

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

I кръг
Ученици от 9-10 клас – решения

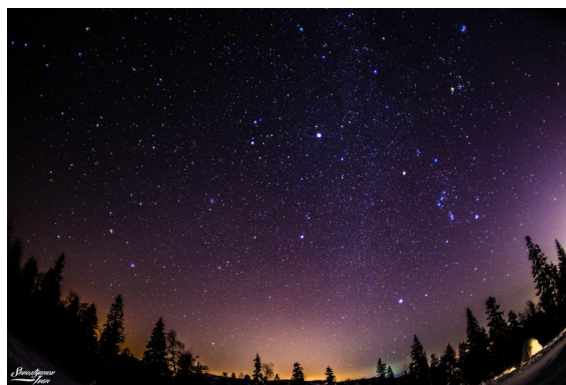
1 задача. Звездно небе. Дадена ви е красива снимка на звездното небе. Същата снимка можете да намерите след условията на задачите – Фиг. 1. Там тя е представена в увеличен размер и в негативно изображение. Използвайте Фиг. 1, за да решите задачата.

А) На Фиг. 1 означете 5 съзвездия, които се виждат изцяло или частично. Означете имената на 10 ярки звезди. Можете да използвате звездна карта или компютърна програма за показване на звездното небе.

Б) В небето се виждат три звездни купа, означавани от астрономите като М44, М45 и най-близкият до нас звезден куп. Какъв вид звездни купове са те и как се наричат? Отбележете ги на Фиг. 1.

В) Вижда се и планетата Юпитер. Открийте я и я означете.

Г) Снимката е направена в края на февруари. Приблизително в каква посока е гледал фотографът? В коя част на нощта е направена снимката – във вечерните часове, около средата или към края на нощта?



Решение:

Означаваме на снимката съзвездията и имената на ярките звезди. На снимката с цифри са означени следните звезди:

1	Алиот	5	Дубхе	9	Полукс	13	Бетелгейзе	17	Минтака
2	Мегрец	6	Регул	10	Алхена	14	Белатрикс	18	Саиф
3	Фекда	7	Алфард	11	Процион	15	Алнитак	19	Ригел
4	Мерак	8	Кастор	12	Сириус	16	Алнилам	20	Алдебаран

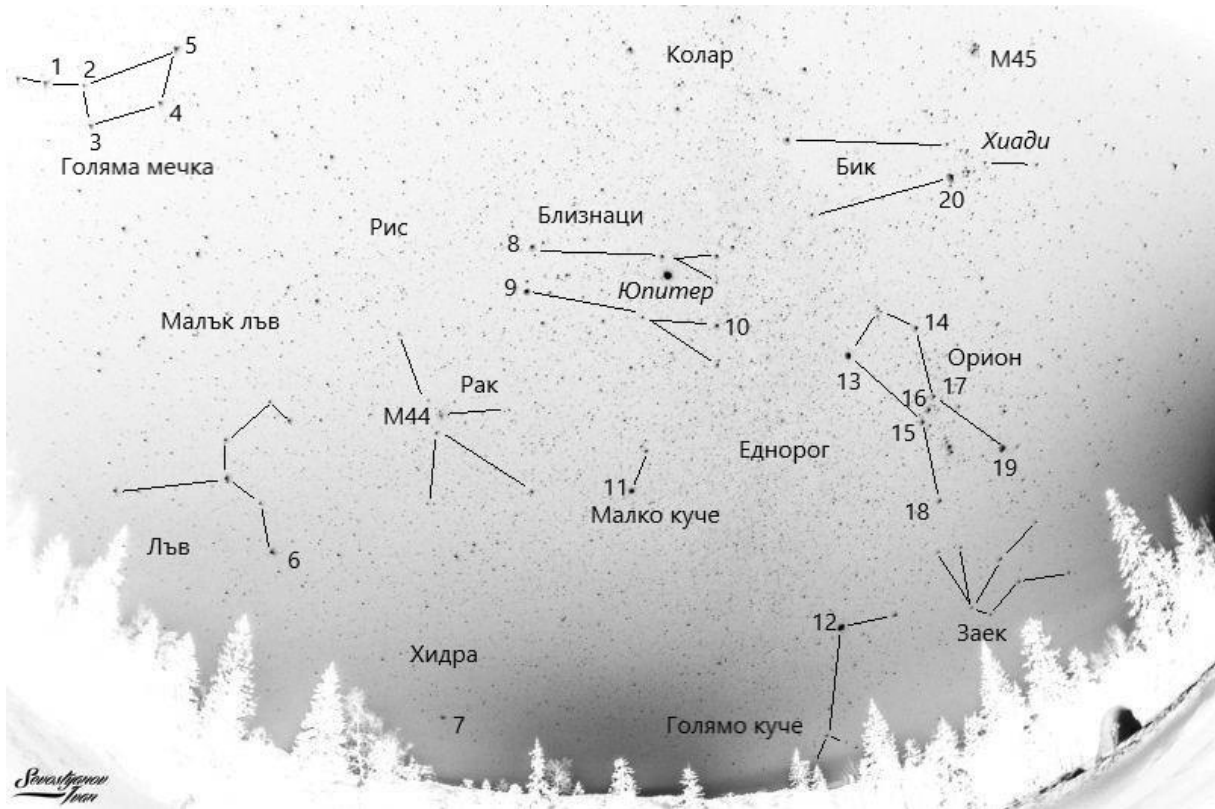
Съгласно условието на задачата са достатъчни пет съзвездия и десет ярки звезди.

Звездните купове, които се виждат, са М44 в съзвездието Рак, наричан още Ясли или Пчелен кошер, М45 в съзвездието Бик, известен като Плеядите, а най-близкият до нас звезден куп е също в съзвездието Бик и се нарича Хиади. Това са разсеяни звездни купове. Означаваме ги на снимката.

Юпитер е яркото светило, което се вижда в съзвездието Близнаци.

На снимката се вижда съзвездието Орион. Небесният екватор минава приблизително през пояса на Орион. Горната част на фигурата на небесния ловец е в северната небесна полусфера, а долната част – в южната. Съзвездието е изправено по отношение на хоризонта, което означава, че под него, недалеч от десния край на снимката, е посоката юг. Отляво, над хоризонта се подава съзвездието Лъв. Знаем, че еклиптиката минава съвсем близо до Регул, най-ярката звезда от съзвездието. Следователно в левия край на снимката е изток. Очевидно фотографът е гледал в посока

югоизток, докато е правил снимката. В края на февруари Слънцето трябва да се е намирало около границата между съзвездията Козирог и Водолей. Противоположната на Слънцето точка по еклиптиката трябва да е около границата между съзвездията Рак и Лъв. На снимката виждаме, че тази област от звездното небе е изгряла също неотдавна. Следователно и залезът на Слънцето също е бил преди не много време. Оттук заключаваме, че снимката е направена във вечерните часове.



Критерии за оценяване (общо 10 т.):

За означаване на пет съзвездия и посочване на техните названия – 3 т.

За означаване на десет звезди и посочване на имената им – 3 т.

За означаване на трите звездни купа, посочване на имената им и определяне от какъв вид са те – 1.5 т.

За означаване на планетата Юпитер – 1 т.

За определяне на посоката и в коя част от нощта е направена снимката – 1.5 т.

2 задача. Лунен пейзаж. Пред вас е картина на френския художник фантаст Люсиен Рюдо. Това е гледка от повърхността на Луната. Представено е интересно астрономическо явление и по мнението на специалистите картината е нарисувана много реалистично.

А) Какво явление се наблюдава от лунната повърхност? Опишете всички детайли.

Б) Как мислите, дали на картината е изобразен момент, близък до началото или до края на явлението? Предполагаме, че показаното на картината място се намира в северното полукълбо на Луната.



В) Какво се е виждало в същото време от Земята?

Г) Намерете и разгледайте снимки на Луната, както тя се наблюдава от Земята при това явление. Обяснете как се получава особеният цвят на Луната.

Упътване: Снимката вдясно е направена от Международната космическа станция, вижда се и една космическа совалка. Слънцето тъкмо се е скрило зад Земята. Обърнете внимание на цвета на небето близо до хоризонта.



Решение:

На картината е изобразено слънчево затъмнение, наблюдавано от лунната повърхност. Земята е закрила Слънцето. Вижда се слънчевата корона.

За наблюдател на земната повърхност Луната се движи по своята орбита от запад на изток. Луната се върти около своята ос с период равен на периода на орбиталното си движение около Земята. Затова тя остава винаги обърната към Земята с една и съща своя страна. Поради този факт, за наблюдател на лунната повърхност Земята ще остава неподвижна в небето (ако не отчитаме либрациите на Луната). Но Луната се върти около своята ос в същата посока, в която и Земята се върти около своята ос. Ето защо от лунната повърхност също ще се наблюдава видимо денонощно движение на звездното небе, включително и на Слънцето, от изток на запад. Когато наблюдателят се намира в северното полукълбо на Луната, за него Слънцето, след като изгрее от изток, се издига над южната страна на хоризонта и за този наблюдател видимото денонощно движение на Слънцето то изток на запад става отляво надясно. А Земята си остава на едно и също място в небето. Забелязваме, че от дясната страна на Земята слънчевата корона е по-ярка.

Това би могло да означава, че центърът на Слънцето е видимо леко отместен надясно, т.е. на запад от центъра на Земята. Следователно вече е отминал централният момент на затъмнението. Моментът, отразен на картината е по-близо до края на пълното слънчево затъмнение. За това ни подсказват и далечните планини в десния край на картината, които вече са огрени от директна слънчева светлина.

По време на пълно лунно затъмнение, както показват и снимките, Луната може да бъде оцветена в ръждивочервен до златисто оранжев цвят. Тя може да изглежда доста ярка, въпреки че на теория се намира в сянката на Земята. Следователно по време на пълната фаза на затъмнението трябва да има някаква светлина, която да прониква в сянката на Земята и да осветява Луната в такива цветове.



Снимката, направена от Международната космическа станция, ни подсказва, че земната атмосфера се оцветява в червено близо до хоризонта, когато Слънцето е на малка дълбочина под него. Червената компонента от лъчението на Слънцето най-малко се разсейва и поглъща от земната атмосфера. Когато Слънцето е близо до хоризонта, слънчевите лъчи изминават най-дълъг път през плътните слоеве на атмосферата и този ефект се засилва – в максимална степен се загубва синята и зелената компонента от слънчевата светлина и остава оранжевата и червената. По подобни причини при наблюдение на слънчево затъмнение от повърхността на Луната около тъмния видим диск на Земята се наблюдава тънък червен ореол. Той се вижда и на картината на художника. Именно светлината от него огрява Луната. Затова по време на лунно затъмнение, наблюдавано от Земята, Луната често е оцветена в различни оттенъци на червения и оранжевия цвят.

Критерии за оценяване (общо 10 т.):

За определяне на явлениято, наблюдавано от лунната повърхност и описание на детайлите – 1 т.

За правилни разсъждения и отговор на въпроса дали на картината е отразено началото или края на затъмнението – 3 т.

За отговор на въпроса какво се е виждало по същото време на Земята – 3 т.

За обяснение на цвета на Луната по време на затъмнение – 3 т.

3 задача. Юпитер отблизо. Двама млади астрономи се намират на два от спътниците на Юпитер – Йо и Калисто. В свободното си време те обичат да разглеждат с малки телескопи повърхността на богатата на облачни вихри атмосфера на планетата. Астрономът на Йо има телескоп с увеличение 20 пъти, а астрономът на Калисто притежава по-голям телескоп с увеличение 120 пъти. И на двата телескопа са монтирани идентични окуляри, с помощта на които се провеждат наблюденията.

А) Кой от астрономите ще може да разглежда с по-големи подробности фината структура на вихрите в атмосферата на планетата?

Юпитер явно няма да се побира целият в зрителното поле на телескопите.

Б) В полето на кой от телескопите ще се обхваща наведнъж по-голяма област от повърхността на Юпитер?

В) Чрез леко завъртане на винтовете за насочване на телескопите астрономите ще могат да разглеждат различни части от Юпитер. За кой от астрономите ще бъде достъпна за наблюдение, в даден момент от време, по-голяма част от повърхността на планетата? Отговорете качествено, като подкрепите разсъжденията си с подходяща схема.

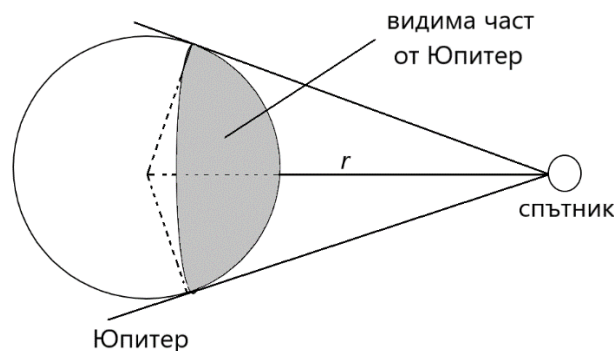
Решение:

Разстоянието от Йо до Юпитер е 421 700 км, а от Калисто до Юпитер разстоянието е 1 882 709 км. Обаче астрономите разглеждат повърхността на планетата. Тогава разстоянията до най-близката част от повърхността на планетата, след като от радиусите на орбитите извадим радиуса на планетата, са съответно 350 208 км и 1 811 217 км. Отношението на двете разстояния е:

$$\frac{1811217}{350208} \approx 5.17$$

Спътникът Калисто е около 5.2 пъти по-далеч от повърхността на Юпитер отколкото спътника Йо. Но астрономът на Калисто притежава телескоп, чието увеличение е $120 / 20 = 6$ пъти по-голямо отколкото увеличението на телескопа на астронома, който се намира на Йо. Оттук заключаваме, че астрономът на Калисто ще може да разглежда малко по-фини детайли от структурата на атмосферните вихри на Юпитер.

Понеже окулярите на двата телескопа са еднакви, то в сравнение с телескопа на астронома, който е на Йо, телескопът на астронома, който е на Калисто, ще има 6 пъти по-малко зрително поле, изразено в ъглови единици. В полето и на двата телескопа би се обхващала наведнъж еднакво голяма област от повърхността на Юпитер, ако Калисто беше 6 пъти по-далеч от повърхността на Юпитер отколкото Йо. Но Калисто е само 5.2 пъти по-далеч. Видимите ъглови размери на Юпитер при наблюдение без телескоп от Калисто ще са 5.2 пъти по-малки отколкото при наблюдение от Йо. Следователно в телескопа на астронома, който е на Калисто ще се обхваща наведнъж по-малка област от повърхността на Юпитер, отколкото в телескопа, намиращ се на Йо.



От представената схема се вижда, че когато наблюдаваме планетата Юпитер от някакво разстояние r , дори да местим телескопа, така че да се „разхождаме“ по неговата повърхност, ние ще можем да виждаме по-малко от половината от повърхността на планетата. Частта, достъпна за нашето наблюдение, ще бъде все по-малка с намаляване на разстоянието r . Следователно астрономът от спътника Йо ще може да наблюдава по-малка част от повърхността на Юпитер в сравнение с астронома от Калисто.

Критерии за оценяване (общо 10 т.):

За определяне кой от астрономите ще вижда по-ясни детайли от атмосферата на Юпитер – 4 т.

За определяне кой от астрономите ще вижда наведнъж по-голяма част от Юпитер със своя телескоп – 3 т.

За определяне за кого от астрономите ще е достъпна за наблюдение по-голяма част от повърхността на Юпитер при леко пренасочване на телескопа – 3 т.

4 задача. Висока плътност. Черна дупка е обект, за който втора космическа скорост надвишава скоростта на светлината. Хоризонт на черната дупка се нарича сферата около нея, на чиято повърхност втора космическа скорост е равна на скоростта на светлината. Радиусът на тази сфера, обозначаван като радиус на Шварцшилд, се пресмята по формулата:

$$R_S = \frac{2GM}{c^2}$$

Ще наречем средна плътност на черната дупка отношението на нейната маса към обема на въпросната сфера. Изведете формула за средната плътност на черната дупка като функция от нейната маса.

Намерете необходимата информация и пресметнете средната плътност на черни дупки с маса, равна на масата на следните обекти:

- 1) GRS 1124-683 – предполагаема черна дупка с маса 7 слънчеви маси, остатък от централните части на масивна звезда, завършила своята еволюция;
- 2) Свръхмасивната черна дупка в ядрото на нашата Галактика;
- 3) Най-масивния квазар, открит досега;
- 4) Малка галактика с маса 135 милиона слънчеви маси;
- 5) Цялата наша Галактика (Млечния път).

Сравнете средната плътност на тези обекти с плътността на познати обекти и вещества - от плътността на атомното ядро до плътността на металите, водата, въздуха или междузвездната среда.

Решение:

Съгласно описаното в задачата определение средната плътност на една черна дупка трябва да бъде:

$$\rho = \frac{M}{\frac{4}{3}\pi R_S^3}$$

От това равенство изразяваме радиуса на Шварцшилд чрез средната плътност и масата:

$$R_S = \sqrt[3]{\frac{3}{4} \cdot \frac{M}{\pi\rho}}$$

Заместваме този израз във формулата, дадена в условието на задачата и намираме:

$$\begin{aligned}\sqrt[3]{\frac{3}{4} \cdot \frac{M}{\pi\rho}} &= \frac{2GM}{c^2} \\ \frac{3}{4} \cdot \frac{M}{\pi\rho} &= \frac{8G^3M^3}{c^6} \\ \rho &= \frac{3M}{32\pi G^3M^2}\end{aligned}$$

Получава се интересен резултат – така дефинираната средна плътност на черната дупка е обратно пропорционална на квадрата на нейната маса. Оказва се, че с нарастването на масата на черната дупка, нейната средна плътност намалява. Ние сме свикнали да възприемаме черните дупки като обекти с фантастично високи плътности. Но така ли е в действителност с всички черни дупки, особено с най-масивните?

Използваме изведената от нас формула и пресмятаме средните плътности на изброените в условието обекти. Масата на Слънцето е 2×10^{30} кг, гравитационната константа е $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ м}^3/\text{кг} \cdot \text{с}^2$, а скоростта на светлината е $c = 300\,000$ км/с. За да улесним нашите пресмятания, можем първо да намерим числената величина на коефициента пред реципрочната стойност на квадрата на масата:

$$A = \frac{3c^6}{32\pi G^3} \approx 7.33 \times 10^{79} \text{ кг}^3/\text{м}^3$$

Този коефициент е съставен само от константи и ще бъде един и същ при всичките обекти. Така формулата за средната плътност придобива опростен вид:

$$\rho = \frac{A}{M^2}$$

1) GRS 1124-683, $M = 7$ слънчеви маси.

$$\rho \approx 0.37 \times 10^{18} \text{ кг}/\text{м}^3$$

Това е плътност сравнима с плътността на атомното ядро.

2) Свръхмасивната черна дупка в ядрото на нашата Галактика има маса, която се оценява на 4.3×10^6 слънчеви маси.

$$\rho \approx 0.99 \times 10^6 \text{ кг}/\text{м}^3$$

Това е плътност около 46 пъти по-голяма от плътността на платината, но примерно около 1000 пъти по-малка от характерната плътност на белите джуджета.

3) Най-масивният квазар (свръхмасивна черна дупка в ядро на активна галактика) е TON 618. Неговата маса се оценява на 6.6×10^{10} слънчеви маси.

$$\rho \approx 0.0042 \text{ кг}/\text{м}^3$$

Тази плътност е приблизително 290 пъти по-малка от плътността на въздуха около нас и около 5 пъти по-малка от марсианската атмосфера.

4) Малка галактика с маса 135 милиона слънчеви маси.

$$\rho \approx 1006 \text{ кг}/\text{м}^3$$

Тази плътност е приблизително същата като плътността на водата.

5) Според последните оценки масата на нашата Галактика е около 1.5×10^{12} слънчеви маси.

$$\rho \approx 8.1 \times 10^{-6} \text{ кг}/\text{м}^3$$

Макар че тази плътност е много по-висока от средната плътност на междузвездното вещество (примерно около 10^6 частици на кубически метър), все пак стойността, която получаваме, е впечатляващо малка.

Критерии за оценяване (общо 10 т.):

За извеждане на формулата за средната плътност на черна дупка – 2.5 т.

За намиране на информация за масите на изброените обекти и пресмятане на тяхната средна плътност – $5 \times 1 \text{ т.} = 5 \text{ т.}$

За подбиране на подходящи сравнения и изводи – $5 \times 0.5 \text{ т.} = 2.5 \text{ т.}$

5 задача. Видимост на МКС. Преди 23 години, на 7 декември 1998 година, бе поставено началото на изграждането на Международната космическа станция (МКС). Оттогава броят на модулите на станцията непрекъснато нараства и сега масата ѝ е почти 441 тона. Нека приемем, че станцията се движи по кръгова орбита на височина 420 км, и че наклонът на орбитата ѝ към земния екватор е точно 52° . Освен това предполагаем, че Земята е кълбо с радиус равен на 6371 км.

А) За колко минути станцията прави една обиколка около Земята?

Б) На каква максимална географска ширина станцията може да се вижда в зенита за наблюдател на Земята?

В) Приблизително на какво разстояние, по земната повърхност, от първия наблюдател се намира втори наблюдател, за когото станцията ще премине през зенита точно след 8 обиколки?

Г) Ако станцията се движи по екваториална орбита, то какъв ще бъде интервалът от време между две нейни преминавания през зенита за даден наблюдател?

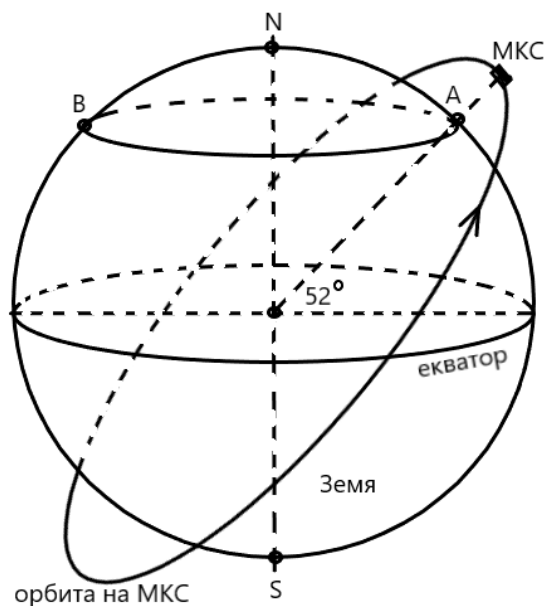
Решение:

Радиусът на орбитата на космическата станция е $r = 6371 + 420 = 6791$ км. Масата на Земята е $M = 5.97 \times 10^{24}$ кг. За да намерим орбиталния период T на станцията, използваме третия закон на Кеплер:

$$\frac{r^3}{T^2} = \frac{GM}{4\pi^2}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{r^3}{GM}} \approx 5572 \text{ с} \approx 93 \text{ минути}$$

Щом орбитата на станцията е наклонена на ъгъл 52° към земния екватор, то максималната северна географска ширина, на която тя ще преминава през зенита, също ще бъде 52° . Такава ще бъде и максималната южна географска ширина, на която станцията ще преминава през зенита. На схемата с МКС е отбелязана Международната космическа станция.



Нека в даден момент станцията минава през зенита за един наблюдател, намиращ се на 52° северна ширина. Ще означим неговото положение с точка А върху земното кълбо. Положението на втория наблюдател, за когото станцията ще премине през зенита точно след 8 обиколки, ще означим с точка В. Станцията ще извърши 8 обиколки около Земята за време:

$$t = 5572 \text{ с} \times 8 = 44\,576 \text{ с} \approx 12 \text{ ч } 23 \text{ м}$$

За това време земното кълбо ще е направило малко повече от половин завъртане около своята ос. Тъй като от нас се иска да намерим приблизителното разстояние от първия до втория наблюдател, то ще приемем, че Земята е извършила точно половин завъртане около оста си. Следователно, когато станцията завърши своята осма обиколка и се окаже отново над 52° -градусовия паралел, под нея ще бъде диаметрално противоположната

точка на този паралел. Това ще бъде точката В, в която е вторият наблюдател. Най-краткото разстояние по земната повърхност между двамата наблюдатели ще се измерва по дъгата ANB, минаваща през северния полюс на Земята. Означаваме с R земния радиус и намираме дължината на тази дъга:

$$s = \frac{2 \times (90^\circ - 52^\circ)}{360^\circ} \cdot 2\pi R$$

$$s \approx 8451 \text{ км}$$

Това е и приблизителното разстояние между двамата наблюдатели.

Ако станцията се движеше по орбита в равнината на земния екватор, периода T_1 между две нейни преминавания през зенита за наблюдател в дадена точка от екватора ще намерим от следното равенство:

$$\frac{1}{T_1} = \frac{1}{T} - \frac{1}{T_0}$$

Тук с $T_0 = 23\text{ч } 56\text{м}$ сме означили звездното денонощие, което е равно на периода на околоосно въртене на Земята. Знакът „минус“ в горната формула означава, че станцията обикаля около Земята в същата посока, в която Земята се върти около оста си.

$$T_1 = \frac{TT_0}{T_0 - T} \approx 5957 \text{ с} \approx 99 \text{ минути}$$

Критерии за оценяване (общо 10 т.):

За пресмятане на орбиталния период на станцията – 3 т.

За посочване на максималната географска ширина, за която тя ще минава през зенита – 1 т.

За определяне на разстоянието между двамата наблюдатели – 3 т.

За определяне на периода, през който станцията би минавала през зенита за наблюдател на екватора, ако нейната орбита беше екваториална – 3 т.

6 задача. Център на масите. Поради приливното взаимодействие между Земята и Луната, средно взето, за дълъг период от време Луната се отдалечава от Земята с 3 см на година, а периодът на околоосно въртене на Земята се увеличава с 0.002 секунди на 100 години.

А) След колко време центърът на масите на системата Земя-Луна ще „изплува“ на повърхността на Земята? Какъв ще бъде тогава периодът на околоосно въртене на Земята? Отношението на разстоянията на телата до центъра на масите е обратно пропорционално на отношението на масите на телата.

Б) Какъв ще бъде орбиталният период на движение на Луната около Земята? Каква ще бъде скоростта на движение на центъра на масите по земната повърхност?

Решение:

Намираме информация за масите на Земята и Луната. Те са съответно $M = 5.97 \times 10^{24}$ кг и $M_L = 7.35 \times 10^{22}$ кг. Радиусът на Земята е $R = 6371$ км, а разстоянието между центровете на Земята до Луната е $r_0 = 384\,400$ км. Означаваме с r_1 разстоянието от центъра на Земята до центъра на масите на системата Земя-Луна в настоящия момент. Можем да намерим това разстояние от съотношението:

$$\frac{r_1}{r_0 - r_1} = \frac{M_L}{M}$$

Оттук получаваме:

$$r_1 = r_0 \cdot \frac{M_L}{M + M_L}$$

$$r_1 \approx 4675 \text{ км}$$

Действително, получаваме $r_l < R$, което означава, че в наше време центърът на масите на системата Земя-Луна се намира под повърхността на Земята. Пресмятането на това разстояние обаче, не е необходимо за решаването на задачата. Ние го даваме тук само за илюстрация.

В момента, когато поради отдалечаването на Луната центърът на масите „изплува“ на повърхността на Земята, ще е изпълнено равенството $r_l = R$. Да означим с r разстоянието между Земята и Луната в този момент. Тогава ще е в сила съотношението:

$$\frac{R}{r - R} = \frac{M_L}{M}$$

От него намираме:

$$r = R \cdot \frac{M + M_L}{M_L}$$

$$r \approx 523\,852 \text{ км}$$

Времето, за което Луната ще се отдалечи на това разстояние от Земята, ще бъде:

$$t = \frac{r - r_0}{3 \text{ см/година}} \approx 4.648 \times 10^9 \text{ години}$$

При пресмятането на този резултат, разбира се, ние превръщаме разстоянията между Земята и Луната също в сантиметри.

За това време периодът на околоосно въртене на Земята ще се увеличи с величината:

$$\Delta t = \frac{t}{100 \text{ години}} \cdot 0.002 \text{ с} \approx 92\,968 \text{ с} = 25\text{ч } 49.5\text{м}$$

Ако $P_0 = 23\text{ч } 56\text{м}$ е сегашният период на околоосно въртене на Земята, или т. нар. звездно денонощие, то периодът на околоосно въртене на Земята тогава ще бъде:

$$P = P_0 + \Delta t = 49\text{ч } 45.5\text{м}$$

Орбиталния период T на движение на Луната около Земята можем да намерим от третия закон на Кеплер:

$$\frac{r^3}{T^2} = \frac{GM}{4\pi^2}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{r^3}{GM}} \approx 3\,775\,224 \text{ с} \approx 43.7 \text{ денонощия}$$

За периода на обикаляне на центъра на масите на системата Земя-Луна по земната повърхност можем да напишем:

$$\frac{1}{T_c} = \frac{1}{P} - \frac{1}{T} = \frac{T - P}{PT}$$

Линейната скорост, с която ще се движи центърът на масите, ще бъде:

$$v = \frac{2\pi R}{T_c} = 2\pi R \cdot \frac{T - P}{PT}$$

$$v \approx 213 \text{ м/с}$$

Тъй като периодът на околоосно въртене на Земята е по-кратък от орбиталния период на Луната, центърът на масите ще се движи по земната повърхност в посока обратна на околоосното въртене на Земята, т.е. от изток на запад.

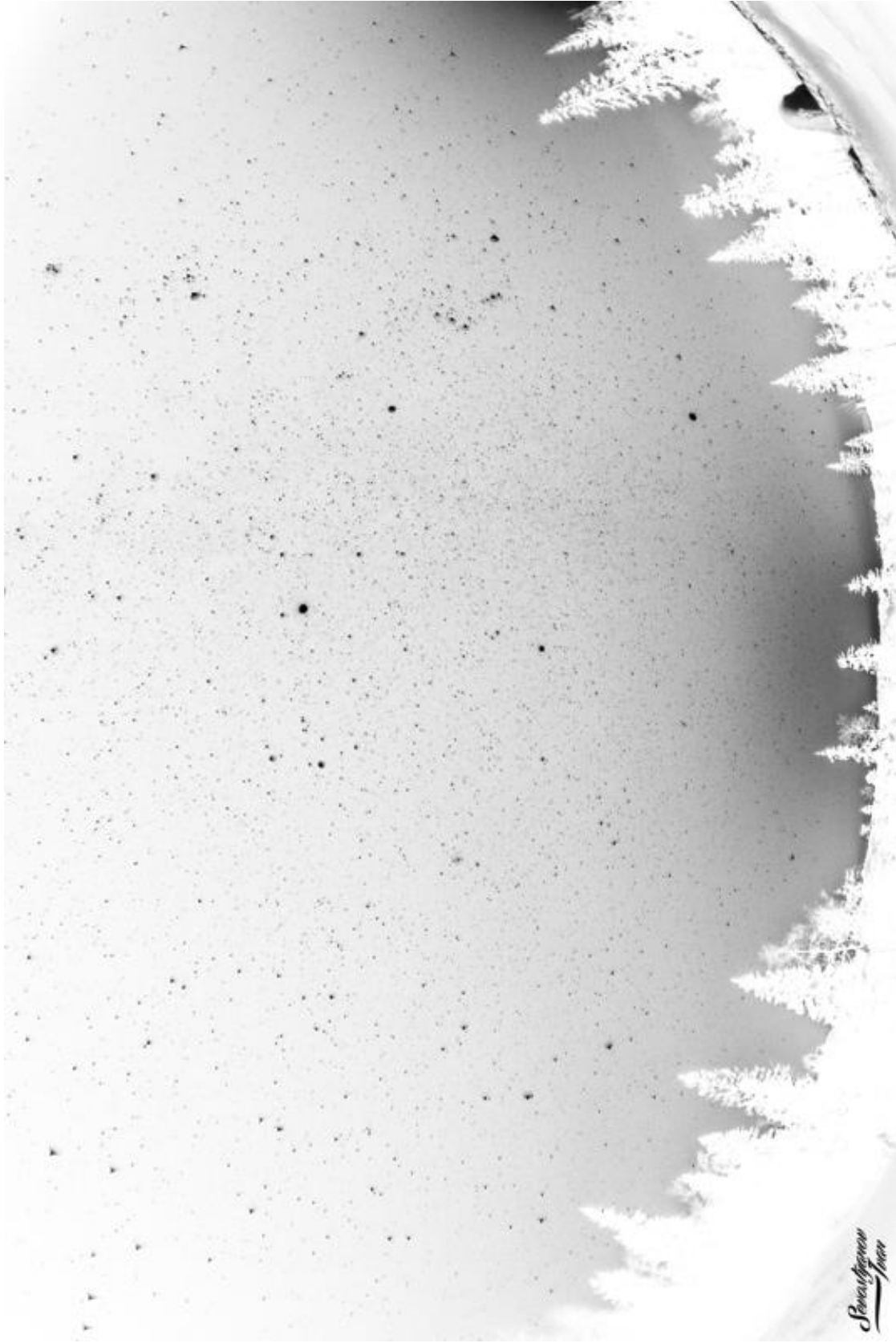
Критерии за оценяване (общо 10 т.):

За правилен метод за определяне на времето, за което центърът на масите ще достигне до земната повърхност и верен числен отговор – 4 т.

За определяне на новия период на околоосно въртене на Земята – 2 т.

За определяне на новия орбитален период на Луната – 2 т.

За намиране на скоростта на центъра на масите по земната повърхност – 2 т.



Фиг. 1. Звездно небе – към задача 2.

Северна
Иван