 61 дни. Следователно Слънцето ще измине за това време малко над 60° . Поставяме стрелката съвсем малко след 6-тия маркер вляво от 21 декември, почти на края на картата в съзвездието Водолей (виж картата).

Началното положение на Слънцето, на 21.10. е в съзвездието Дева. След това Слънцето преминава последователно през съзвездията Везни, Скорпион, Змиеносец, Стрелец, Козирог и накрая навлиза във Водолей.

Щом приемаме, че движението на Слънцето по еклиптиката е равномерно, то трябва да пресметнем с каква средна скорост то се движи през годината. За целта разделяме 360 градуса, които Слънцето изминава за една година, на броя на дните в годината – $365^d.25$. Тук използваме стойността на юлианската година. (Няма смисъл да прецизираме повече, защото в задачата се иска да бъдат определени приблизителни дати):

$$n = 360^\circ/365^d \cdot 25 = 0.9856^\circ/d$$

Намираме мащаба на изображението, като делим разстоянието между маркерите в милиметри на разстоянието в градуси между тях. Забелязваме, че между централните маркери разстоянията в милиметри са малко по-малки отколкото между крайните, но разликите са много малки, а в задачата не се търси голяма прецизност, предвид приближението за равномерно движение по еклиптиката. Разстоянието между крайните маркери е 206 mm. То отговаря на 120 градуса на небесната сфера. Мащабът на изображението е:

$$k = 206\text{mm}/120^\circ = 1.7167\text{mm/deg}$$

Трябва да пресметнем колко милиметра изминава Слънцето за 1 денонощие. За целта умножаваме получените по-горе коефициенти:

$$m = k \cdot n = 1.692 \text{ mm/d}$$

Измерваме в милиметри разстоянията до пресечните точки с границите на съзвездията и след това делим на получения мащаб m . Така намираме колко денонощия изминава Слънцето до пресечните точки на еклиптиката с границите на съответните съзвездия. След измерванията и пресмятанията за датите на пресичане на границите на съзвездията получаваме: Везни – 29.10., Скорпион – 22.11., Змиеносец – 28.11., Стрелец – 17.12., Козирог – 20.01., Водолей – 17.02..

Справка с литературата показва, че типичната грешка е около 1 денонощие. Тя се дължи на това, че Слънцето не се движи равномерно по еклиптиката. През зимното полугодие Слънцето се движи по-бързо, понеже в началото на януари Земята преминава през перихелия на своята орбита.

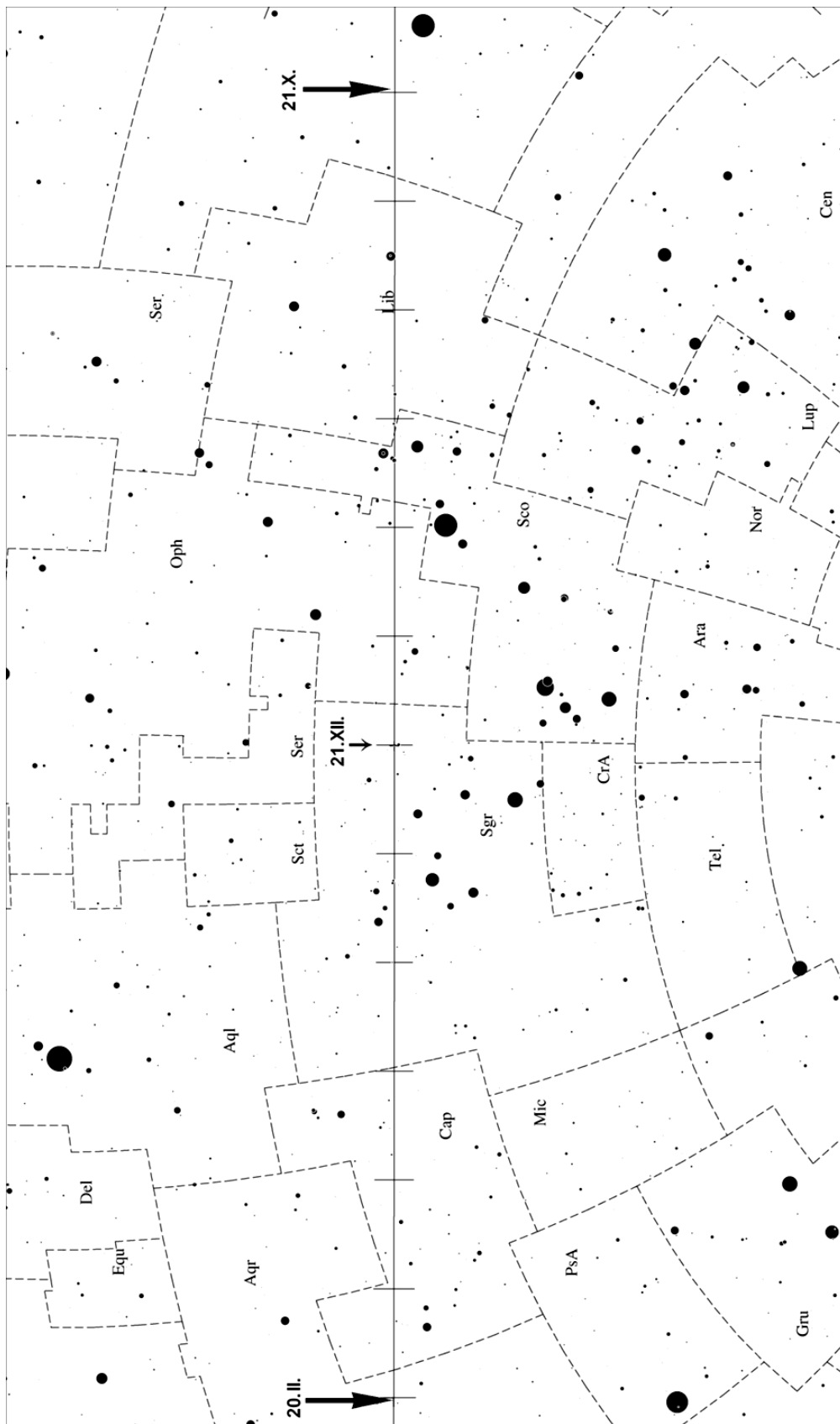
Критерии за оценяване (общо 15 т.):

За определяне на положението на Слънцето на 20 февруари – 2 т.

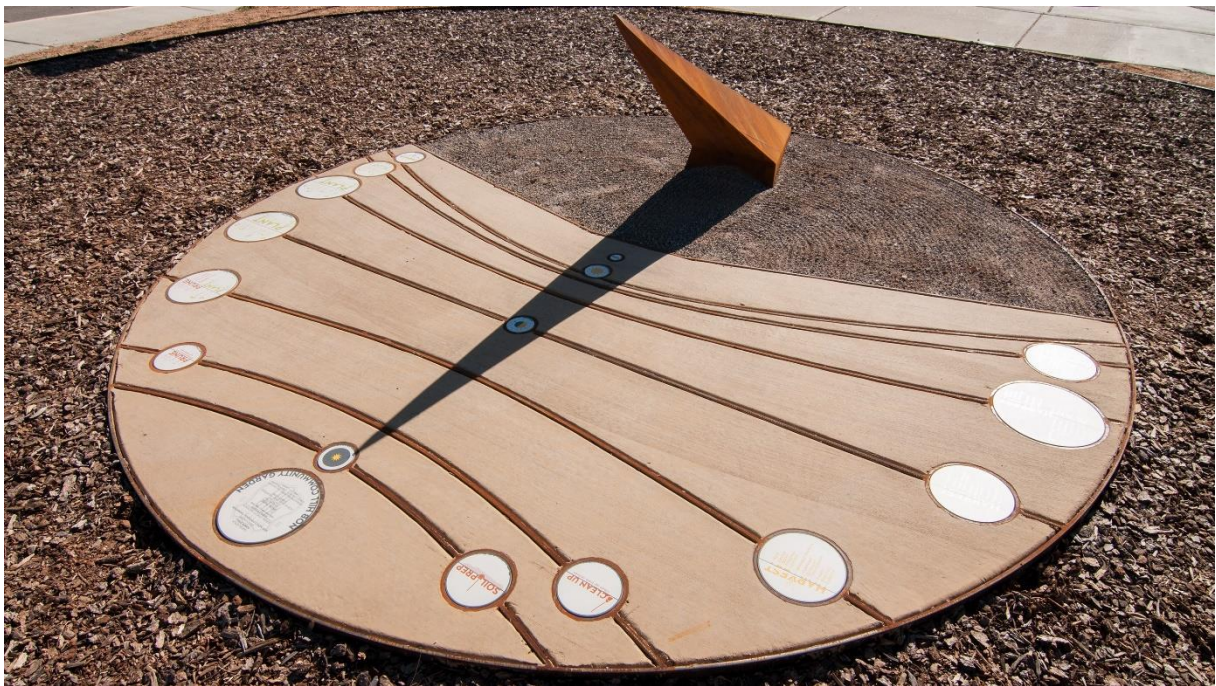
За определяне на съзвездията, през които преминава Слънцето 6×0.5 т. = 3 т.

За правилен подход при пресмятането на датите, на които Слънцето преминава границите на съзвездията – 4 т.

За правилно пресмятане на датите, на които Слънцето пресича границите на съзвездията 6×1 т. = 6 т. (Допустима е разлика от 1 денонощие. За Водолей – 2 денонощия.)



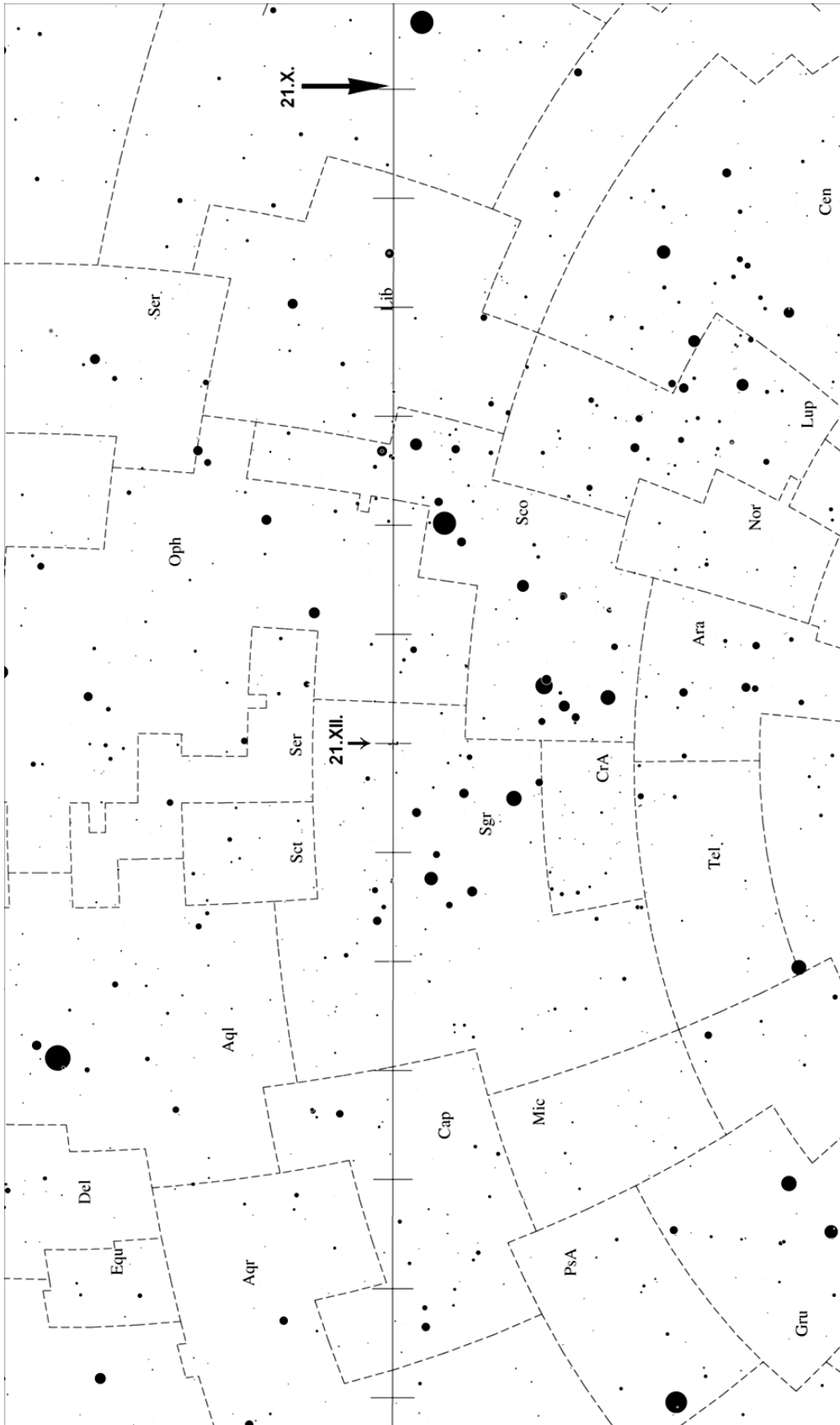
Фиг. 3б. Звездна карта с еклиптиката – към задача 4. Решение.



Фиг. 1. Слънчев часовник - към 1 задача.



Фиг. 2. Хелиоцентрична система – към задача 2.



Фиг. 3. Звездна карта с еклиптиката – към задача 4.