

УКАЗАНИЯ И РЕШЕНИЯ

за оценяване на задачите от общинския кръг
на олимпиадата по АСТРОНОМИЯ за V-VI клас
21 декември 2013 г

1 задача. Стара звездна карта. Пред вас е стара звездна карта с рисунки на съзвездията, изобразяващи митични същества и предмети.

- Опитайте се да разпознаете поне пет от тях. Направете списък на разпознатите съзвездия и ги отбележете на картата. За всяко съзвездие напишете българското и латинското му название.

- Посочете на картата къде се намира Полярната звезда.



Решение:

Нека първоначално отбележим, че на тази карта съзвездията са нарисувани така, както изглеждат на звезден глобус, изобразяващ небесната сфера. Разглеждайки един звезден глобус, ние сме в ролята на наблюдател, който се намира “извън” небесната сфера

и вижда съзвездията все едно “от другата страна”. Затова рисунките на съзвездията са огледални образи на фигурите, които биха се виждали на небето.

На картата могат да се разпознаят следните съзвездия, означени със съответните номера:



1. Голяма мечка – Ursa Major
2. Малка мечка – Ursa Minor
3. Дракон – Draco
4. Лира, изобразена като ястреб според арабските представи – Lyra
5. Лебед – Cygnus
6. Орел – Aquila
7. Стрела – Sagitta
8. Делфин – Delphinus
9. Везни – Libra
10. Водолей – Aquarius
11. Пегас – Pegasus
12. Андромеда – Andromeda
13. Касиопея – Cassiopeia
14. Цефей – Cepheus
15. Персей – Perseus
16. Триъгълник – Triangulum
17. Овен – Aries
18. Жираф – Camelopardalis

19. Колар – Auriga
20. Лъв – Leo
21. Косите на Вероника – Coma Berenices
22. Дева – Virgo
23. Воловар – Bootes
24. Северна корона – Corona Borealis
25. Херкулес – Hercules
26. Змия – Serpens
27. Змиеносец – Ophiuchus

От учениците се иска да обозначат само пет от тези съзвездия, но тук даваме всичките, тъй като различни участници в олимпиадата могат да посочат различни съзвездия.

Полярната звезда, която сме означили с номер 28, се намира на върха на опашката на Малката мечка.

Критерии за оценяване (общо 8 т.):

За назоваване на българските и латинските названия на пет съзвездия и означаването им на картата – $5 \times 1.5 = 7.5$ т.

За посочване на местоположението на Полярната звезда – 0.5 т.

2 задача. Планети. Преди изобретяването на телескопа астрономите са могли да наблюдават само пет от планетите.

- Кои са тези планети, които могат да се видят на небето с невъоръжено око?
- В древната астрономия, обаче, се говори за седем планети. Кои са другите две небесни светила, които също са били причислявани към планетите? Защо? Какъв е произходът и какво е значението на думата „планета“?
- Прочете названията на дните от седмицата на италиански, френски или испански, а най-добре на латински език. Какво откривате?

Решение:

Планетите, които са достатъчно ярки, за да се видят с невъоръжено око, са Меркурий, Венера, Марс, Юпитер и Сатурн. *По принцип Уран би могъл да се види и с невъоръжено око, но видимият му блясък е много слаб и много трудно бихме го открили и отличили сред множеството други слаби звезди на небето.* Другите две „планети“, за които се говори в древната астрономия, са Слънцето и Луната. Думата планета има гръцки произход и означава „странстващ“ или „блуждаещ“. Изброените седем небесни светила са били наричани така, защото за земния наблюдател те видимо се местят на фона на звездите. Това движение е много бавно и може да се забележи с невъоръжено око, само ако сравняваме положенията на дадена планета на фона на звездите в различни нощи. Планетите (в съвременния смисъл на думата) изменят своите видими положения на фона на звездите поради това, че обикалят около Слънцето, а ние ги наблюдаваме от движещата се около Слънцето Земя. Луната се движи на фона на звездите, защото обикаля около Земята. Слънцето видимо се мести на фона на звездите за наблюдател от Земята, защото Земята обикаля около Слънцето и в различни моменти от годината, когато нашата планета се намира в различни точки от своята орбита, Слънцето за нас се проектира на различни места на фона на звездите.

Както показва таблицата, дадена по-долу, дните от седмицата в латинския език носят имената на седемте планети. Това е преминало в по-малко или повече изменен вид и в други родствени с латинския езици, като френски, италиански, испански, румънски и др. Имената на дните от седмицата в английския, немския, холандския и други от групата на германските езици също следват тази традиция, но са им дадени имената на древногермански богове, съответстващи на римските богове, на които са наречени планетите.

<i>Български</i>	<i>Латински</i>	<i>Превод от латински</i>	<i>Френски</i>	<i>Италиански</i>
Неделя	Dies Solis	Ден на Слънцето	Dimanche	Domenica
Понеделник	Dies Lunae	Ден на Луната	Lundi	Lunedì
Вторник	Dies Martis	Ден на Марс	Mardi	Martedì
Сряда	Dies Mercurii	Ден на Меркурий	Mercredi	Mercoledì
Четвъртък	Dies Jovis	Ден на Зевс (Юпитер)	Jeudi	Giovedì
Петък	Dies Veneris	Ден на Венера	Vendredi	Venerdì
Събота	Dies Saturni	Ден на Сатурн	Samedi	Sabato

Критерии за оценяване (общо 8 т.):

За изброяване на планетите, видими с просто око – $5 \times 0.5 = 2.5$ т.

За посочване на Слънцето и Луната като другите две планети – 1 т.

За обяснение на значението на думата планета и връзката с видимите движения на планетите – 2 т.

За намиране на названията на дните от седмицата на различни езици и откриване на факта, че носят имената на планетите – 2.5 т.

3 задача. Венера. След Слънцето и Луната, планетата Венера е най-яркото небесно светило. Тя не винаги може да се наблюдава, но в периода, когато решавате тези задачи, бихте могли да я видите.

- Намерете Венера в небето. Запишете датата и часа на вашето наблюдение.
- Приблизително в каква посока се вижда Венера – север, юг, изток или запад?
- Защо някога хората са наричали Венера Зорница или Вечерница? Като каква се вижда сега Венера – като Зорница или като Вечерница?
- Съществуват ли и други планети от Слънчевата система, които да имат такива редуващи се периоди на видимост като Зорница или като Вечерница? Ако да, кои са те?

Решение:

През ноември – декември 2013 г. Венера се вижда вечер приблизително на югозапад или запад. Понякога тази планета се вижда вечер след залеза на Слънцето на запад и тогава хората са я наричали Вечерница. В други периоди от време тя се вижда в предутринните часове преди изгрева на Слънцето на изток и тогава са я наричали Зорница. През ноември – декември 2013 г., когато е срокът за решаването на задачите от I кръг на астрономическата олимпиада, Венера се вижда като Вечерница.

Има още една планета с редуващи се периоди на вечерна и предутринна видимост и това е Меркурий. Венера и Меркурий се намират на по-близко разстояние до Слънцето, отколкото Земята. Затова, като ги наблюдаваме от нашата планета, те видимо никога не могат да се отдалечат твърде много от Слънцето. Ето защо можем да ги виждаме или сутрин малко преди изгрева, или вечер малко след залеза на Слънцето.

Критерии за оценяване (общо 8 т.):

За отбелязване на дата и времето на наблюдението – 1 т.

За определяне на посоката, в която се вижда Венера – 2 т.

За обяснение защо Венера е била наричана Зорница или Вечерница – 2 т.

За посочване дали сега Венера се вижда като Зорница или като Вечерница – 1 т.

За посочване на Меркурий като другата планета, която има подобни периоди на вечерна и утринна видимост и обяснение – 2 т.

4 задача. Земя и Слънце. Вземете земен глобус и го осветете с настолна лампа. Това ще бъдат Земята и Слънцето.

- Като гледате откъм северния полюс на Земята, в каква посока се върти земното кълбо около своята ос – по часовниковата стрелка или обратно?

- Завъртете глобуса спрямо Слънцето (лампата) така, че за България да е 12 часа на обяд. Посочете някоя държава, или море, или океан, където в същия момент трябва да е: 6 часа; 0 часа; 18 часа.

- Запишете датата и часа, когато решавате тази задача. Нагласете земния глобус спрямо Слънцето така, че да съответства на този момент от време. Посочете някоя държава, море или океан, където в същото време е 12 часа на обяд.

- В деня и часа, когато решавате задачата, има ли части от земното полукълбо, в които да не е същата, а друга дата? Ако да, посочете къде се намират тези части от Земята и коя дата е там.

Решение:

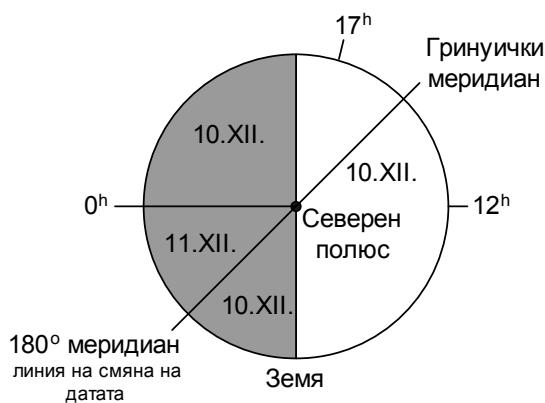
Земното кълбо се върти около оста си от запад на изток. Да вземем земния глобус и да си представим самите себе си в умален размер, стъпили на повърхността му някъде примерно в България. Нека ние сме застанали с гръб към северния полюс. Тогава зад нас ще бъде посоката север, пред нас – юг, наляво за нас ще бъде изток, а надясно – запад. При това положение за нас земното кълбо ще се върти отлясно наляво. Ако вземем земния глобус и го обърнем със северния полюс към нас, посоката на въртене ще е обратно на часовниковата стрелка.

Лампата осветява половината земен глобус. Там можем да кажем, че е ден, а на другата половина е нощ. В 12 часа на обяд е средата на деня. Да си представим един от географските меридиани, минаващи през България. Нека това да е меридианът, минаващ примерно през вашето населено място. Времето по цялата дължина на един меридиан е едно и също. Ние трябва да завъртим глобуса така, че този меридиан да бъде приблизително по средата на осветената част от глобуса. Така там ще бъде 12 часа на обяд. В 0 ч. е средата на нощта. Следователно 0 часа ще бъде за точно противоположния меридиан на земното кълбо – например за Аляска и източната част на Тихия океан.

За да разберем къде ще е 6 часа сутринта, трябва отново да си представим въртенето на Земята и да видим кои части от нея при това въртене излизат от тъмната страна и влизат в осветената страна на глобуса. За тях трябва да е сутрин. Тези части отстоят от нашия меридиан на една четвърт земна обиколка в посока запад. Следователно 6 часа сутринта ще бъде в най-източните части на САЩ, в части от Атлантическия океан и централната част на Бразилия. На една четвърт обиколка по земното кълбо източно от България ще се намират местата, където е 18 часа. Те излизат от светлата част на глобуса и навлизат в тъмната – за тях свършва денят и започва нощта. Това е централната част на Русия, Монголия, Китай, Индонезия, източната част на Индийския океан.

Нека моментът, когато решаваме тази задача, е примерно 17 часа. Това е 5 часа след момента, който отговаря на 12 часа на обяд. За 24 часа земното кълбо се завърта около себе си на 360° . За 1 час то ще се завърти на $360^\circ : 24 = 15^\circ$, а за 5 часа – на $15^\circ \times 5 = 75^\circ$. Поставяме глобуса спрямо лампата така, че за България да е 12 часа на обяд. После го завъртаме на 75° в посока от запад на изток – посоката, в която се върти Земята. Така вече за България е 17 часа. Лесно можем да определим на кои места в същия момент е 12 часа на обяд – те се намират на меридиана, който минава по средата на осветената от Слънцето (лампата) страна на земното кълбо. Това са Гренландия, Атлантическия океан и източната част на Бразилия.

Ако решаваме задачата в 17 часа примерно на 10 декември, за местата по земното кълбо, които са на 7 часови пояса, или на $15^\circ \times 7 = 105^\circ$ източно от нас, ще бъде полунощ. А още по на изток вече ще е след полунощ, но на 11 декември – там вече ще е настъпил новият ден. Областта от Земята, където ще е 11 декември, ще се простира до 180° -градусовия меридиан, т.нар. линия на смяна на датата. По-нататък в източна посока от него ще бъде все още 10 декември.



Критерии за оценяване (общо 8 т.):

За определяне на посоката, в която се върти земното кълбо – 1 т.

За определяне къде ще бъде 0 ч., 6 ч. и 18 ч., когато в България е 12 ч. и посочване по една държава или океан – 3 т.

За определяне къде ще е 12 ч., когато се решава задачата и обяснение – 2 т.

За обяснение дали и къде по земното кълбо датата ще е друга – 2 т.

5 задача. Бързоходци. Както може би знаете, някои древногръцки богове и митични герои имат крилати сандали, с които могат да се движат фантастично бързо, а когато поискат, могат и да летят. В някакъв ден, през ноември, на екватора се събират трима такива бързоходци, всеки от които може да обиколи земното кълбо само за 24 часа. В 6 часа сутринта при изгрева на Слънцето те тръгват в три различни посоки. Първият се движи на изток и само на изток, вторият на запад и само на запад, третият на север и само на север.

• След колко време бързоходците ще се срещнат? Всички ли ще могат да дойдат на срещата?

• Къде ще бъде тяхната среща?

• Какво време от денонощието ще бъде в мястото на срещата?

• Колко изгрева и залеза на Слънцето ще види всеки от тях от момента на тръгването до момента на срещата?

Решение:

Двамата бързоходци, които се движат на изток и на запад, ще се срещнат в точка от екватора, която е точно противоположна на точката, от която тръгват. До тази среща всеки от тях ще е направил половин обиколка на Земята и следователно ще са изминали 12 часа от тяхното тръгване. Бързоходецът, който се движи на север, няма да дойде на срещата. Когато той стигне до северния полюс, ще трябва да си остане там, ако спазва правилото да се движи само на север. От северния полюс няма посока север. Там всички посоки са юг.

Бързоходците тръгват в 6 ч. сутринта. От този момент до срещата на двамата от тях ще са изминали 12 часа. Това означава, че на мястото, откъдето те са тръгнали, вече ще е 18 часа. Но в противоположната точка на екватора, където те ще се срещнат, ще има 12 часа часова разлика, или там ще е 6 часа сутринта.

На екватора Слънцето винаги изгрива около 6 ч. сутринта. Бързоходците тръгват при изгрев Слънце и това е единият изгрев, който те всички виждат. Бързоходецът, който се движи на изток, след време ще види залез на Слънцето. При самата среща, която ще е в 6 ч. сутринта за точката на противоположната страна на екватора, също ще е изгрев Слънце и това ще е вторият изгрев за него. Бързоходецът, който се движи на запад, ще се “надбягва” със Слънцето. За него през цялото време Слънцето ще стои на източния хоризонт – той ще вижда един много дълъг изгрев, който ще започне при тръгването и ще завърши при срещата с другия бързоходец. Бързоходецът, който се движи на север, ще види изгрева при тръгването, след време ще стигне до места около северния полюс, където е полярна нощ, Слънцето ще залезе за него и повече няма да изгрива. В крайна сметка бързоходецът, който се движи на изток, ще види два изгрева и един залез на Слънцето, бързоходецът, който се движи на запад, ще види един дълъг изгрев и няма да види залез, а бързоходецът, който се движи на север, ще види един изгрев и един залез.

Критерии за оценяване (общо 8 т.):

За обяснение къде ще е срещата на двамата бързоходците – 1 т.

За отговор дали всички ще отидат на срещата и защо няма да е така – 1 т.

За определяне след колко време ще е срещата на двамата бързоходци – 1 т.

За определяне какво време от денонощието ще е на мястото на срещата – 2 т.

За определяне на броя на изгревите и залезите за всеки от бързоходците – 3 т.

6 задача. Любимо съзвездие. Кое е вашето любимо съзвездие?

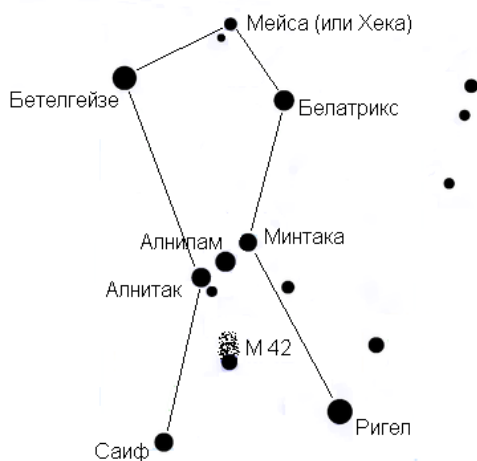
- Нарисувайте схема на разположението на ярките звезди в него.
- Намерете информация за най-ярката звезда в съзвездието. Как се нарича тя, на какво разстояние се намира от нас, какъв е нейният цвят?
- Сравнете тази звезда със Слънцето – дали е по-голяма или по-малка по размери от него, дали е по-гореща или по-студена от Слънцето?
- Посочете още един интересен обект, намиращ се в границите на съзвездието – двойна звезда, звезден куп, галактика или мъглявина.

Решение:

Нека например любимото ни съзвездие да е Орион. На схемата, представена по-долу, се виждат ярките звезди, които бележат главата, раменете, пояса и краката на небесния ловец. В това съзвездие много от звездите имат имена, които също са дадени на

схемата, но от участниците в олимпиадата се изисква да посочат само най-ярката звезда. Има съзвездия, в които нито една звезда няма собствено име. Ако за любимо е избрано такова съзвездие, необходимо е да се даде само някакво общоприето обозначение на най-ярката звезда. Обикновено най-ярката звезда в едно съзвездие се обозначава с гръцката буква α , а следващите по яркост съответно с β , γ и т.н. Но при някои съзвездия този ред на обозначение не е спазен изцяло. Случаят с Орион е именно такъв. Най-ярката звезда тук е β – звездата Ригел. Намира се на около 900 светлинни години от нас (в различни източници могат да се намерят и други, леко различаващи се данни за разстоянието). Това е синя звезда свръхгигант, която е по-гореща и десетки пъти по-голяма от нашето Слънце.

В съзвездието Орион се намира известната мъглявина, означавана като M42. Тя има огромни размери, състои се от космически газ и прах и в нея се наблюдава образуване на млади звезди от междузвездното вещество. Тази мъглявина може да се види с бинокъл, а при ясно и тъмно небе – и с невъоръжено око.



Критерии за оценяване (общо 8 точки):

За рисунка на съзвездието – 2 т.

За посочване на най-ярката звезда, нейния цвят и разстоянието до нея – 2 т.

За отговор дали звездата е по-гореща или по-хладна, по-голяма или по-малка от Слънцето – 2 т.

За посочване на друг обект в съзвездието и кратка информация за него – 2 т.

Максимален брой точки за темата: 48

- ❖ **Признават се всички варианти на решения, които достигат до верен отговор**
- ❖ **Ако са прескочени някои действия, които носят точки, но е получен верен междинен резултат, тези точки се признават**

ВАЖНО! За Областния кръг на олимпиадата се класират участниците, получили 24 и повече точки от решените задачи на Общинския кръг.

ОЦЕНЯВАНЕ: При оценяването на **всяка една задача** се спазва следното:

При разлика в оценяването до една точка (включително) между двамата проверители крайната оценка е средноаритметично от точките на двамата проверители.

При разлика между двамата проверители повече от една точка, задачата се преразглежда от двамата проверители заедно.

Решението на всяка задача се оценява с максимален брой от 8 точки. Освен тях, в някои случаи могат да се присъждат и до две допълнителни точки за награда, когато:

- решението съдържа особено оригинална идея, която е вярна и правилно използвана;
- в решението е отчетен фактор, чието отчитане не се изисква в официалното решение (за да се улесни задачата), но по принцип е достатъчно основателно.

Точките за награда могат да се дават и когато останалата част на решението не се оценява с максималния брой точки.

УКАЗАНИЯ И РЕШЕНИЯ

за оценяване на задачите от общинския кръг
на олимпиадата по АСТРОНОМИЯ за VII-VIII клас
21 декември 2013 г

1 задача. Момент на изгрева. В българските астрономически календари се дават моментите на изгрев и залез на Слънцето за град София. Намерете информация за географските координати на София и на вашето населено място.

• Дали действителният момент на изгрев на Слънцето за вашето населено място става по-рано или по-късно в сравнение с момента на изгрев за София?

• Пресметнете приблизително с колко време ще е избързането или закъснението.

Ако самите вие сте от София, направете пресмятанията за любимото си място, където сте били по време на лятната ваканция. Разликата в географските ширини на двата пункта да не се отчита.

Решение:

Нека например участникът в олимпиадата живее във Варна. Този град се намира на изток от София. Земното кълбо се върти около оста си от запад на изток. Следователно във Варна Слънцето ще изгрява по-рано, отколкото в София. Географските координати на София са $\varphi = 42.7000^\circ$ северна ширина, $\lambda = 23.3333^\circ$ източна дължина, а на Варна $\varphi = 43.2167^\circ$ северна ширина, $\lambda = 27.9167^\circ$ източна дължина. Това са координатите, които могат да бъдат намерени, примерно при търсене в Интернет. Когато са дадени именно в този вид, пресмятанията се извършват много лесно. Намираме разликата между географските дължини на двата града:

$$\Delta\lambda = 27.9167^\circ - 23.3333^\circ = 4.5834^\circ$$

Закъснението Δt на изгрева на Слънцето в София спрямо изгрева му във Варна ще е равно на времето, за което Земята се завърта около своята ос на ъгъл $\Delta\lambda = 4.5834^\circ$. Като знаем, че едно пълно завъртане Земята извършва за 24 часа, можем да пресметнем:

$$\Delta t = 24^h \cdot \frac{\Delta\lambda}{360^\circ} \approx 0.01273^d \times 24^h = 0.30556^h \times 60^m = 18.3^m$$

Слънцето във Варна изгрява с около 18 минути по-рано, отколкото в София.

Могат да се намерят и леко различни координати, например за София $\varphi = 42^\circ 41' 30''$, $\lambda = 23^\circ 19' 39''$. За удобство ги преобразуваме в градуси и части от градуса по следния начин:

$$\begin{aligned}\varphi &= 42^\circ 41' 30'' = 42^\circ + 41' / 60 + 30'' / (60 \times 60) \approx 42.6917^\circ \\ \lambda &= 23^\circ 19' 39'' = 23^\circ + 19' / 60 + 39'' / (60 \times 60) \approx 23.3275^\circ\end{aligned}$$

По същия начин можем да преобразуваме и координатите за другото населено място, ако са дадени в градуси, дъгови минути и секунди. При пресмятане с тях ще се получи малко по-различен отговор на задачата, но той също следва да се приеме за верен.

Критерии за оценяване (общо 10 т.):

За правилен отговор дали изгревът на Слънцето в родното населено място ще става по-рано или по-късно, отколкото в София, и обяснение – 2 т.

За намиране на координатите на София и другото населено място – 2 т.

За правилен математически метод на пресмятане на разликата между моментите на изгрева – 5 т.

За верен краен отговор – 1 т.

2 задача. Планети. Преди изобретяването на телескопа астрономите са могли да наблюдават само пет от планетите.

- Кои са тези планети, които могат да се видят на небето с невъоръжено око?
- В древната астрономия, обаче, се говори за седем планети. Кои са другите две небесни светила, които също са били причислявани към планетите? Защо? Какъв е произходът и какво е значението на думата „планета“?
- Прочете названията на дните от седмицата на италиански, френски или испански, а най-добре на латински език. Какво откривате?

Решение:

Планетите, които са достатъчно ярки, за да се видят с невъоръжено око, са Меркурий, Венера, Марс, Юпитер и Сатурн. По принцип Уран би могъл да се види с невъоръжено око, но видимият му блясък е много слаб и много трудно бихме го открили и отличили сред множеството други слаби звезди на небето. Другите две “планети”, за които се говори в древната астрономия, са Слънцето и Луната. Думата планета има гръцки произход и означава “странстващ” или “блуждаещ”. Изброените седем небесни светила са били наричани така, защото за земния наблюдател те видимо се местят се на фона на звездите. Това движение е много бавно и може да се забележи с невъоръжено око, само ако сравняваме положенията на дадена планета на фона на звездите в различни нощи. Планетите (в съвременния смисъл на думата) изменят своите видими положения на фона на звездите поради това, че обикалят около Слънцето, а ние ги наблюдаваме от движещата се около Слънцето Земя. Луната се движи на фона на звездите, защото обикаля около Земята. Слънцето видимо се мести на фона на звездите за наблюдател от Земята, защото Земята обикаля около Слънцето и в различни моменти от годината, когато нашата планета се намира в различни точки от своята орбита, Слънцето за нас се проектира на различни места на фона на звездите.

Както показва таблицата, дадена по-долу, дните от седмицата в латинския език носят имената на седемте планети. Това е преминало в по-малко или повече изменен вид и в други родствени с латинския езици, като френски, италиански, испански, румънски и др. Имената на дните от седмицата в английския, немския, холандския и други от групата на германските езици също следват тази традиция, но са им дадени имената на древногермански богове, съответстващи на римските богове, на които са наречени планетите.

Български	Латински	Превод от латински	Френски	Италиански
Неделя	Dies Solis	Ден на Слънцето	Dimanche	Domenica
Понеделник	Dies Lunae	Ден на Луната	Lundi	Lunedì
Вторник	Dies Martis	Ден на Марс	Mardi	Martedì

Сряда	Dies Mercurii	Ден на Меркурий	Mercredi	Mercoledì
Четвъртък	Dies Jovis	Ден на Зевс (Юпитер)	Jeudi	Giovedì
Петък	Dies Veneris	Ден на Венера	Vendredi	Venerdì
Събота	Dies Saturni	Ден на Сатурн	Samedi	Sabato

Критерии за оценяване (общо 10 т.):

За изброяване на планетите, видими с просто око – $5 \times 0.5 = 2.5$ т.

За посочване на Слънцето и Луната като другите две планети – 2 т.

За обяснение на значението на думата планета и връзката с видимите движения на планетите относно звездите – 3 т.

За намиране на названията на дните от седмицата на различни езици и откриване на факта, че носят имената на планетите – 2.5 т.

3 задача. Звезда като стотинка. Звездата Антарес от съзвездието Скорпион е червен свръхгигант. Чрез метода на интерферометрията е определен нейният видим ъглов диаметър, който е $0.0425''$ (дъгови секунди).

• Измерете диаметъра на монета от 1 стотинка. На какво разстояние трябва да я поставите от вас, за да се вижда под същия ъгъл, както Антарес?

• Намерете информация за разстоянието до звездата Антарес. Като използвате това разстояние, пресметнете диаметъра на Антарес в километри.

• Колко пъти Антарес е по-голям от Слънцето?

Решение: Измерваме с линейка монета от една стотинка. Получаваме, че диаметърът е равен на 16 mm. Същият размер може да се намери и в сайтовете, описващи българските монети, които са в обръщение.

Да означим с r разстоянието, на което трябва да отдалечим монетата, така че тя да има за нас същия видим ъглов диаметър, както звездата Антарес. Да пресметнем колко пъти ъгловият диаметър $\alpha = 0.0425''$ на звездата Антарес е по-малък от 360° . Първо превръщаме 360° в дъгови минути, а после в дъгови секунди и разделяме на α :

$$\frac{360^\circ \times 60' \times 60''}{\alpha} \approx 30494118$$

Това означава, че ако начертаем около нас една окръжност с радиус, равен на търсеното разстояние r , то по дължината на тази окръжност ще можем да нанесем приблизително 30494118 монети от по една стотинка (над 30 милиона!). Дължината на такава окръжност ще бъде:

$$C = 30494118 \times 16 \text{ mm} \approx 487.9 \text{ km}$$

От формулата за дължина на окръжност получаваме:

$$C = 2\pi r$$

$$r = \frac{C}{2\pi} \approx 77.7 \text{ km}$$

Разстоянието до Антарес е 600 светлинни години. Дължината на окръжност с такъв диаметър ще бъде:

$$C_A = 2\pi \times 600 \approx 3770 \text{ светлинни години}$$

По тази дължина ще могат да се подредят 30494118 звезди като Антарес. Следователно диаметърът на Антарес е:

$$D_A = \frac{C_A}{30494118} \approx 0.0001236 \text{ светлинни години}$$

Една светлинна година е пътят, който светлината изминава за една година, а скоростта на светлината е 300000 км/сек. Така получаваме:

$$D_A = 0.0001236 \times 365.25 \text{ дни} \times 24^h \times 60^m \times 60^s \times 300000 \text{ km/s} \approx 1.17 \text{ милиарда километра}$$

Диаметърът на Слънцето D_C намираме от интернет или от астрономически календари и справочници. Той е равен на $D_C = 1.392 \cdot 10^6 \text{ km}$. За да получим колко пъти Антарес е по-голям от Слънцето, разделяме диаметъра на Антарес на диаметъра на Слънцето и получаваме: $D_A / D_C = 1.17 \cdot 10^9 \text{ km} / 1.392 \cdot 10^6 \text{ km} \approx 841$. Следователно Антарес е по-голям от Слънцето 841 пъти.

Възможно е участниците (особено онези, които са били специално подготвени за астрономическата олимпиада) да решат тази задача и като използват връзката между разстоянието до даден обект, неговия линеен размер и неговия ъглов размер, изразен в радиани (вижте варианта на решение на същата задача, даден за възрастовата група 9-10 клас). Тази зависимост те биха могли да открият също в раздела “Пищов” със спомагателна информация в интернет страницата на олимпиадата. Такива решения следва да се оценяват като правилни със съответния брой точки.

Критерии за оценяване (общо 10 т.):

За измерване диаметъра на стотинката – 1 т.

За правилен метод за пресмятане на разстоянието до монетата – 2 т.

За верен числен резултат от пресмятането – 1 т.

За намиране на информацията относно разстоянието до Антарес – 1 т.

За правилен метод за пресмятане на диаметъра на Антарес – 2 т.

За намиране на информацията за размерите на Слънцето – 1 т.

За правилни разсъждения и вярно пресмятане колко пъти Антарес е по-голям от Слънцето – 2 т.

4 задача. Венера. След Слънцето и Луната, планетата Венера е най-яркото небесно светило. Тя не винаги може да се наблюдава, но в периода, когато решавате тези задачи, бихте могли да я видите.

• Намерете Венера в небето. Запишете датата и часа на вашето наблюдение. Приблизително в каква посока се вижда Венера – север, юг, изток или запад?

• Защо някога хората са наричали Венера Зорница или Вечерница? Като каква се вижда сега Венера – като Зорница или като Вечерница?

• Съществуват ли и други планети от Слънчевата система, които да имат такива редуващи се периоди на видимост като Зорница или като Вечерница? Ако да, кои са те?

• Наскоро Венера беше в максимална източна елонгация. Какво означава това? Нарисувайте Слънцето с орбитите на Венера и на Земята. Отбележете взаимното разположение на Венера и Земята, когато Венера е в максимална източна елонгация. Обяснете дали в момента, когато наблюдавате Венера, тя се приближава или се отдалечава от Земята.

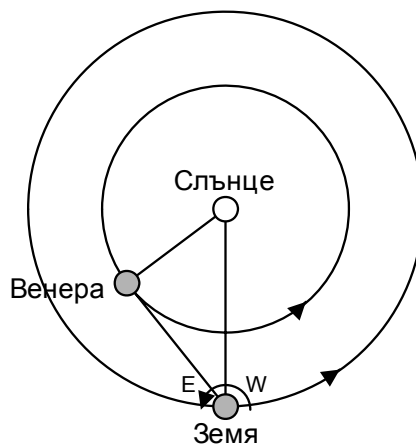
Решение:

През ноември – декември 2013 г. Венера се вижда вечер приблизително на югозапад или запад. Понякога тази планета се вижда вечер след залеза на Слънцето на

запад и тогава хората са я наричали Вечерница. В други периоди от време тя се вижда в предутринните часове преди изгрева на Слънцето на изток и тогава са я наричали Зорница. През ноември – декември 2013 г., когато е срокът за решаването на задачите от I кръг на астрономическата олимпиада, Венера се вижда като Вечерница.

Има още една планета с редуващи се периоди на вечерна и предутринна видимост и това е Меркурий. Венера и Меркурий се намират на по-близко разстояние до Слънцето, отколкото Земята. Затова, като ги наблюдаваме от нашата планета, те видимо никога не могат да се отдалечат твърде много от Слънцето. Ето защо можем да ги виждаме или сутрин малко преди изгрева, или вечер малко след залеза на Слънцето.

На схемата е представено положението на Венера спрямо Земята и Слънцето в максимална източна елонгация. Със стрелки са отбелязани посоките на орбитално движение на Венера и Земята около Слънцето и на околоосното въртене на Земята. Северният полюс на Земята е обърнат към нас. При максимална елонгация Венера е отдалечена на най-голямо видимо ъглово разстояние от Слънцето за земния наблюдател – ъгълът Слънце-Земя-Венера е най-голям. Около такива моменти са най-благоприятните периоди на видимост на планетата.



Максимална източна елонгация имаме, когато Венера е на изток от Слънцето. Тогава тя се наблюдава вечер известно време след залеза на Слънцето над западния хоризонт. Както се вижда по посоките на движение на планетите от чертежа и като се има предвид фактът, че Венера се движи по-бързо по орбитата си от Земята, може да се заключи, че около момента на максимална източна елонгация и малко след него Венера се приближава към Земята.

Критерии за оценяване (общо 10 т.):

За отбелязване на дата и времето на наблюдението – 1 т.

За определяне на посоката, в която се вижда Венера – 1 т.

За обяснение защо Венера е била наричана Зорница или Вечерница – 2 т.

За посочване дали сега Венера се вижда като Зорница или като Вечерница – 1 т.

За посочване на Меркурий като другата планета, която има подобни периоди на вечерна и утринна видимост и обяснение – 2 т.

За правилна схема – 2 т.

За правилен отговор дали Венера се приближава или отдалечава от Земята – 1 т.

5 задача. Марсиански астроном. В малка пясъчна купчина на марсианския екватор живее златистолюспест астроном любител. Той обича да наблюдава в своя телескоп спътника Фобос, особено когато изгрива над Ръждивата пустиня, или когато залязва над Равнината на вихрушките.

- В каква посока се намират Ръждивата пустиня и Равнината на вихрушките – север, юг, изток, запад?

- Един ден марсианският астроном тръгва да пътешества. Накъде трябва да се движи той, за да вижда по-чести изгреви на Фобос – към Ръждивата пустиня или към Равнината на вихрушките?

- Ще вижда ли тогава той и по-чести изгреви на спътника Деймос?

Намерете сами необходимата ви информация за орбиталните периоди на двата спътника и за околоосното въртене на Марс.

Решение:

Периодът на околоосно въртене на Марс е 24 ч. 40 мин. Периодът на орбитално движение на спътника Фобос е 7 ч. 40 мин. Околоосното въртене на Марс и орбиталното движение на Фобос стават в една и съща посока – от запад на изток. Така е и при Луната и Земята, но понеже орбиталният период на Луната около Земята е много по-дълъг от периода на околоосното въртене на Земята, ние виждаме нашият спътник да изгрива от изток и да залязва на запад. Фобос, обаче, се движи по орбитата си с по-кратък период от периода на околоосно въртене на Марс. Неговото орбитално движение изпреварва околоосното въртене на планетата. Ето защо за марсианския наблюдател Фобос ще изгрива от запад и ще залязва на изток. Следователно Ръждивата пустиня трябва да е на запад от пясъчното жилище на марсианския астроном, а Равнината на вихрушките – на изток. За да вижда по-чести изгреви на Фобос, марсианецът трябва да се движи в посоката, откъдето изгрива спътникът, т.е. на запад, или към Ръждивата пустиня.

Спътникът Деймос има орбитален период 30 ч. 21 мин. – по-дълъг от периода на околоосно въртене на Марс. Следователно за марсианския астроном този спътник ще изгрива от изток и ще залязва на запад. Когато марсианецът се движи на запад, то той ще вижда по-редки изгреви на Деймос, отколкото когато стои на едно място.

Критерии за оценяване (общо 10 т.):

За намиране и сравняване на периодите на околоосно въртене на Марс и на орбитално движение на Фобос и Деймос – 2 т.

За правилни разсъждения относно посоката на изгрев и залез на Фобос – 2 т.

За правилен отговор за посоките към Ръждивата пустиня и Равнината на вихрушките – 1 т.

За правилни разсъждения в каква посока трябва да се движи марсианецът, за да вижда по-чести изгреви на Фобос – 2 т.

За верен отговор относно посоката на движение – 1 т.

За правилен отговор за честотата на изгревите на Деймос и обяснение – 2 т.

6 задача. В орбита около Земята. Международната космическа станция е голям изследователски комплекс, който се движи в орбита около Земята. На борда ѝ винаги има екипаж от космонавти от различни страни. На картата, която виждате, са отбелязани

точките от земната повърхност, над които станцията прелита в последователни моменти от време.

- Отбележете на картата коя е началната точка от движението на станцията.
- Колко обиколки около Земята е извършила станцията за времето, за което е била проследявана по този начин върху картата?
- Определете орбиталния период на станцията. Обяснете използвания от вас метод. Движението на станцията е независимо от околоосното въртене на Земята.



Решение:

Ако Земята не се въртеше около оста си, при всяка своя обиколка около нея космическата станция щеше да прелита над едни и същи точки над земната повърхност. Но Земята се върти и при всяка нова обиколка около нея станцията прелита над различни точки, лежащи на един и същи географски паралел. Да вземем за простота точките от земния екватор. Земята се върти от запад на изток. Ако в началото на една обиколка около Земята станцията прелети над дадена точка от екватора, то в края на тази обиколка станцията ще прелети над друга точка от екватора, отместена на разстояние x и лежаща на запад от първата точка. Така заключаваме, че вълнообразната крива, описваща проекцията на орбитата на станцията върху земната повърхност, при всяка нова обиколка на станцията ще се отмества наляво. Въз основа на това можем да означим върху картата началната (1) и крайната точка (2) от движението на станцията, както и посоката на това движение. Разглеждайки линията, описвана от проекцията на станцията, установяваме, че са проследени две нейни обиколки около Земята.

Ние отбелязахме с x разстоянието между две точки от екватора, над които прелита станцията в началото и в края на една своя обиколка около Земята. Това разстояние съответства на завъртането на Земята около нейната ос за време, равно на орбиталния

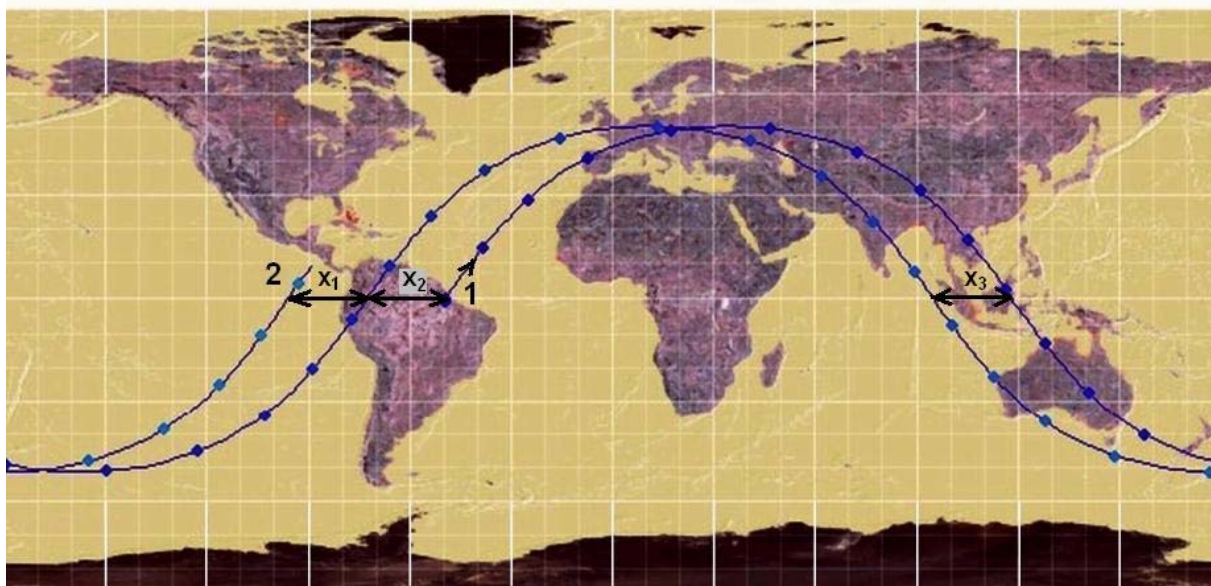
период на станцията. Ако определим разстоянието x в ъглови единици по географска дължина, ще получим ъгъла, на който се завърта нашата планета за времето на една обиколка на станцията. По картата можем да измерим три такива отмествания x_1 , x_2 и x_3 и да пресметнем средната стойност. Използваме квадратната мрежа на картата. По екватора се нанасят 36 квадратчета. Страната на всяко от тях по географска дължина очевидно съответства на $360^\circ / 36 = 10^\circ$. Определяме средното отместване: $x \approx 23.3^\circ$.

Земята се върти около оста си с период $T = 23$ ч. 56 мин., или едно звездно денонощие. На ъгъл x тя ще се завърти за време:

$$P = T \cdot \frac{23.3^\circ}{360^\circ} \approx 1.55 \text{ часа}$$

Това е и орбиталният период на Международната космическа станция.

Поради малката точност, с която работим, не бихме допуснали голяма грешка и ако използваме продължителността на слънчевото денонощие като период на въртене на Земята, или 24 часа. Освен това, без твърде прецизни измервания, приблизително можем да оценим отместването x като равняващо се на около $2 \frac{1}{4}$ квадратчета, или 22.5° . Използвайки тези стойности, получаваме орбитален период на станцията около 1.5 часа.



Критерии за оценяване (общо 10 т.):

За правилно определяне на началната и крайната точка от движението на станцията и обяснение – 3 т.

За определяне на броя на обиколките – 1 т.

За правилен метод на определяне на орбиталния период на станцията – 3 т.

За измервания и изчисления – 2 т.

За верен числен отговор – 1 т.

Ако участникът е използвал приблизителния метод на работа и е получил период на станцията около 1.5 часа, то следва решението му да се оценява като правилно и да му се дава пълният брой точки. За по-точното решение с по-прецизното определяне на

отклонението x и използване на продължителността на звездното, а не на слънчевото денонощие – да се дават допълнителни точки за награда.

Максимален брой точки за темата: 60

- ❖ **Признават се всички варианти на решения, които достигат до верен отговор**
- ❖ **Ако са прескочени някои действия, които носят точки, но е получен верен междинен резултат, тези точки се признават**

ВАЖНО! За Областния кръг на олимпиадата се класират участниците, получили 30 и повече точки от решените задачи на Общинския кръг.

ОЦЕНЯВАНЕ: При оценяването на **всяка една задача** се спазва следното:

При разлика в оценяването до една точка (включително) между двамата проверители крайната оценка е средноаритметично от точките на двамата проверители.

При разлика между двамата проверители повече от една точка, задачата се преразглежда от двамата проверители заедно.

Решението на всяка задача се оценява с максимален брой от 10 точки. Освен тях, в някои случаи могат да се присъждат и до две допълнителни точки за награда, когато:

- решението съдържа особено оригинална идея, която е вярна и правилно използвана;
- в решението е отчетен фактор, чието отчитане не се изисква в официалното решение (за да се улесни задачата), но по принцип е достатъчно основателно.

Точките за награда могат да се дават и когато останалата част на решението не се оценява с максималния брой точки.

УКАЗАНИЯ И РЕШЕНИЯ

за оценяване на задачите от общинския кръг
на олимпиадата по АСТРОНОМИЯ за IX-X клас
21 декември 2013 г.

1 задача. Звезда като стотинка. Звездата Антарес от съзвездието Скорпион е червен свръхгигант. Чрез метода на интерферометрията е определен нейният видим ъглов диаметър, който е $0.0425''$ (дъгови секунди).

- Измерете диаметъра на монета от 1 стотинка. На какво разстояние трябва да я поставите от вас, за да се вижда под същия ъгъл, както Антарес?

- Намерете информация за разстоянието до звездата Антарес. Като използвате това разстояние, пресметнете диаметъра на Антарес в километри.

- Какъв е видимият ъглов диаметър на Слънцето за наблюдател на планетата Сатурн? А какъв би бил видимият от Сатурн ъглов диаметър на Антарес, ако тази звезда се постави на мястото на Слънцето? (Начертайте схема в подходящ мащаб и измерете ъгъла с транспортир.)

Решение: Измерваме с линейка монета от една стотинка. Получаваме, че диаметърът е равен на 16 mm. Същият размер може да се намери и в сайтовете, описващи българските монети, които са в обръщение. Диаметърът на монетата, разделен на разстоянието до нея, е равен на ъгъла, под който тя се вижда, измерен в радиани:

$$\alpha = \frac{d}{r},$$

където d е диаметърът на стотинката, а r е разстоянието до нея. За да изразим ъгъла в дъгови секунди, трябва да умножим стойността в радиани по броя на секундите в един радиан. Тогава за разстоянието получаваме:

$$r = 206265'' \cdot \frac{d}{\alpha''} \approx 77.7 \text{ km}$$

Тук числото $206265''$ е броят на секундите в един радиан, а $\alpha'' = 0''.0425$ е ъгълът, под който виждаме монетата, изразен в секунди.

Разстоянието до Антарес е 600 светлинни години или 185 парсека. Тогава, разсъждавайки аналогично на горното подусловие, за диаметъра на Антарес получаваме:

$$D_A = \alpha \cdot r_A = 7.68 \text{ AU} = 1.176 \cdot 10^9 \text{ km}$$

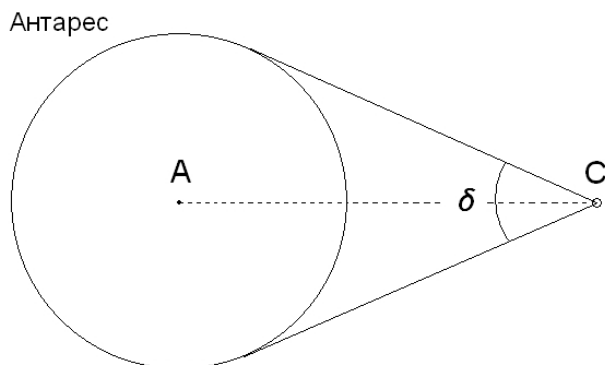
Видимият ъглов диаметър на Слънцето получаваме като използваме диаметъра D_C на Слънцето и разстоянието r_C от Сатурн до него. Видимият ъглов диаметър на Слънцето β е:

$$\beta = 57^\circ.3 \times D_C / r_C \approx 0^\circ.0557 \approx 3'20''$$

където $57^\circ.3$ са градусите, съдържащи се в един радиан.

За да получим видимия ъглов диаметър на Антарес, гледан от Сатурн, трябва да имаме предвид, че Антарес е много голяма звезда. Диаметърът ѝ е сравним с разстоянието от Сатурн до центъра на Слънчевата система и следователно в построяването на ъгъла

следва да се използва не просто диаметърът на звездата, а окръжност с диаметър, пропорционален на диаметъра на звездата, в съответния мащаб.



Фиг.1

На Фиг.1 е показано как от Сатурн, означен с точка С, са спуснати два допирателни лъча към двата противоположни края диска на звездата, гледан от Сатурн. Измерваме ъгъла и получаваме, че видимият ъглов диаметър на звездата е около $48^{\circ}.5$ (градуса).

Критерии за оценяване (общо 10 точки):

За определяне на диаметъра на стотинката – 0.5 т.

За правилен метод за определяне на разстоянието, на което трябва да се отдалечи монетата – 2 т.

За верен числен резултат за разстоянието до монетата – 0.5 т.

За намиране на информация за разстоянието до Антарес – 0.5 т.

За определяне на диаметъра на Антарес – 2 т.

За намиране на необходимата информация за определяне на видимия ъглов размер на Слънцето, гледано от Сатурн – 1 т.

За пресмятане на ъгловия диаметър на Слънцето – 1 т.

За построяване на схема в подходящ мащаб на Антарес, гледан от Сатурн – 2 т.

За определяне на ъгловия диаметър на Антарес, гледан от Сатурн – 0.5 т.

2 задача. Слънчев часовник. Вземете по-дълбока и голяма чиния и подходящ лист хартия. С помощта на чинията очертайте върху листа кръг. Това ще бъде циферблатът на слънчевия часовник. Разграфете го равномерно на 24 равни ъгли и ги означете от 1 до 24 часа. Поставете листа върху маса, намираща се на подходящо място, така че да я огрява Слънцето. В центъра на дъното на чинията нарисуйте малко черно кръгче. Поставете чинията в кръга, очертан на листа. Налейте в нея вода. Наблюдавайте отражението на Слънцето във водата. В 12 часа на обяд завъртете листа с циферблата така, че когато виждате отражението на Слънцето точно върху черното кръгче на дъното на чинията, пред вас да се намира делението, означено с 12 часа. Проверете по същия начин в каква посока ще е Слънцето в 13, 14, 15 часа или други моменти по вашия часовник. Отбележете това на циферблата.

• Съвпадат ли отбелязаните от вас посоки с деленията на циферблата за съответните часове? Представете листа с циферблата заедно с решението на задачата. Отбележете върху него датата на наблюдението.

• Къде по земното кълбо при провеждането на такова наблюдение ще има съвпадение на наблюдаваните посоки към Слънцето на кръгли часове с равномерно разпределените деления на циферблата?

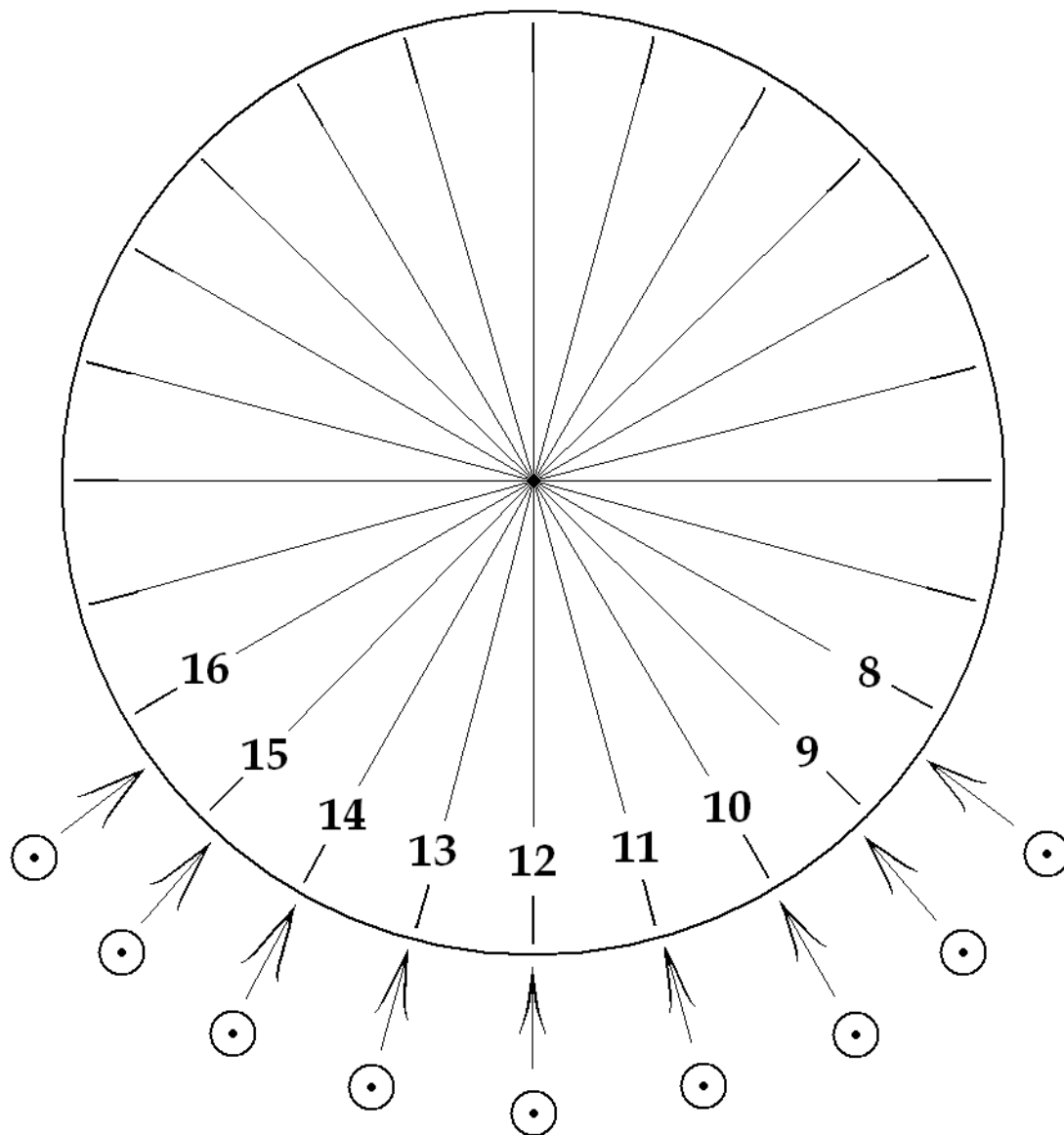
Обяснете вашите отговори.

Решение: Подходящият за работа лист хартия трябва да е по-голям от стандартния А4 формат, за да има достатъчно площ за работа. Може да се използват два съединени листа хартия. Възможно е да се работи с по-малък лист и по-малка по размери чиния или друг съд за вода, но точността на работата ще бъде по-малка.

За да получим смислени резултати, трябва да работим с максимална точност. Най-добре е да си направим малък отвес – конец с малка тежест, завързана към единия му край. Наблюдавайки отражението на Слънцето във водата, държим конеца така, че той да преминава през центъра на отразения диск на Слънцето, при което отвесът сочи точка от от листа с циферблата, която отбелязваме. Повтаряме наблюдението, като поставяме втора точка, която се намира по-далеч от центъра. Прекарваме права линия през двете точки и получаваме проекцията на направлението към Слънцето върху хоризонтална равнина, в даден момент от време. Трябва да работим на равна повърхност, която е добре хоризонтирана. Водата в чинията трябва да е спокойна, без вълнички. Правим наблюденията на кръгъл час. Ако отражението на Слънцето при всяко наблюдение съвпада с черната точка в центъра на чинията, което е много трудно да се постигне, линиите следва да се пресекат в центъра на циферблата. Може, обаче, да определяме само направленията към Слънцето и после да ги пренесем успоредно така, че да минават през центъра на циферблата.

Резултатите, които получаваме, на пръв поглед са изненадващи. В други сезони, особено през лятото, Слънцето може за кратко време да пресече голям сектор по азимут, когато преминава недалеч от зенита, или да променя много бавно своя азимут – когато е в посоките изток и запад. През зимата не е така. Слънцето се движи ниско над хоризонта, като при това денонощно движение, за всеки час, изминава около 15° по азимут. Все пак около пладне то изминава съвсем малко повече от 15° , а веднага след изгрев и преди залез, поради наклона на траекторията му относно хоризонта, по-малко от 15° . Понеже Слънцето много трудно може да се наблюдава близо до изгрев или залез, то може да се каже, че през декември ние го виждаме да се движи така, че за 1 час изминава приблизително 1 час от деленията на циферблата. Отклоненията, извън посоките към изгрева и залеза, са много малки и са в границите на грешката с която се работи.

Ето как примерно изглеждат резултатите от много точно измерване на положенията на Слънцето на всеки кръгъл час. Разбира се, приемаме, че в 12 часа, Слънцето е точно срещу числото 12 на циферблата и има геодезически азимут 180° :



Посока към Слънцето

Виждаме, че за един час Слънцето, когато е приблизително в посока юг, изминава около 15° , което е 1 час на циферблата. А по-близо до посоките изток и запад изминава 14° и 13° на час.

Почти точно 15° , или 1 час по циферблата, Слънцето ще изминава за един час там, където се движи почти успоредно на хоризонта. Това може да се случи на някой от полюсите. През декември това може да се види в околностите на Южния полюс на Земята.

Критерии за оценяване (общо 10 т.):

За практическо изпълнение – наблюдение и измерване, представяне на листа с начертаните деления и отбелязаните реални посоки към Слънцето – 4 т.

За посочване на датата на наблюдението – 1 т.

За заключение по въпроса дали има съвпадение с предварително начертаните деления за часовете – 1 т.

За обяснение и разсъждения къде по Земята би се наблюдавало съвпадение – 3 т.

За правилен краен отговор къде именно би се наблюдавало съвпадение – 1 т.

3 задача. Галактическо пътешествие. Авантюристично настроен мулти-милиардер от XXVI век си купува най-грандиозната свръхмощна и свръхбърза ракета, която се ускорява до изключително висока скорост.

- В посока към кое съзвездие трябва да полети той с нея, така че да напусне по най-краткия път нашата Галактика? Ракетата се движи по права линия в равнината на галактичния диск.

- Не толкова богат милионер, но също с приключенски дух, си купува по-малка ракета, която се ускорява само за кратко време в началото на полета и развива скорост до няколкостотин километра в секунда. В каква посока трябва да се изстреля тази ракета, за да „падне” в центъра на Галактиката?

Упътване: Не забравяйте, че Слънцето се движи около центъра на Галактиката.

Решение: Слънчевата система се намира на около 8.5 крс (килопарсека) от центъра на нашата Галактика, което е приблизително две трети от радиуса на нашата Галактика. Най-краткият път, лежащ в равнината на диска на Галактиката, е в посока противоположна на посоката към нейния център. Центърът на Галактиката се намира в съзвездието Стрелец. Стрелец е зодиакално съзвездие и тъй като еклиптиката е голям кръг от небесната сфера, и понеже зодиакалните съзвездия са четен брой, може да очакваме търсената посока да лежи в противоположното зодиакално съзвездие, т.е. в Близнаци.

Това, обаче, е твърде приблизителен отговор и, както ще видим, не е съвсем верен. По-точен резултат ще получим, ако потърсим информация за екваториалните координати на центъра на Галактиката и след това намерим противоположната точка на небесната сфера. Координатите на центъра на Галактиката са:

$$\alpha = 17^{\text{h}} 45^{\text{m}} 40^{\text{s}}.04, \quad \delta = -29^{\circ} 00' 28''.1$$

Тогава противоположната точката от небесната сфера има координати:

$$\alpha = 5^{\text{h}} 45^{\text{m}} 40^{\text{s}}.04, \quad \delta = +29^{\circ} 00' 28''.1$$

Намираме в звезден атлас или на подробна звездна карта, къде се намира точката с тези екваториални координати и виждаме, че тя е в съзвездието Колар, съвсем близо до границата със съзвездието Бик (Телец), както и до съзвездието Близнаци.

Възможен е и трети начин за намирането на противоположната на галактическия център точка. В компютърен атлас на звездното небе, който освен екваториални координати може да показва и координати на обектите в други координатни системи, в частност в галактически координати, намираме точката с галактически координати противоположни на координатите на центъра на Галактиката, а именно: $\mathbf{b} = 0^{\circ}$, $\mathbf{l} = 180^{\circ}$, където \mathbf{b} и \mathbf{l} са съответно галактическата ширина и галактическата дължина на точката.

Въртенето на Галактиката става в посока на “завиване” на спиралните ръкави, т.е. по посока на часовниковата стрелка, гледано от Северния галактичен полюс. Там, на 90° от галактичния център, но в плоскостта на Галактиката, се вижда съзвездието Лебед. Към него е насочено движението на Слънцето, при неговото въртене около центъра на Галактиката. За да “паднем” към центъра на Галактиката трябва да компенсирате това орбитално движение. Следователно космическият кораб трябва да се изстреля в обратна посока. Обратна на съзвездието Лебед е посоката към съзвездието Корабни платна.

Критерии за оценяване (общо 10 т.):

За съобразяване и обяснение на това, че свръхбързата ракета трябва да полети в посока обратна на центъра на Галактиката – 2 т.

За посочване на факта, че центърът на Галактиката се намира в Стрелец – 1 т.

За отговор, че ракетата трябва да полети към противоположното на Стрелец съзвездие по еклиптиката и обяснение – 1 т.

За посочване на съзвездието Близнаци като направление на полета – 1 т.

За допълнително уточняване чрез координатите на галактичния център и посочване на съзвездието Колар могат да се дават допълнителни точки за награда.

За правилни разсъждения как не толкова бързата ракета може да стигне до центъра на Галактиката – 3 т.

За обяснение по въпроса накъде се движи Слънцето – 1 т.

За уточняване в посока към кое съзвездие трябва да полети ракетата – 1 т.

4 задача. Марсиански астроном. В малка пясъчна купчина на марсианския екватор живее златистолуспест астроном любител. Той обича да наблюдава в своя телескоп спътника Фобос, особено когато изгрява над Ръждивата пустиня, или когато залязва над Равнината на вихрушките.

• В каква посоки се намират Ръждивата пустиня и Равнината на вихрушките – север, юг, изток, запад?

• Един ден марсианският астроном тръгва да пътешества. Накъде трябва да се движи той, за да вижда по-чести изгреви на Фобос – към Ръждивата пустиня или към Равнината на вихрушките?

• Ще вижда ли тогава той и по-чести изгреви на спътника Деймос?

Намерете сами необходимата ви информация за орбиталните периоди на двата спътника и за околоосното въртене на Марс.

Решение:

Периодът на околоосно въртене на Марс е 24 ч. 40 мин. Периодът на орбитално движение на спътника Фобос е 7 ч. 40 мин. Околоосното въртене на Марс и орбиталното движение на Фобос стават в една и съща посока – от запад на изток. Така е и при Луната и Земята, но понеже орбиталният период на Луната около Земята е много по-дълъг от периода на околоосното въртене на Земята, ние виждаме нашият спътник да изгрява от изток и да залязва на запад. Фобос, обаче, се движи по орбитата си с по-кратък период от периода на околоосно въртене на Марс. Неговото орбитално движение изпреварва околоосното въртене на планетата. Ето защо за марсианския наблюдател Фобос ще изгрява от запад и ще залязва на изток. Следователно Ръждивата пустиня трябва да е на запад от пясъчното жилище на марсианския астроном, а Равнината на вихрушките – на изток. За да вижда по-чести изгреви на Фобос, марсианецът трябва да се движи в посоката, откъдето изгрява спътникът, т.е. на запад, или към Ръждивата пустиня.

Спътникът Деймос има орбитален период 30 ч. 21 мин. – по-дълъг от периода на околоосно въртене на Марс. Следователно за марсианския астроном този спътник ще изгрява от изток и ще залязва на запад. Когато марсианецът се движи на запад, то той ще вижда по-редки изгреви на Деймос, отколкото когато стои на едно място.

Критерии за оценяване (общо 10 т.):

За намиране и сравняване на периодите на околоосно въртене на Марс и на орбитално движение на Фобос и Деймос – 2 т.

За правилни разсъждения относно посоката на изгрев и залез на Фобос – 2 т.

За правилен отговор за посоките към Ръждивата пустиня и Равнината на вихрушките – 1 т.

За правилни разсъждения в каква посока трябва да се движи марсианецът, за да вижда по-чести изгреви на Фобос – 2 т.

За верен отговор относно посоката на движение – 1 т.

За правилен отговор за честотата на изгревите на Деймос и обяснение – 2 т.

5 задача. Телескопи. Разгледайте схемите на различните видове телескопи.

- За всяка от схемите посочете каква система телескоп изобразява.
- На коя от схемите е показан телескопът на Мерсен?
- Обяснете как би могло да се определи увеличението на телескопа на Мерсен.

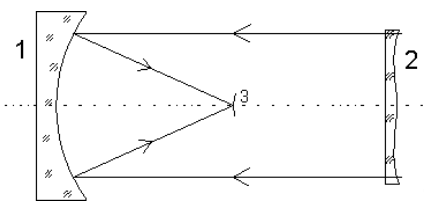


Схема А

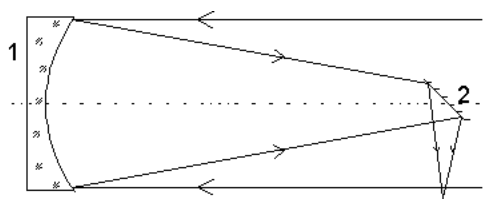


Схема Б

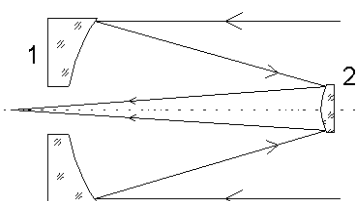


Схема В

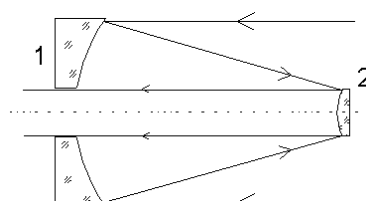


Схема Г

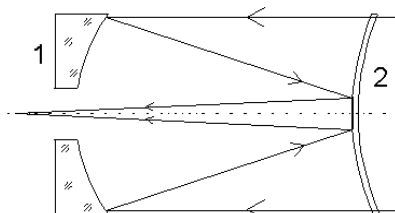


Схема Д

Решение: Схема А изобразява така наречената Шмидт камера или Шмидт телескоп. Той се използва само за астрофотография. Няма възможност да се наблюдават обектите с помощта на окуляр. Изображението се получава в средата на телескопа, точно между корекционната пластина и сферичното огледало.

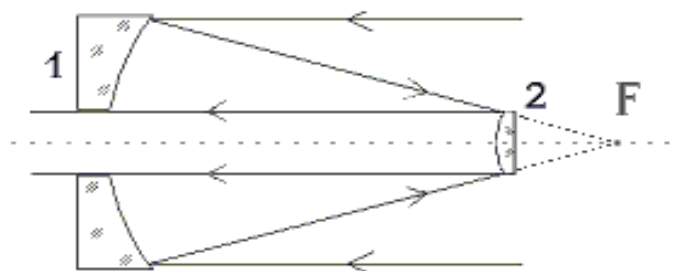
На Схема Б е показан телескоп система Нютон. Вдлъбнатото първично огледало и плоско вторично огледало, което пренасочва лъчите под ъгъл 90° относно оптичната ос, така че изображението се формира странично, извън тръбата на телескопа.

На Схема В е показан класически телескоп Касегрен. Той има два основни оптически елемента – главно вдлъбнатото огледало и вторично изпъкнало огледало, като образът се получава зад главното огледало, извън тръбата на телескопа но на оптичната ос.

На Схема Г е показан телескопът на Мерсен. Той съдържа същите оптически елементи, както и телескопът система Касегрен, но вторичното огледало играе различна роля. То не пренасочва лъчите зад първичното огледало, за да създаде изображение, а направо ги превръща в успореден сноп лъчи, така че зад отвора на главното огледало

може без допълнителни оптически елементи да се наблюдава с око обектът, към който е насочен телескопът. Това означава, че телескопът на Мерсен всъщност се състои от един елемент, който създава образ – главното огледало, а вторичното огледало играе ролята на окуляр. Главното огледало е положителен оптически елемент, а вторичното е отрицателен. Така телескопът на Мерсен представлява огледален аналог на телескопа на Галилей. Образът, наблюдаван в телескопа, е прав и той, както и телескопът на Галилей, работи като далекоглед.

Увеличението на телескопа на Мерсен се пресмята, като фокусното разстояние на главното огледало (обектива) се раздели на фокусното разстояние на вторичното огледало (окуляра). Вторичното огледало следва да е поставено така, че неговият фокус да съвпада с фокуса на първичното огледало (Фиг1.).



Фиг.1.

На Схема Д е показан менисков телескоп известен още като телескоп система Максубов. При навлизане в телескопа, лъчите преминават през тънка леща, ограничена от две концентрични сферични повърхности – мениск, която компенсира сферичната aberация на главното огледало (което е сферично). Вариантът, показан на схемата, е менисков Касегрен, т.е. към вътрешната част на мениска е прикрепено изпъкнало вторично огледало, което изпраща лъчите към централния отвор в главното огледало, зад което се формира образът на обекта.

Критерии за оценяване (общо 10 точки):

За посочване на системите телескопи, изобразени на схемите – $5 \times 1.5 = 7.5$ т.

За разсъждения относно ролята на елементите в телескопа на Мерсен – 2 т.

За отговор на въпроса за увеличението на телескопа на Мерсен – 0.5 т.

6 задача. В орбита около Земята. Международната космическа станция е голям изследователски комплекс, който се движи в орбита около Земята. На борда ѝ винаги има екипаж от космонавти от различни страни. На картата, която виждате, са отбелязани точките от земната повърхност, над които станцията прелита в последователни моменти от време.

- Отбележете на картата коя е началната точка от движението на станцията.
- Колко обиколки около Земята е извършила станцията за времето, за което е била проследявана по този начин върху картата?
- Определете орбиталния период на станцията.
- Пресметнете и отбележете с точка върху картата къде ще се проектира станцията, след като направи 48 обиколки около Земята, считано от началния момент на движението, което е отразено на тази карта.

Упътване: Движението на станцията е независимо от околоосното въртене на Земята.



Решение:

Ако Земята не се въртеше около оста си, при всяка своя обиколка около нея космическата станция щеше да прелита над едни и същи точки над земната повърхност. Но Земята се върти и при всяка нова обиколка около нея станцията прелита над различни точки, лежащи на един и същи географски паралел. Да вземем за простота точките от земния екватор. Земята се върти от запад на изток. Ако в началото на една обиколка около Земята станцията прелети над дадена точка от екватора, то в края на тази обиколка станцията ще прелети над друга точка от екватора, отместена на разстояние x и лежаща на запад от първата точка. Така заключаваме, че вълнообразната крива, описваща проекцията на орбитата на станцията върху земната повърхност, при всяка нова обиколка на станцията ще се отмества наляво. Въз основа на това можем да означим върху картата началната (1) и крайната точка (2) от движението на станцията, както и посоката на това движение. Проследявайки линията, описвана от проекцията на станцията, установяваме, че са проследени две нейни обиколки около Земята.

Ние отбелязахме с x разстоянието между две точки от екватора, над които прелита станцията в началото и в края на една своя обиколка около Земята. Това разстояние съответства на завъртането на Земята около нейната ос за време, равно на орбиталния период на станцията. Ако определим разстоянието x в ъглови единици по географска дължина, ще получим ъгъла, на който се завърта нашата планета за времето на една обиколка на станцията. По картата можем да измерим три такива отмествания x_1 , x_2 и x_3 и да пресметнем средната стойност. Използваме квадратната мрежа на картата. По екватора се нанасят 36 квадратчета. Страната на всяко от тях по географска дължина очевидно съответства на $360^\circ / 36 = 10^\circ$. Определяме средното отместване: $x \approx 23.3^\circ$.

Земята се върти около оста си с период $T = 23$ ч. 56 мин., или едно звездно денонощие. На ъгъл x тя ще се завърти за време:

$$P = T \cdot \frac{23.3^\circ}{360^\circ} \approx 1.55 \text{ часа}$$

Това е и орбиталният период на Международната космическа станция.

Поради малката точност, с която работим, не бихме допуснали голяма грешка и ако използваме продължителността на слънчевото денонощие като период на въртене на Земята, или 24 часа. Освен това, без твърде прецизни измервания, приблизително можем да оценим отместването x като равняващо се на около $2\frac{1}{4}$ квадратчета, или 22.5° . Използвайки тези стойности, получаваме орбитален период на станцията около 1.5 часа.

Щом за времето на една обиколка на станцията Земята се завърта на ъгъл $x \approx 23.3^\circ$, то за 48 обиколки ъгълът, на който ще се завърти нашата планета, ще бъде:

$$y = 48x = 1118.4^\circ$$

Разделяме този ъгъл на 360° , за да видим колко пълни завъртания е направила Земята за това време:

$$1118.4^\circ / 360^\circ \approx 3.107$$

Следователно Земята е направила 3 пълни завъртания, след което се е завъртяла още на ъгъл: $1118.4^\circ - 3 \times 360^\circ = 38.4^\circ$. Това означава, че след 48 обиколки проекцията на станцията върху земната повърхност ще е отместена на 38.4° западно от точка 1 – началната точка на схемата. Отмерваме по схемата в съответния мащаб и нанасяме положението на проекцията на станцията – приблизително в точка 3.

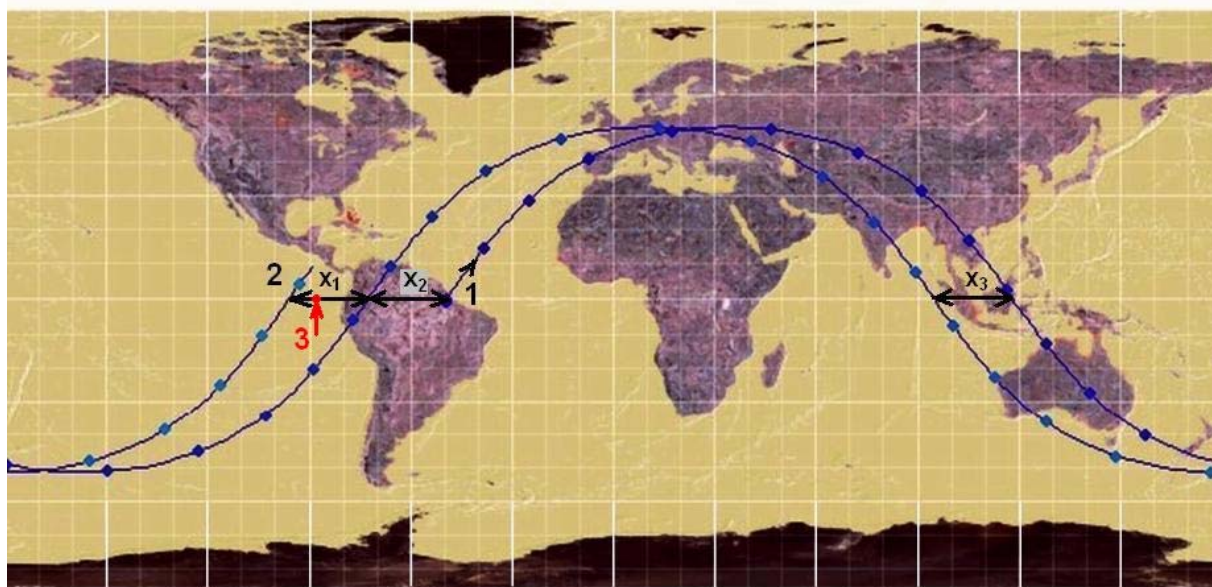
Ако използваме по-неточната стойност на периода – 1.5 часа, бихме получили малко по-различен резултат. Времето, за което станцията ще направи 48 обиколки в такъв случай, ще бъде:

$$1.5 \times 48 = 72 \text{ часа} = 3 \text{ слънчеви денонощия} \approx 3 \text{ звездни денонощия и } 12 \text{ минути}$$

За това време Земята ще направи три пълни завъртания около оста си и ще се завърти още на ъгъл:

$$\frac{12^m / 60}{24^h} \cdot 360^\circ = 3^\circ$$

Това означава, че след 48 обиколки станцията ще се проектира в точка, отместена само на 3° западно от началната точка 1 върху земната повърхност.



Критерии за оценяване (общо 10 т.):

За правилно определяне на началната и крайната точка от движението на станцията и обяснение – 2 т.

За определяне на броя на обиколките – 1 т.

За правилен метод на определяне на орбиталния период на станцията – 2 т.

За измервания и изчисления – 2 т.

За верен числен отговор – 1 т.

За определяне на прокцията след 48 обиколки – 2 т.

Ако участникът е използвал приблизителния метод на работа и е получил период на станцията около 1.5 часа, както и произтичащия от това различен резултат за позицията на станцията след 48 обиколки, то следва решението му да се оценява като правилно по принцип и да му се отнемат само 2 точки.

Максимален брой точки за темата: 60

- ❖ **Признават се всички варианти на решения, които достигат до верен отговор**
- ❖ **Ако са прескочени някои действия, които носят точки, но е получен верен междинен резултат, тези точки се признават**

ВАЖНО! За Областния кръг на олимпиадата се класират участниците, получили 30 и повече точки от решените задачи на Общинския кръг.

ОЦЕНЯВАНЕ: При оценяването на **всяка една задача** се спазва следното:

При разлика в оценяването до една точка (включително) между двамата проверители крайната оценка е средноаритметично от точките на двамата проверители.

При разлика между двамата проверители повече от една точка, задачата се преразглежда от двамата проверители заедно.

Решението на всяка задача се оценява с максимален брой от 10 точки. Освен тях, в някои случаи могат да се присъждат и до две допълнителни точки за награда, когато:

- решението съдържа особено оригинална идея, която е вярна и правилно използвана;
- в решението е отчетен фактор, чието отчитане не се изисква в официалното решение (за да се улесни задачата), но по принцип е достатъчно основателно.

Точките за награда могат да се дават и когато останалата част на решението не се оценява с максималния брой точки.

УКАЗАНИЯ И РЕШЕНИЯ

за оценяване на задачите от общинския кръг
на олимпиадата по АСТРОНОМИЯ за XI-XII клас
21 декември 2013 г.

1 задача. Летният триъгълник. Ярките звезди Вега, Денеб и Алтаир образуват т.нар. Летен триъгълник, който украсява небето през летните нощи. Намерете информация за видимите ъгли разстояния между всеки две от тези три звезди и за разстоянието до всяка от тях.

- Пресметнете обиколката на Летния триъгълник в светлинни години.

Решение:

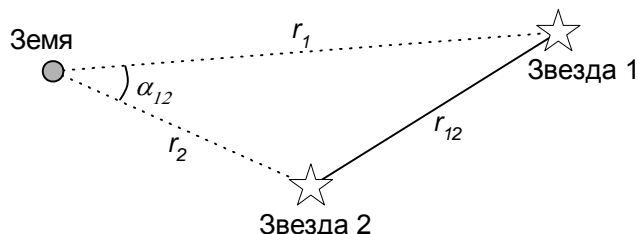
В различни източници можем да намерим леко различаващи се данни за видимите ъгли разстояния между звездите и за разстоянията от нас до звездите в светлинни години. Само за Денеб намираме доста силно отличаващи се данни, които варират между 1000 и 3000 светлинни години, тъй като определянето на разстоянието до такава далечна звезда не е лесно. Да приемем за определеност следните данни:

Видими ъгли разстояния		Разстояния от нас до звездите в светлинни години	
Вега - Алтаир	34°	Вега	25.05 ly
Вега - Денеб	24°	Алтаир	16.73 ly
Денеб - Алтаир	38°	Денеб	2615 ly

Нека с r_1 и r_2 означим разстоянията в светлинни години от нас до две от звездите, а с α_{12} видимото ъглово разстояние между тях. Тогава линейното разстояние r_{12} от едната до другата звезда можем да намерим, като използваме косинусовата теорема:

$$r_{12}^2 = r_1^2 + r_2^2 - 2r_1r_2 \cos \alpha_{12}$$

$$r_{12} = \sqrt{r_1^2 + r_2^2 - 2r_1r_2 \cos \alpha_{12}}$$



Като приложим тази теорема за всяка двойка звезди, пресмятаме линейните разстояния между тях и получаваме:

Вега - Алтаир	14.6 ly
Вега - Денеб	2592 ly
Денеб - Алтаир	2602 ly

Това са страните на Летния триъгълник в светлинни години. Обиколката му определяме като ги съберем: $14.6 + 2592 + 2602 \approx 5209$ ly.

Критерии за оценяване (Общо 10 точки):

За намиране на информация за ъгловите разстояния между звездите и линейните разстояния от нас до тях – 3 т.

За правилен метод на пресмятане – 4.5 т.

За определяне на линейните разстояния между всеки две звезди – $3 \times 0.5 = 1.5$ т.

За верен числен отговор за обиколката – 1 т.

Поради различните различните начални данни, които биха намерили участниците, техните числени отговори ще бъдат различни. Важен при оценката е правилният метод на решение.

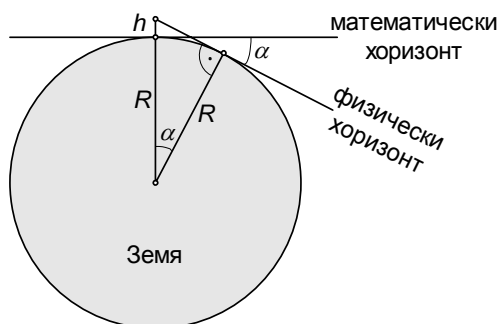
2 задача. В пустинята Сахара. В малък оазис, намиращ се на 30° географска ширина в пустинята Сахара, живеят двама бедуини. Единият от тях е с вечно неспокоен дух, а другият е твърде мързелив. Любителят на приключения си е купил камила, а другият се е сдобил с бедуинска шатра. В деня на пролетното равноденствие по изгрев Слънце ездачът на камила потегля през пустинята на запад и пътешества така цял ден. Другият остава да се излежава под единствената палма в оазиса.

- За кого от двамата денят ще е по-дълъг?
- Пресметнете разликата между продължителността на деня за единия и за другия бедуин. Необходимата информация за „техническите параметри” на камила намерете сами.

Решение:

Бедуинът, който язди камила, пътешества на запад – в посока, обратна на околоосното въртене на Земята. Ето защо за него залезът на Слънцето ще стане по-късно и денят ще е по-дълъг, отколкото за другия бедуин, който остава на едно място. Освен това, бедуинът, който се излежава на земята в оазиса, ще вижда изгрева и залеза на Слънцето практически от математическия хоризонт. А бедуинът, който язди камила, гледа от определена височина и за него ще има понижение на физическия хоризонт под нивото на математическия хоризонт. По тази причина за ездача на камила изгревът ще настъпи с известно подраняване, а залезът – с известно закъснение, и така денят за него ще се удължи още повече.

Да приемем, че продължителността на деня е интервалът от време между изгрева и залеза на центъра на видимия слънчев диск. За бедуина, който остава в оазиса, тя ще бъде 12 часа, понеже става въпрос за деня на пролетното равноденствие.



Височината на камилата е средно около 2 метра на нивото, на което седи ездачът. Като прибавим още около 80 см до нивото на очите му, общата височина над земната повърхност, от която той може да наблюдава изгревите и залезите на Слънцето, е около 2.8 метра. По тази причина за него физическият хоризонт ще е понижен с определен ъгъл спрямо математическия хоризонт.

Да означим този ъгъл с α , а височината на ездача върху камилата с $h = 2.8$ метра. Ще ни трябва и радиусът на земното кълбо, за който също можем да намерим информация – $R \approx 6370$ км. Ъгъла α пресмятаме от следното съотношение:

$$\cos \alpha = \frac{R}{R+h}$$

$$\alpha \approx 0.054^\circ$$

В деня на пролетното равноденствие можем да приемем, че Слънцето се намира на небесния екватор и описва дъга от 180° над хоризонта за 12 часа. Поради понижението на физическия хоризонт спрямо математическия, за ездача на камилата центърът на видимия слънчев диск ще опише дъга от $180^\circ + 2\alpha$ и за него денят ще бъде с продължителност:

$$d = 12^h \cdot \frac{180^\circ + 2\alpha}{180^\circ} \approx 12.0072^h \approx 12^h 00^m 26^s$$

В сравнение с продължителността на деня за бедуина, останал в оазиса, удължението, което се получава от този ефект, е $\Delta t_1 = 26^s$.

За ездача на камилата продължителността на деня ще зависи и от скоростта на камилата. Различни данни показват, че една камила може за известно време да бяга със скорост около 40 км/ч и дори да достигне до 65 км/ч. За скоростта при продължителни преходи данните варират между 3-5 и 16 км/ч. Да приемем, че скоростта на камилата на нашия ездач, с която тя може да се движи цял ден, е 10 км/ч. За 12 часа с тази скорост камилата ще измине разстояние $x = 10 \times 12 = 120$ км в западна посока. Разликата между географската дължина на оазиса и на точката, до която ще достигне ездачът на камилата при залез Слънце, ще бъде:

$$\Delta \lambda = 360^\circ \cdot \frac{x}{2\pi R \cos \varphi}$$

където $\varphi = 30^\circ$ е географската ширина на оазиса.

$$\Delta \lambda \approx 1.25^\circ$$

За мястото, до което ще стигне ездачът, Слънцето ще залезе по-късно, отколкото за оазиса, откъдето той тръгва. Закъснението на залеза ще бъде с интервал от време:

$$\Delta t_2 = 24^h \cdot \frac{\Delta \lambda}{360^\circ}$$

$$\Delta t_2 \approx 0.083^h \approx 4^m 59^s$$

Както се убеждаваме, ефектът от придвижването на запад върху удължаването на деня е много по-голям, отколкото този от понижаването на хоризонта поради височината на камилата и на ездача. Общата разлика между продължителността на деня за ездача на камилата и за бедуина, който се излежава в оазиса, ще бъде:

$$\Delta t = \Delta t_1 + \Delta t_2 = 5^m 25^s$$

Разбира се, при друг избор на скоростта на камила и нейната височина ще се получи друг числен резултат, но при оценяването е важен принципът на решението на задачата.

При това решение не отчетохме влиянието на рефракцията върху продължителността на деня за двамата бедуини. На хоризонта ъгълът на рефракцията е около $35'$. Рефракцията води до по-ранен момент на изгрева на Слънцето и по-късен момент на залеза за даден наблюдател, така че видимият път на Слънцето по небето в рамките на един ден се удължава общо с около $1^\circ 10' / \cos 30^\circ$. Поради това продължителността на деня ще се увеличи с още една величина:

$$\Delta t_r = 24^h \cdot \frac{1^\circ 10' / \cos 30^\circ}{360^\circ} = 5^m 23^s$$

Такова удължаване на деня ще се получи за бедуина, който остава да лежи в оазиса. За онзи, който е на камила, физическият хоризонт се намира по-ниско от математическия и рефракцията ще е малко по-голяма. Теоретично той ще получи малко по-голямо удължение на деня, отколкото бедуина в оазиса. Разликата между величините, с които ще се удължи денят за двамата по тази причина обаче, ще е много малка.

Критерии за оценяване (общо 10 т.):

За обяснение и вярно заключение как придвижването на ездача влияе на продължителността на деня за него – 1.5 т.

За обяснение и вярно заключение как височината на ездача върху камила влияе върху продължителността на деня за него – 1.5 т.

За намиране на данни за височината на камила и радиуса на Земята – 0.5 т.

За верен метод на пресмятане на ефекта от понижението на хоризонта – 2.5 т.

За намиране на информация за скоростта на камила – 0.5 т.

За верен метод на пресмятане на ефекта от придвижването с камила – 2.5 т.

За окончателен отговор за разликата в продължителността на деня – 1 т.

За разсъждения относно влиянието на рефракцията върху разликата в продължителността на деня могат да се дават допълнителни точки за награда.

Някои участници могат да приемат други дефиниции за продължителността на деня, например времето от момента, когато най-горната точка на видимия слънчев диск се покаже над хоризонта, до момента, когато най-горната точка се скрие под хоризонта. При това биха се получили различни резултати за самата продължителност на деня, но разликата между продължителността на деня за единия и за другия бедуин би трябвало да се получи същата, както в дадения по-горе вариант на решение (естествено в случай, че са избрани същите параметри на камила).

3 задача. Галактическо пътешествие. Авантюристично настроен мулти-милиардер от XXVI век си купува най-грандиозната свръхмощна и свръхбърза ракета, която се ускорява до изключително висока скорост.

- В посока към кое съзвездие трябва да полети той с нея, така че да напусне по най-краткия път нашата Галактика? Ракетата се движи по права линия в равнината на галактичния диск.

- Не толкова богат милионер, но също с приключенски дух, си купува по-малка ракета, която се ускорява само за кратко време в началото на полета и развива скорост до

няколкокостотин километра в секунда. В каква посока и с каква скорост трябва да се изстреля тази ракета, за да „падне” в центъра на Галактиката?

Решение: Слънчевата система се намира на около 8.5 крс (килопарсека) от центъра на нашата Галактика, което е приблизително две трети от радиуса на нашата Галактика. Най-краткият път, лежащ в равнината на диска на Галактиката, е в посока противоположна на посоката към нейния център. Центърът на Галактиката се намира в съзвездието Стрелец. Стрелец е зодиакално съзвездие и тъй като еклиптиката е голям кръг от небесната сфера, и понеже зодиакалните съзвездия са четен брой, може да очакваме търсената посока да лежи в противоположното зодиакално съзвездие, т.е. в Близнаци.

Това, обаче, е твърде приблизителен отговор и, както ще видим, не е съвсем верен. По-точен резултат ще получим, ако потърсим информация за екуatorialните координати на центъра на Галактиката и след това намерим противоположната точка на небесната сфера. Координатите на центъра на Галактиката са:

$$\alpha = 17^{\text{h}} 45^{\text{m}} 40^{\text{s}}.04, \quad \delta = -29^{\circ} 00' 28''.1$$

Тогава противоположната точката от небесната сфера има координати:

$$\alpha = 5^{\text{h}} 45^{\text{m}} 40^{\text{s}}.04, \quad \delta = +29^{\circ} 00' 28''.1$$

Намираме в звезден атлас или на подробна звездна карта, къде се намира точката с тези екуatorialни координати и виждаме, че тя е в съзвездието Колар, съвсем близо до границата със съзвездието Бик (Телец), както и до съзвездието Близнаци.

Възможен е и трети начин за намирането на противоположната на галактическия център точка. В компютърен атлас на звездното небе, който освен екуatorialни координати може да показва и координати на обектите в други координатни системи, в частност в галактически координати, намираме точката с галактически координати противоположни на координатите на центъра на Галактиката, а именно: $\mathbf{b} = 0^{\circ}$, $\mathbf{l} = 180^{\circ}$, където \mathbf{b} и \mathbf{l} са съответно галактическата ширина и галактическата дължина на точката.

Въртенето на Галактиката става в посока на “завиване” на спиралните ръкави, т.е. по посока на часовниковата стрелка, гледано от Северния галактичен полюс. Там, на 90° от галактичния център, но в плоскостта на Галактиката, се вижда съзвездието Лебед. Към него е насочено движението на Слънцето, при неговото въртене около центъра на Галактиката. За да “падне” към центъра на Галактиката трябва да компенсирате това орбитално движение. Следователно космическият кораб трябва да се изстреля в обратна посока. Обратна на съзвездието Лебед е посоката към съзвездието Корабни платна.

Скоростта на орбиталното движение на Слънчевата система около центъра на Галактиката е 220–240 km/s. За да компенсирате това орбитално движение трябва да изстреляте космическият кораб с тази скорост към точка с галактични координати $\mathbf{b} = 0^{\circ}$, $\mathbf{l} = 270^{\circ}$, т.е. към съзвездието Корабни платна.

Критерии за оценяване (общо 10 т.):

За съобразяване и обяснение на това, че свръхбързата ракета трябва да полети в посока обратна на центъра на Галактиката – 2 т.

За посочване на факта, че центърът на Галактиката се намира в съзвездието Стрелец – 0.5 т.

За отговор, че ракетата трябва да полети към противоположното на Стрелец съзвездие по еклиптиката и обяснение – 1 т.

За посочване на съзвездието Близнаци като направление на полета – 0.5 т.

За допълнително уточняване чрез координатите на галактичния център посочване на съзвездието Колар могат да се дават допълнителни точки за награда.

За правилни разсъждения как не толкова бързата ракета може да стигне до центъра на Галактиката – 2 т.

За обяснение по въпроса накъде се движи Слънцето – 1 т.

За уточняване в посока към кое съзвездие трябва да полети ракетата – 1 т.

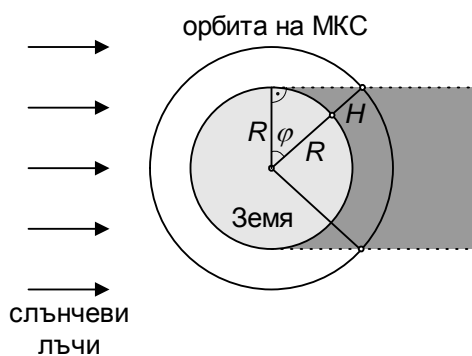
За определяне на скоростта, която е необходима на кораба – 2 т.

4 задача. Космически изгреви и залези. Намерете информация за Международната космическа станция.

- Като приемете орбитата на станцията за кръгова, определете каква е продължителността на деня за наблюдател, намиращ се на станцията.
- Как влияе атмосферата на Земята върху продължителността на деня?

Решение:

Продължителността на деня за Международната космическа станция (МКС) се определя от интервала от време, през който за наблюдател на станцията Слънцето не се скрива от Земята.



Височината на станцията над земната повърхност в перигей е 414 км, а в апогей – 416 км. Можем да приемем нейната орбита за кръгова със средна височина $H = 415$ км. Радиусът на Земята е $R \approx 6370$ км. Да намерим ъгъла φ . Както се вижда от чертежа:

$$\cos \varphi = \frac{R}{R + H}$$

$$\varphi \approx 20.14^\circ$$

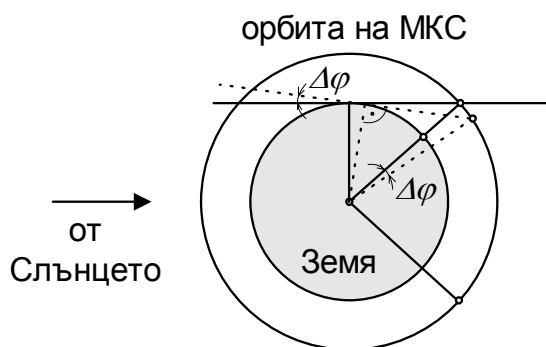
От момента на изгрева на Слънцето за станцията до залеза, тя се завърта по своята орбита на ъгъл $\beta = 180^\circ + 2\varphi$. Това става за време:

$$t = T \cdot \frac{\beta}{360^\circ} = T \cdot \frac{180^\circ + 2\varphi}{360^\circ}$$

където $T = 92.87$ минути е орбиталният период на станцията.

$$t \approx 56.83 \text{ min} \approx 56 \text{ min } 50 \text{ sec}$$

Тези пресмятания са валидни, ако считаме, че Слънцето е точков източник на светлина, или ако приемем, че продължителността на деня за станцията е равна на интервала от време между изгрева и залеза на центъра на видимия слънчев диск.



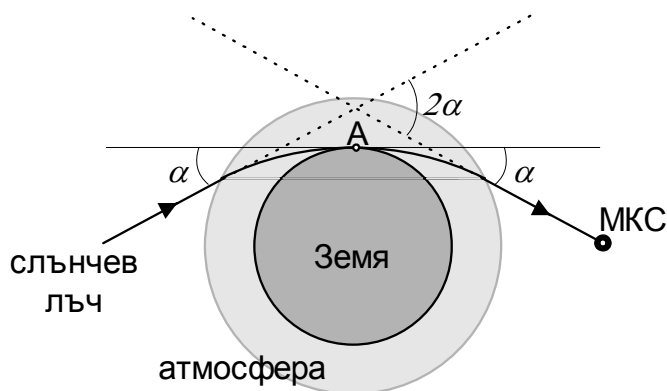
Все пак, на станцията ще е светло, дори и когато само част от слънчевия диск е над хоризонта. Ъгловият диаметър на видимия слънчев диск е приблизително 0.5° . Така секторът от орбитата на станцията, в който за нея ще е ден, ще се увеличи от двете страни с ъгъл, равен на радиуса на видимия слънчев диск, или с $\Delta\varphi = 0.25^\circ$.

Тогава за продължителността на деня за станцията получаваме:

$$t = T \cdot \frac{\beta}{360^\circ} = T \cdot \frac{180^\circ + 2\varphi + 2\Delta\varphi}{360^\circ}$$

$$t \approx 56.96 \text{ min} \approx 56 \text{ min } 57 \text{ sec}$$

Атмосферата на Земята е причина за рефракцията – поради изкривяването на светлинните лъчи в атмосферата се наблюдава видимо увеличаване на височината на светилата над хоризонта, наречено ъгъл на рефракция.



Близо до хоризонта този ъгъл е $\alpha \approx 35'$. На такъв ъгъл изглежда повдигнат над хоризонта даден космически обект, например Слънцето, за наблюдател, намиращ се в точка А на земната повърхност. До наблюдател, намиращ се на МКС, обаче, слънчевият лъч ще достигне, след като премине веднъж пътя на навлизане в атмосферата до точка А и след това симетричен на него път за излизане от земната атмосфера.

Затова от станцията ще се наблюдава двойно-по-голям ъгъл на рефракция. 2α . Това ще доведе до допълнително удължаване на деня за станцията със следната величина:

$$\Delta t = T \cdot 2 \cdot \frac{2\alpha}{360^\circ} \approx 0.60 \text{ min} \approx 36 \text{ sec}$$

Чрез множителя 2 пред 2α се отчита фактът, че рефракцията удължава деня както при изгрева, така и при залеза на Слънцето за наблюдател на станцията.

Окончателно, продължителността на деня, за наблюдател на станцията, ще бъде:

$$t_D = t + \Delta t \approx 57 \text{ min } 33 \text{ sec}$$

Критерии за оценяване (общо 10 т.):

За намиране на данни за орбиталните параметри на станцията – 1 т.

За правилен метод на пресмятане на продължителността на деня – 4 т.

За правилен числен резултат – 1 т.

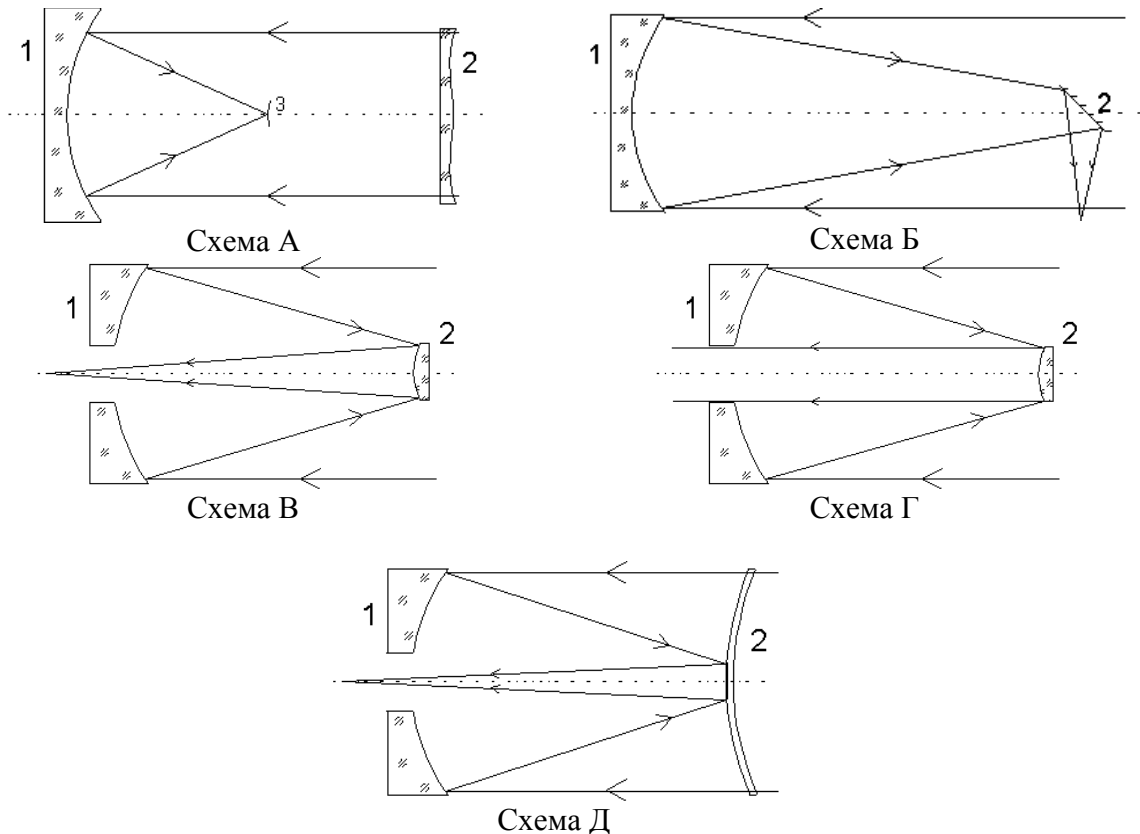
За отчитане на факта, че Слънцето не е точков източник – 1 т.

За качествено обяснение за влиянието на рефракцията – 2 т.

За числена оценка – 1 т.

5 задача. Телескопи. Разгледайте схемите на различните видове телескопи.

- За всяка от схемите посочете каква система телескоп изобразява.
- На коя от схемите е показан телескопът на Мерсен?
- Обяснете как би могло да се определи увеличението на телескопа на Мерсен.



Решение: Схемата А изобразява така наречената Шмидт камера или Шмидт телескоп. Той се използва само за астрофотография. Няма възможност да се наблюдават обектите с помощта на окуляр. Изображението се получава в средата на телескопа, точно между корекционната пластина и сферичното огледало.

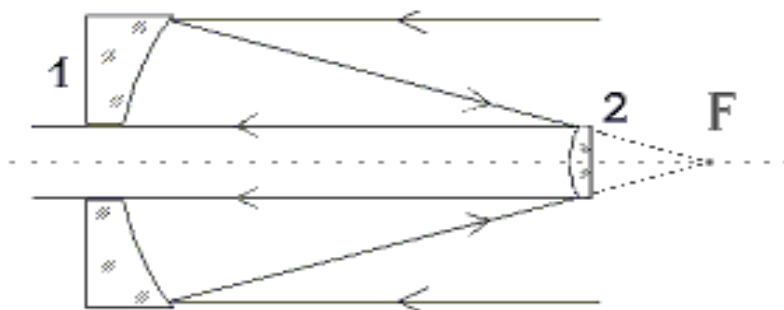
На Схемата Б е показан телескоп система Нютон. Вдлъбнатото първично огледало и плоско вторично огледало, което пренасочва лъчите под ъгъл 90° относно оптичната ос, така че изображението се формира странично, извън тръбата на телескопа.

На Схемата В е показан класически телескоп Касегрен. Той има два основни оптически елемента – главно вдлъбнатото огледало и вторично изпъкнало огледало, като образът се получава зад главното огледало, извън тръбата на телескопа но на оптичната ос.

На Схемата Г е показан телескопът на Мерсен. Той съдържа същите оптически елементи, както и телескопът система Касегрен, но вторичното огледало играе различна роля. То не пренасочва лъчите зад първичното огледало, за да създаде изображение, а

направо ги превръща в успореден сноп лъчи, така че зад отвора на главното огледало може без допълнителни оптически елементи да се наблюдава с око обектът, към който е насочен телескопът. Това означава, че телескопът на Мерсен всъщност се състои от един елемент, който създава образ – главното огледало, а вторичното огледало играе ролята на окуляр. Главното огледало е положителен оптически елемент, а вторичното е отрицателен. Така телескопът на Мерсен представлява огледален аналог на телескопа на Галилей. Образът, наблюдаван в телескопа, е прав и той, както и телескопът на Галилей, работи като далекоглед.

Увеличението на телескопа на Мерсен се пресмята, като фокусното разстояние на главното огледало (обектива) се раздели на фокусното разстояние на вторичното огледало (окуляра). Вторичното огледало следва да е поставено така, че неговият фокус да съвпада с фокуса на първичното огледало (Фиг1.).



Фиг.1.

На Схема Д е показан менисков телескоп известен още като телескоп система Максубов. При навлизане в телескопа, лъчите преминават през тънка леща, ограничена от две концентрични сферични повърхности – мениск, която компенсира сферичната aberация на главното огледало (което е сферично). Вариантът, показан на схемата, е менисков Касегрен, т.е. към вътрешната част на мениска е прикрепено изпъкнало вторично огледало, което изпраща лъчите към централния отвор в главното огледало, зад което се формира образът на обекта.

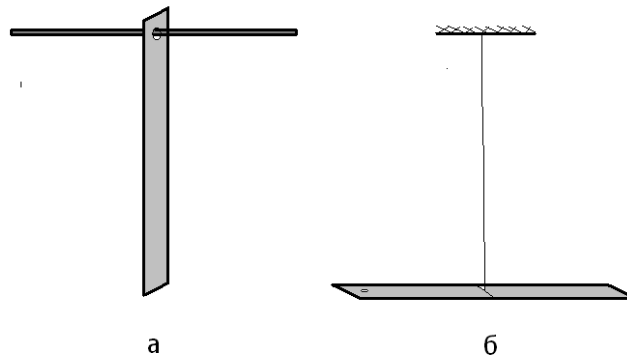
Критерии за оценяване (общо 10 точки):

За посочване на системите телескопи, изобразени на схемите – $5 \times 1.5 = 7.5$ т.

За разсъждения относно ролята на елементите в телескопа на Мерсен – 2 т.

За отговор на въпроса за увеличението на телескопа на Мерсен – 0.5 т.

6 задача. Маса на Земята. Вземете дълга линия за чертане (минимум 30 см дължина). Направете от нея махало по двата начина, показани на Фиг. 1 а) и б). В първия вариант през дупчицата в единия край на линията е прекарана тънка твърда пръчка и линията виси на нея. В другия вариант линията е завързана по средата с тънка нишка, а горният край на нишката е закрепен неподвижно, като свободната дължина на нишката е равна на дължината на линията от дупчицата до другия ѝ край.



Фиг. 1.

- Измерете периода на люлеене на всяко от махалата (по-точна стойност ще се получи, ако измерите продължителността примерно на 10 люлеения и разделите тази продължителност на 10; периодът е равен на времето, да кажем от момента, в който махалото е максимално отклонено надясно, до следващия момент, когато махалото е максимално отклонено отново надясно).

- Намерете информация за необходимата формула и използвайте получения от вас период на махалото, за да определите ускорението на силата на тежестта на земната повърхност (земното ускорение).

- Сравнете резултатите, които получавате за двете махала и анализирайте разликата, ако тя се окаже съществена.

- Като използвате получената от вас стойност за земното ускорение, пресметнете масата на Земята.

Решение:

Приготвяме необходимите материали – линия (в нашето решение с дължина на скалата 30 см), пръчица и нишка. Извършваме необходимите измервания и определяме периодите на люлеене T_a и T_b при двата варианта на махалото, показани съответно на Фиг.1а и Фиг.1б.. След усредняване по многократни люлеения олучаваме следните резултати:

$$T_a \approx 0.88 \text{ сек.} \qquad T_b \approx 1.1 \text{ сек.}$$

Математическото махало представлява малко тяло, окачено на нишка, което извършва малки колебания около равновесното си положение. Периодът на математическо махало се пресмята по следната формула:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

където l е дължината на нишката, а g – ускорението на силата на тежестта на земната повърхност (земното ускорение). Според това определение по-близо до модела на математическо махало е вариантът с линията, показан на Фиг.1б. При този вариант масата на колебаещата се система е съсредоточена в края на нишката. При варианта, показан на Фиг.1а масата на махалото е разпределена по цялата дължина на люлеещата се част. Махалото вече не може да се разглежда като математическо махало. То представлява

физическо махало. Значение има не само положението на центъра на масите на махалото, но и инерчният момент на махалото, който зависи от точката на окачване и разпределението на масите. Затова се получават доста различни резултати за периода на люлеене.

За пресмятане на земното ускорение използваме периода, определен за варианта на махалото на Фиг.1б. Получаваме:

$$g = \frac{4\pi^2 l}{T^2}$$

Дължината на нишката е $l = 30$ см, също и колкото е разстоянието от точката на окачване до края на линията при варианта на Фиг.1а.

$$g = 9.79 \text{ м/с}^2$$

Това е резултат, който се различава много малко от действителната стойност на земното ускорение 9.8 м/с^2 .

Когато едно тяло се намира на земната повърхност, съгласно закона на Нютон за всемирното привличане, Земята му действа със сила:

$$F = \gamma \frac{Mm}{R^2}$$

където M и $R = 6370$ км са съответно масата и радиусът на Земята, m е масата на тялото, а $\gamma = 6.67 \times 10^{-11} \text{ м}^3/\text{кг.с}^2$ е гравитационната константа. От друга страна, съгласно втория принцип на механиката:

$$F = mg$$

От последните две равенства получаваме формула за земното ускорение:

$$\gamma \frac{Mm}{R^2} = mg$$

$$g = \gamma \frac{M}{R^2}$$

Използвайки получената от нас стойност на земното ускорение, можем да пресметнем масата на Земята:

$$M = \frac{gR^2}{\gamma} \approx 6.96 \times 10^{24} \text{ кг}$$

Действителната стойност на земната маса е също съвсем близка до получената от нас. Така виждаме, как с един прост опит и при наличието на необходимите знания, можем да “претеглим” цялото земно кълбо само с помощта на линейка, конец и часовник.

Критерии за оценяване (общо 10 т.):

За извършване на измерванията и определяне на периодите – 3 т.

За намиране на информация за формулата и стойностите на гравитационната константа и радиуса на Земята – 1 т.

За правилен избор на варианта на махало, чиито период да се използва при пресмятанята чрез формулата за математическо махало – 1 т.

За определяне на дължината на нишката и пресмятане на ускорението – 2 т.

За правилен метод за пресмятане на масата на Земята – 2 т.

За верен числен резултат – 1 т.

Максимален брой точки за темата: 60

- ❖ Признават се всички варианти на решения, които достигат до верен отговор
- ❖ Ако са прескочени някои действия, които носят точки, но е получен верен междинен резултат, тези точки се признават

ВАЖНО! За Областния кръг на олимпиадата се класират участниците, получили 30 и повече точки от решените задачи на Общинския кръг.

ОЦЕНЯВАНЕ: При оценяването на всяка една задача се спазва следното:

При разлика в оценяването до една точка (включително) между двамата проверители крайната оценка е средноаритметично от точките на двамата проверители.

При разлика между двамата проверители повече от една точка, задачата се преразглежда от двамата проверители заедно.

Решението на всяка задача се оценява с максимален брой от 10 точки. Освен тях, в някои случаи могат да се присъждат и до две допълнителни точки за награда, когато:

- решението съдържа особено оригинална идея, която е вярна и правилно използвана;
- в решението е отчетен фактор, чието отчитане не се изисква в официалното решение (за да се улесни задачата), но по принцип е достатъчно основателно.

Точките за награда могат да се дават и когато останалата част на решението не се оценява с максималния брой точки.