

МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО, МЛАДЕЖТА И НАУКАТА

ОБЛАСТЕН КРЪГ НА ОЛИМПИАДАТА ПО АСТРОНОМИЯ – 23.02.2013 г.

КРИТЕРИИ ЗА ОЦЕНЯВАНЕ НА ТЕМАТА ЗА ВЪЗРАСТОВА ГРУПА – VII–VIII КЛАС

1 задача. Радиус на Вселената. През 2013 г. се навършват 470 години от отпечатването на забележителното научно съчинение „За въртенето на небесните сфери”. В него полският астроном Николай Коперник развива и обосновава хелиоцентричната система. Според старата геоцентрична система на Клавдий Птолемей, Земята не се върти около оста си, тя е неподвижен център на Вселената и всичко се върти около нея – Луната, Слънцето, планетите и т.нар. сфера на неподвижните звезди.

- Нека си представим за момент, че е вярна геоцентричната система. Като имате предвид, че не може да се надвишава скоростта на светлината, пресметнете какъв трябва да е максималният възможен радиус на Вселената в този случай. Сравнете получения резултат с действителни космически разстояния или размери, които познавате. Скоростта на светлината е 300000 км/секунда.

Решение:

Независимо от неправилните си представи за света, древните астрономи са осъзнавали, че от всички небесни светили най-далечни са звездите и сферата на неподвижните звезди е представяна по всички стари рисунки като най-външна. Тук под „неподвижни” се има предвид неизменното положение на звездите една спрямо друга, а не неподвижност относно Земята. При видимото си денонощно движение тази сфера извършва едно завъртане около нас за период T , наречен звездно денонощие. Той е равен на 23 ч. 56 мин. приблизително. Най-бързо при това въртене ще се движат звездите, разположени на небесния екватор. Максималният радиус R на сферата на звездите би бил този, при който скоростта v на звезда върху небесния екватор не надвишава скоростта на светлината c . В сила трябва да е следното неравенство:

$$v = \frac{2\pi R}{T} < c$$

Оттук получаваме:

$$R < \frac{cT}{2\pi} \approx 4 \times 10^9 \text{ км}$$

Това разстояние е сравнимо с радиусите на орбитите на най-далечната планета Нептун и на планетата джудже Плутон.

Критерии за оценяване (общо 10 т):

Посочване на сферата на звездите като най-далечна и видимото денонощно въртене като най-бързо движение – 2 т.

Правилна математическа постановка на решението – 5 т.

Използване при пресмятането на звездното денонощие, а не на слънчевото – 1 т.

Правилен числен отговор – 1 т.

Сравнение с разстояния до познати обекти – 1 т.

2 задача. Откритие. Съществуването на планетата Нептун е било теоретично предсказано от френския математик Урбен Льоверие. Много скоро след това откритието на планетата е било потвърдено от немския астроном Йохан Гале, който я е наблюдавал с телескоп на 23.IX.1846 г. На 12.VII.2011 г. се навърши една нептунианска година от това откритие (година за планетата Нептун). От 2011 г. досега, Нептун се наблюдава в съзвездието Водолей.

Твърди се, че всъщност първият астроном, наблюдавал Нептун, е бил още Галилео Галилей. Това е станало на 23.I.1613 г., но Галилей не е могъл да забележи диска на Нептун като планета със своя малък телескоп, а го е виждал само като светеща точка, неразличима от звездите.

- Определете периода на обикаляне на Нептун около Слънцето – нептунианската година.
- В кое съзвездие е бил Нептун, когато го е наблюдавал Галилео Галилей?

Решение:

От момента на първото наблюдение на Нептун на 23.IX.1846 г. до 23.IX.2010 г. са изминали $2010 - 1846 = 164$ години. От тях $164 : 4 = 41$ години би трябвало да са били високосни. Но 1900 г. не е била високосна съгласно правилото, въведено с Григорианския календар. Тоза уточнение, обаче, не е толкова важно, предвид точността, която се изисква за решаването на задачата. Следователно в тези 164 години се съдържат $164 \times 365 + 40 = 59900$ дни. До навършването на една нептунианска година на 12.VII.2011 г. са изминали още:

7 (септември) + 31 (октомври) + 30 (ноември) + 31 (декември) + 31 (януари) + 28 (февруари) + 31 (март) + 30 (април) + 31 (май) + 30 (юни) + 12 (юли) = 292 дни

Периодът на обикаляне на Нептун около Слънцето е $59900 + 292 = 60192 : 365.25 \approx 164.80$ год.

Щом сега и през 2011 г. Нептун се наблюдава в съзвездието Водолей, то и преди една нептунианска година, през 1846 г. той също се е наблюдавал в това съзвездие. Да пресметнем колко време назад от наблюдението на Йохан Гале е било направено наблюдението на Галилей. От 23.I.1613 г. до 23.IX.1846 г. са изминали $1846 - 1613 = 233$ год. и 8 месеца или приблизително 233.67 год. Този интервал представлява $233.67 : 164.80 \approx 1.42$ нептуниански години. Тъй като Нептун е значително по-далеч от Слънцето, отколкото Земята, то можем да считаме за целите на решението на тази задача, че от Земята Нептун ще се вижда проектиран на фона на същото зодиакално съзвездие, както и за наблюдател на Слънцето. За една нептунианска година проекцията на планетата Нептун, гледана от Слънцето, прави едно пълно пътешествие по зодиакалния кръг. Дробната част от 0.42 нептуниански години съответства приблизително на $12 \times 0.42 \approx 5$ зодиакални знака. Следователно, когато Галилей е наблюдавал Нептун, той трябва да се е виждал в съзвездие, което е с пет съзвездия назад по зодиакалния кръг от Водолей, или това е съзвездието Дева.

Критерии за оценяване (10 т.):

За правилен метод за определяне на орбиталния период на Нептун – 4 т.

За верен числен отговор – 1 т.

За съобразяване, че за една нептунианска година Нептун видимо изминава пълн кръг по зодиака – 1 т.

За правилен начин на определяне на положението на Нептун при наблюдението на Галилей – 3 т.

За правилно определяне на съзвездието – 1 т.

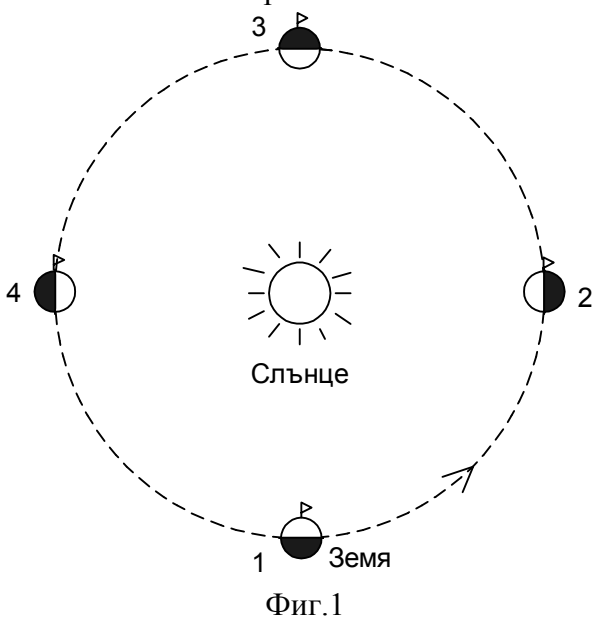
3 задача. Ден и нощ. Любимото забавление на безотговорен космически великан е да си играе с космическите тела като с билиардни топки, без да се замисля за съдбата на техните жители.

- **а.** Великанът се приближава към нашата планета, хваща я като малка ябълка в огромната си ръка и спира нейното въртене около оста. После я пуска да обикаля около Слънцето пак с период една година. Ще има ли тогава на Земята смяна на деня и нощта? Начертайте схема със Слънцето, земната орбита около него и няколко положения на Земята по нея. Поставете се на мястото на земен наблюдател в някаква точка от земното кълбо и помислете какво ще се наблюдава. Обяснете вашия отговор.

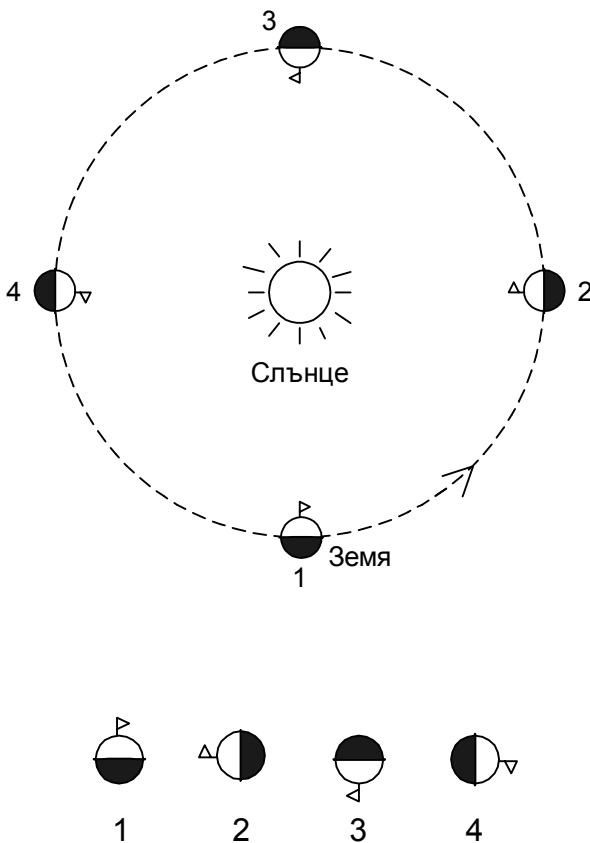
- **б.** Великанът продължава да се забавлява. Този път той се опитва да направи така, че Земята да обикаля около Слънцето за една година и на нея да няма смяна на деня и нощта. Т.е. ако вие живеете някъде по Земята и там е ден, то винаги да си остава ден. А ако някъде е нощ, винаги да си остава нощ. Може ли да стане това? Обяснете вашия отговор.

Решение:

Нека се намираме в някаква точка от земното кълбо и да я отбележим с флагче.



Да предположим, че в някакъв начален момент Земята е в положение 1 и както се вижда от Фигура 1, флагчето се намира в осветената от Слънцето страна на Земята, т.е. за нас е ден, или по-точно – средата на деня, пладне. В този момент великанът спира въртенето на Земята около оста ѝ. Оттук нататък, където и да отиде Земята по своята орбита около Слънцето, флагчето сочи все в едно и също направление – Земята не се върти. Но виждаме, че като стигнем до положение 3, за нас ще бъде нощ, по-точно средата на нощта, полунощ. Проследявайки по-нататък движението на Земята по нейната орбита, можем да се убедим, че ако Земята спре да се върти около оста си, за нас ще има смяна на ден и нощ. Тази смяна обаче ще става с период една година. Половин година ще е ден, половин година – нощ.



Фиг. 2

Сега да си представим ситуация, при която на Земята няма смяна на ден и нощ. Пак тръгваме от положение 1, в което за наблюдател в точката, означена с флагче, е пладне. Условието е да няма смяна на деня и нощта. Това трябва да важи за цялата Земя, за всяка точка от земното кълбо. Следователно, ако едната половина на земното кълбо е осветена в момента 1 и ако там е ден, то трябва да си остава ден през цялото време за всяка точка от тази половина. Единственият начин да стане това е Земята да остава обърната към Слънцето с една и съща своя страна през цялата година, както е показано на Фиг. 2. Но това няма да означава, че Земята не се върти около оста си. В долната част на фигурата са изнесени четирите положения на Земята, съответстващи на четири момента от годината. Вижда се, че всъщност земното кълбо се завърта около оста си веднъж с период една година, или същия период, с който то обикаля около Слънцето. Това е начинът да се осъществи второто условие – Земята да обикаля около Слънцето, да се върти около оста си, но да няма смяна на деня и нощта.

Критерии за оценяване (10 т.):

За подходяща схема по подусловие а. – 2 т.

За обяснение – 3 т.

За логично обяснение по подусловие б. – 3 т.

За извода, че е възможно Земята да се върти и да няма смяна на ден и нощ – 2 т.

4 задача. Гледка от Европа. Фантастичният пейзаж, който виждате (Фиг. 1), е от повърхността на Европа – спътник на Юпитер. Представете си, че наистина сте там, като член на бъдеща междупланетна мисия, и имате шанса да се любувате отблизо на величествената планета гигант.

- **а.** В каква посока се вижда Юпитер относно повърхността на Европа – север, юг, изток, запад?
- **б.** В кое полукълбо на Европа се намирате – северното или южното? А дали сте по-близо до полюса, или пък до екватора на Европа? Обяснете вашия отговор.
- **в.** Ако въведем за Европа координати, подобни на географските координати на Земята, то каква е приблизително вашата европейска ширина?
- **г.** Как ще се изменя фазата на Юпитер, гледана от Европа от този момент нататък?

Приемете, че Европа се движи по кръгова орбита в екваториалната равнина на Юпитер и оста на спътника е перпендикулярна на тази равнина (т.е. тя е успоредна на оста на Юпитер).

Голямото червено петно се намира в южното полукълбо на Юпитер. Считайте, че широката страна на картината е успоредна на хоризонта за наблюдателя на Европа.



Фиг. 1. Пейзаж от Европа

Решение:

Голямото Червено петно е в южното полукълбо на Юпитер. На картината то се вижда в долната половина на планетата. Следователно северният полюс на Юпитер е отгоре. Оста на въртене на спътника Европа е успоредна на оста на Юпитер. Това означава, че нарисуваната гледка трябва да се вижда от северното полукълбо на самата Европа. Приемаме, че облачните ивици на Юпитер са успоредни на неговия екватор. Тогава, както се вижда от картината, неговата ос е наклонена надясно. Оттук следва, че и за наблюдателя на гледката от Европа посоката север е надясно. Така заключаваме, че гигантската планета се вижда в западна посока от даденото място на повърхността на спътника.

Относно отвесната линия за наблюдател на Европа оста на Юпитер е наклонена на доста малък ъгъл, очевидно по-малък от 45° . Щом осите на Юпитер и Европа са успоредни, то наблюдателят трябва да се намира по-близо до северния полюс на юпитерианския спътник, отколкото до екватора.

Измерваме с транспортир ъгъла между няколко от облачните ивици на Юпитер и хоризонтални прави, успоредни на широката страна на картината. Получаваме средна стойност около 17° . Оттук намираме, че нашата европейска ширина трябва да бъде:

$$90^\circ - 17^\circ = 73^\circ$$

Фазата на Юпитер е между напълно осветен кръг и последна четвърт. Промяната на фазата на Юпитер ще се определя от промяната в ъгъла между посоката, в която го наблюдаваме, и посоката на падащите върху планетата слънчеви лъчи. Промяната на гледната точка ще се определя от орбиталното движение на Европа около Юпитер. Европа, както и всички останали Галилееви спътници, се върти в права посока, т.е. против часовниковата

стрелка, гледано от север. Слевователно гледната точка ще се променя така, че ще се вижда все по-голяма част от нощната страна на Юпитер и все по малка част от осветената страна на планетата. Юпитер ще се вижда като все по-изтъняващ сърп. Така ще се променя неговата фаза.

Критерии за оценяване (15 т.):

За определяне в каква посока се вижда Юпитер и обяснение – 3 т.

За посочване в кое полукълбо се намира наблюдателят – 2 т.

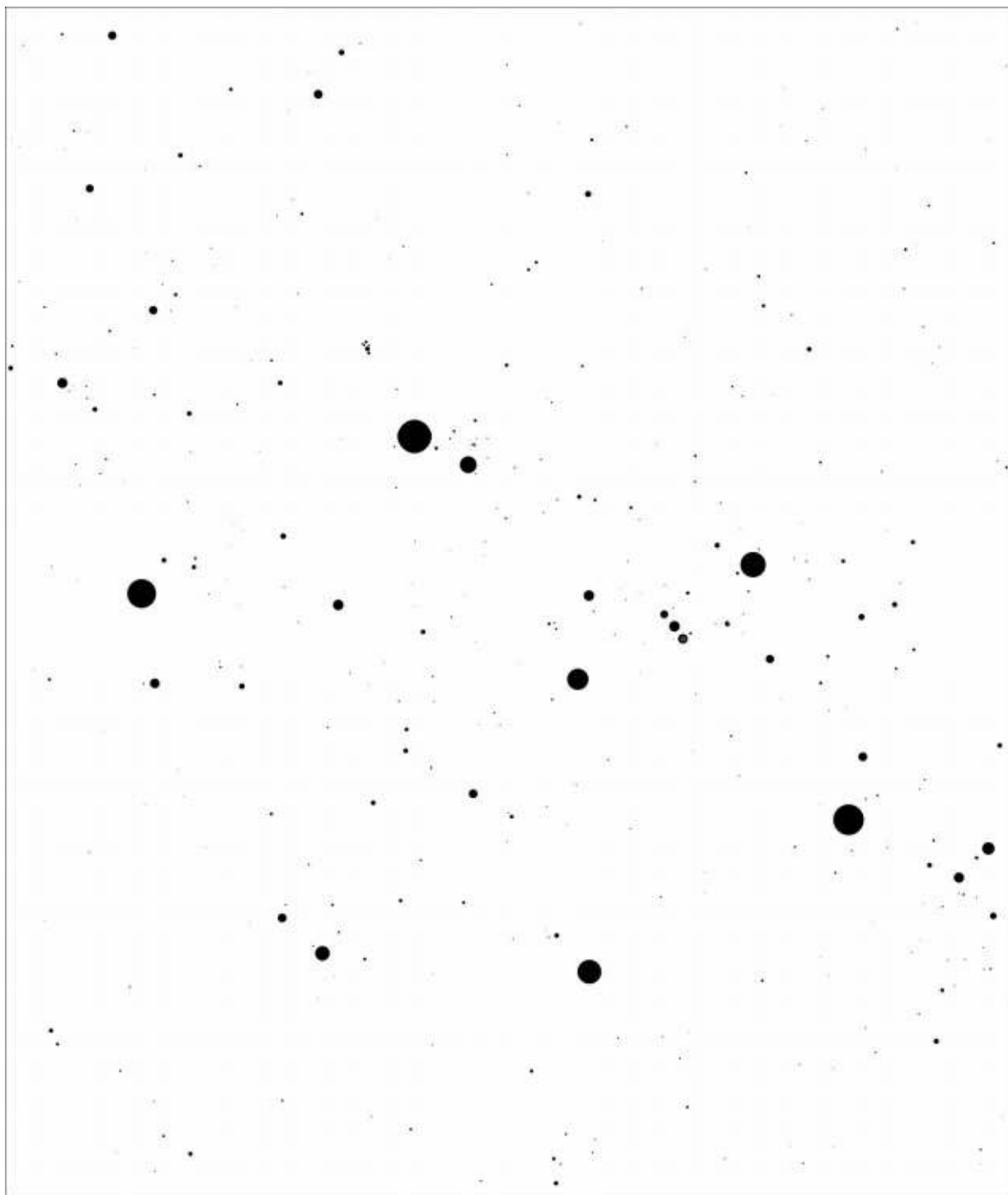
За определяне дали се намираме по-близо до полюса или до екватора и обяснение – 3 т.

За определяне на европейската ширина на мястото – 4 т.

За посочване и обяснение как ще се изменя фазата на Юпитер – 3 т.

5 задача. Зимно небе. Разгледайте звездната карта (Фиг. 2). Тя показва част от звездното небе, което виждаме през зимата.

- **а.** Опитайте се да разпознаете поне пет съзвездия и ги означете с техните имена върху картата.
- **б.** Кои са шестте най-ярки обекта които виждате на картата? Означете имената им.
- **в.** Кой е най-близкият до нас обект, който е показан на картата?
- **г.** Намерете и обозначете върху картата групите от звезди, които са обособени в космическото пространство и съставени от много близки една до друга звезди, обединени от гравитационните сили помежду им. Отбележете имената на тези групи от звезди. Какво представляват те? По какво такива групи от звезди се различават от съзвездията?
- **д.** Коя от откритите от вас групи от звезди е най-близо до нас?



Фиг. 2. Звездна карта

Решение:

Върху дадената по-долу карта са означени повече от пет съзвездия. Участниците могат да посочат и обозначат които и да са пет от тях, или повече. Означени са и шестте най-ярки обекти – планетата Юпитер и звездите Сириус, Капела, Бетелгейзе, Белатрикс и Ригел. Най-близкият до нас обект, показан на картата, е планетата Юпитер. Звездите са на много големи разстояния.

Групите от действително близки звезди, обединени от гравитацията, са звездните купове. На картата можем да посочим звездните купове Плеяди и Хиади. *По-малко известен е купът Персей, разположен около звездата Мирфак – α Персей.* Съзвездията са произволни фигури, измислени от хората за по-лесно ориентиране по небето. Звездите от едно съзвездие могат да са на много различни разстояния от нас и следователно много далеч една от друга. Те не са физически свързани помежду си. Звездните купове са съставени от звезди, които са близо една до друга и са относително трайни обединения, свързани от гравитацията и от общия си произход.

Най-близкият до нас звезден куп са Хиадите.

Критерии за оценяване (15 т.):

За означаване на пет съзвездия – 5 т.

За означаване на шестте най-ярки обекти – 6 т.

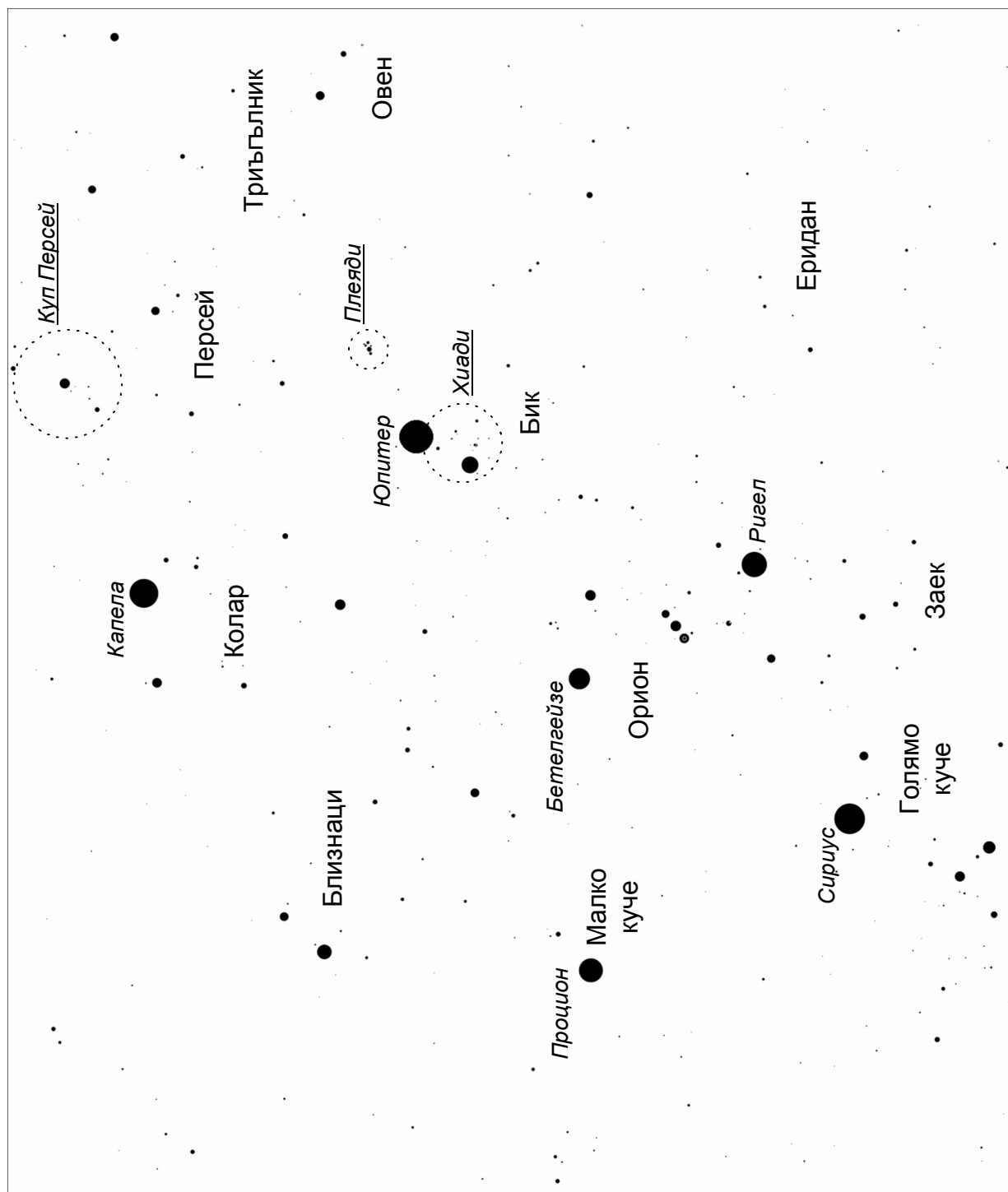
За посочване на най-близкия до нас обект – 0.5 т.

За означаване на куповете Хиади и Плеяди – 2 т.

За обяснение на разликата между съзвездията и звездните купове – 1 т.

За посочване на най-близкия до нас звезден куп – 0.5 т.

За означаване на брой съзвездия над пет, на повече звезди и на купа Персей могат да се дават допълнителни точки за награда.



Фиг. 2. Звездна карта