

УПРАВЛІННЯ ОСВІТИ І НАУКИ
ОДЕСЬКОЇ ОБЛАСНОЇ ДЕРЖАВНОЇ АДМІНІСТРАЦІЇ
ОДЕСЬКИЙ ОБЛАСНИЙ ІНСТИТУТ УДОСКОНАЛЕННЯ ВЧИТЕЛІВ
Завдання
III етапу Всеукраїнської учнівської олімпіади з астрономії
2011 – 2012 навчальний рік
11 клас

1. У скільки разів зменшиться діаметр Сонця, коли воно стиснеться у чорну діру?
(10 балів)
 2. Скільки витків навколо Землі зробить космічний корабель на полярній коловій орбіті (тобто який рухається у площині, в якій лежать полюси Землі) на висоті 271 км, щоб приземлитися в районі старту?
(10 балів)
 3. 1 січня 1991 року був вівторок. Через скільки років 1 січня знову припало на вівторок?
(15 балів)
 4. У романі Жюль Верна «З гармати на Місяць» є згадка про «другий Місяць» - невеличке тіло, яке рухається на висоті 8410 км з періодом 3 години 20 хвилин. Чи може існувати таке тіло? Чи могли б ми його спостерігати?
(15 балів)
 5. Зоря має екваторіальні координати $\alpha = 10^{\text{h}} 8^{\text{m}} 22.3^{\text{s}}$, $\delta = 11^{\circ} 58' 2''$. Знайдіть цю зорю на мапі, назвіть сузір'я та власну назву цієї зорі. Яка її зоряна величина (приблизно)? Коли вона сходить, заходить та кульмінує сьогодні?
(15 балів)
-

УПРАВЛІННЯ ОСВІТИ І НАУКИ
ОДЕСЬКОЇ ОБЛАСНОЇ ДЕРЖАВНОЇ АДМІНІСТРАЦІЇ
ОДЕСЬКИЙ ОБЛАСНИЙ ІНСТИТУТ УДОСКОНАЛЕННЯ ВЧИТЕЛІВ
Завдання
III етапу Всеукраїнської учнівської олімпіади з астрономії
2011 – 2012 навчальний рік
11 клас

1. У скільки разів зменшиться діаметр Сонця, коли воно стиснеться у чорну діру?
(10 балів)
2. Скільки витків навколо Землі зробить космічний корабель на полярній коловій орбіті (тобто який рухається у площині, в якій лежать полюси Землі) на висоті 271 км, щоб приземлитися в районі старту?
(10 балів)
3. 1 січня 1991 року був вівторок. Через скільки років 1 січня знову припало на вівторок?
(15 балів)
4. У романі Жюль Верна «З гармати на Місяць» є згадка про «другий Місяць» - невеличке тіло, яке рухається на висоті 8410 км з періодом 3 години 20 хвилин. Чи може існувати таке тіло? Чи могли б ми його спостерігати?
(15 балів)
5. Зоря має екваторіальні координати $\alpha = 10^{\text{h}} 8^{\text{m}} 22.3^{\text{s}}$, $\delta = 11^{\circ} 58' 2''$. Знайдіть цю зорю на мапі, назвіть сузір'я та власну назву цієї зорі. Яка її зоряна величина (приблизно)? Коли вона сходить, заходить та кульмінує сьогодні?
(15 балів)

Розв'язки завдань
III етапу Всеукраїнської учнівської олімпіади з астрономії
2011 – 2012 навчальний рік
11 клас

1. У скільки разів зменшиться діаметр Сонця, коли воно стиснеться у чорну діру? **(10 б)**

Розв'язання: Зорю можна вважати чорною дірою, якщо її радіус зменшився до такого, щоб друга космічна швидкість стала більше за швидкість світла. Нехай друга космічна дорівнює швидкості світла:

$$c = \sqrt{\frac{2GM}{R}} \Rightarrow R = \frac{2GM}{c^2} \approx 3000$$

(тобто отримуємо формулу Шварцшильда). Відношення радіусів складатиме 240000.

2. Скільки витків навколо Землі зробить космічний корабель на полярній коловій орбіті (тобто який рухається у площині, в якій лежать полюси Землі) на висоті 271 км, щоб приземлитися в районі старту? **(10 б)**

Розв'язання: Велика піввісь орбіти буде $a = 271 \text{ км} + \text{радіус Землі} = 271 + 6371 = 6642 \text{ км}$. За третім

$$T = T_M \left(\frac{a}{a_M} \right)^{3/2} = 1049$$

законом Кеплера знаходимо період, порівнюючи з Місяцем: . Щоб космічний корабель міг приземлитися у місці старту, Земля під ним повинна зробити 1 оберт навколо осі, тобто треба щоб пройшло 23 год 56 хв. В цей проміжок часу період обертання вміститься 16 разів.

3. 1 січня 1991 року був вівторок. Через скільки років 1 січня знову припало на вівторок? **(15 б)**

Розв'язання: Якщо поділити 365 днів на 7 (тобто тиждень) отримуємо 52 тижні і 1 день. Таким чином, через простий рік початок року прийде на один день тижня пізніше. У випадку високосного року – на два дні пізніше. 1991 – простий, 1992 – високосний, далі 3 простих роки – всі разом вони дають запізнення початку нового року на 6 днів. Наступний високосний 1996 дасть запізнення ще на 2 дні, тобто новий 1997 рік почнеться в середу, а у вівторок не буде починатися жоден з них. Знову 3 простих роки доведуть запізнення вже до $6 + 2 + 3 = 11$ днів тижня, 2000-й – до 13, та 2001 – до 14. Нарешті 2002 почнеться у вівторок. Отже, через 11 років.

4. У романі Жюль Верна «3 гармати на Місяць» є згадка про «другий Місяць» - невеличке тіло, яке рухається на висоті 8410 км з періодом 3 години 20 хвилин. Чи може існувати таке тіло? Чи могли б ми його спостерігати? **(15 б)**

Розв'язання Порівняємо з рухом Місяця, та знайдемо висоту над земною поверхнею, яка

$$a = R + h = a_M \left(\frac{T}{T_M} \right)^{2/3}$$

відповідає наданому періоду за третім законом Кеплера. Отримаємо велику піввісь 11300 км, або висоту 5000 км. Отже, у книзі висота й період не узгоджуються один з одним. Якщо його діаметр близько 0,5 км, то найбільша його видима зоряна величина могла б бути

$$m = -2,5 \lg \frac{R^2}{h^2} \frac{h_M^2}{R_M^2} - 12,3 = -2,5^m$$

, але якщо його орбіта не сильно нахилена до екліптики, то у фазі повного освітлення диску ми його спостерігати не зможемо – він буде заходити в тінь Землі. Побачити таке тіло можна було б після заходу Сонця, поки воно не зайшло у тінь Землі або перед сходом Сонця, коли б воно з неї виходило.

5. Зоря має екваторіальні координати $\alpha = 10^h 8^m 22.3^s$, $\delta = 11^\circ 58' 2''$. Знайдіть цю зорю на мапі, назвіть сузір'я та власну назву цієї зорі. Яка її зоряна величина (приблизно)? Коли вона сходить, заходить та кульмінує сьогодні? **(15 б)**

Розв'язання: Зоря Регул, α Льва. $V: 1,35^m$. Схід: 17ч 43м. Кульмінація: 0ч 40м. Захід: 7ч 34м.

**УПРАВЛІННЯ ОСВІТИ І НАУКИ ОДЕСЬКОЇ ОБЛАСНОЇ ДЕРЖАВНОЇ АДМІНІСТРАЦІЇ
ОДЕСЬКИЙ ОБЛАСНИЙ ІНСТИТУТ УДОСКОНАЛЕННЯ ВЧИТЕЛІВ**

Завдання

III етапу Всеукраїнської учнівської олімпіади з астрономії

2010-2011 навчальний рік

11 клас

Завдання на спостереження

На зображенні, яке показується на екрані, треба впізнати астрономічний об'єкт та записати його характеристики у таблицю.

В графі «тип»

- **для планет** вказати: планети земної групи, планети-гіганти, або карликові планети;
- **для зір** вказати: клас світності (червоний гігант, білий карлик та інш.) та/або тип змінної зорі;
- **для туманностей** вказати тип або пояснити природу (походження).

Якщо об'єкт не знаходиться у певному сузір'ї, поставте риску у відповідній графі. Якщо на зображенні є декілька зір, треба впізнати зорю, на яку вказує стрілка; якщо стрілки немає, треба охарактеризувати сукупність зір в цілому.

У графі «Чи можна спостерігати сьогодні ввечері?» позначаємо «так» або «ні» (при наявності телескопу з достатніми для спостережень характеристиками та ясного зоряного неба).

№ з/п	Назва об'єкту	Тип	Сузір'я	Чи можна спостерігати сьогодні ввечері?	Додаткові відомості
1					

2					
3					
№ з/п	Назва об'єкту	Тип	Сузір'я	Чи можна спостерігати сьогодні ввечері?	Додаткові відомості
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					

15					
----	--	--	--	--	--

Шифр

**УПРАВЛІННЯ ОСВІТИ І НАУКИ ОДЕСЬКОЇ ОБЛАСНОЇ ДЕРЖАВНОЇ АДМІНІСТРАЦІЇ
ОДЕСЬКИЙ ОБЛАСНИЙ ІНСТИТУТ УДОСКОНАЛЕННЯ ВЧИТЕЛІВ**

Завдання

III етапу Всеукраїнської учнівської олімпіади з астрономії

2010-2012 навчальний рік

10 клас

Завдання на спостереження

На зображенні, яке показується на екрані, треба впізнати астрономічний об'єкт та записати його характеристики у таблицю. В графі «тип»

- **для планет** вказати: планети земної групи, планети-гіганти, або карликові планети;
- **для зір** вказати: клас світності (червоний гігант, білий карлик та інш.) та/або тип змінної зорі;
- **для туманностей** вказати тип або пояснити природу (походження).

Якщо об'єкт не знаходиться у певному сузір'ї, поставте риску у відповідній графі. Якщо на зображенні є декілька зір, треба впізнати зорю, на яку вказує стрілка; якщо стрілки немає, треба охарактеризувати сукупність зір в цілому.

У графі «Чи можна спостерігати сьогодні ввечері?» позначаємо «так» або «ні» (при наявності телескопу з достатніми для спостережень характеристиками та ясного зоряного неба).

№ з/п	Назва об'єкту	Тип	Сузір'я	Чи можна спостерігати сьогодні ввечері?	Додаткові відомості

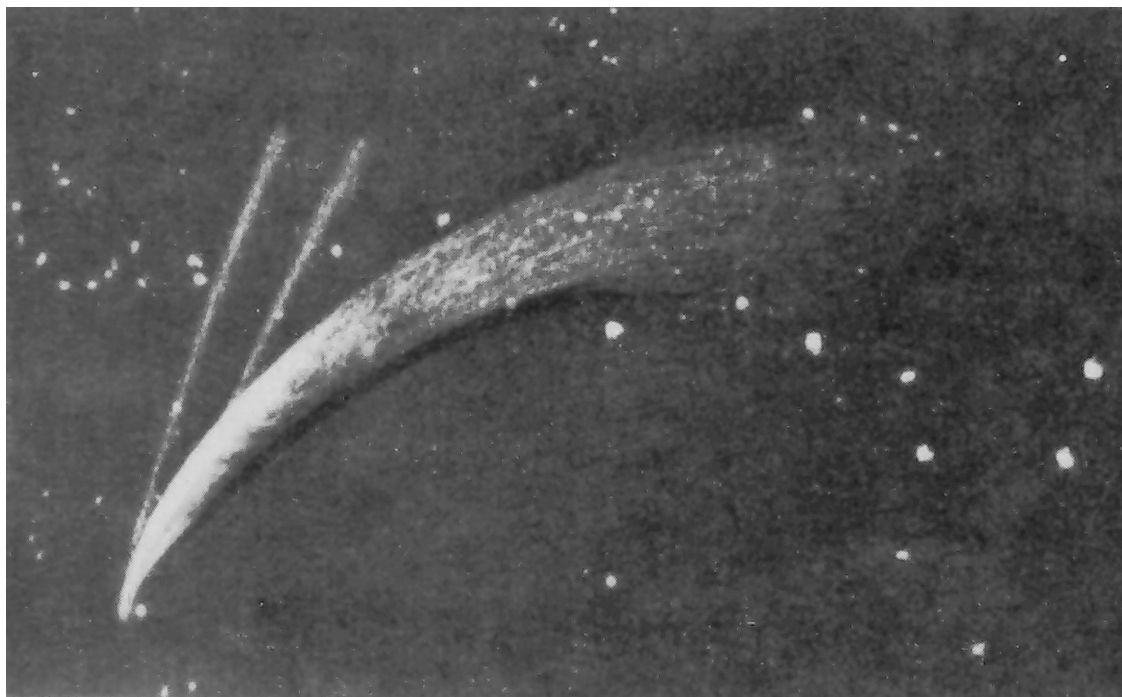
1					
2					
3					
№ з/п	Назва об'єкту	Тип	Сузір'я	Чи можна спостерігати сьогодні ввечері?	Додаткові відомості
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					

14					
15					

**УПРАВЛІННЯ ОСВІТИ І НАУКИ
ОДЕСЬКОЇ ОБЛАСНОЇ ДЕРЖАВНОЇ АДМІНІСТРАЦІЇ
ОДЕСЬКИЙ ОБЛАСНИЙ ІНСТИТУТ УДОСКОНАЛЕННЯ ВЧИТЕЛІВ
Завдання
III етапу Всеукраїнської учнівської олімпіади з астрономії
2011 – 2012 навчальний рік**

10 клас

1. О котрій годині (за місцевим часом) сходить і заходить Сонце в Одесі (або іншому місті) 23 вересня? О котрій годині це відбувається 1 лютого на екваторі? **(5 балів)**
2. В якій частині неба знаходиться повний Місяць, якщо його спостерігати за 4 години до півночі? **(5 балів)**
3. На скільки повинна зменшитись маса Землі, щоб Місяць покинув її назавжди ? **(5 балів)**
4. Оцініть ширину метеорного потоку Гемініди, метеори якого спостерігалися з 25-го листопаду до 18 грудня. **(10 балів)**
5. Земля для колонистів на Марсі буде то ранковою, то вечірньою зорею. Яка буде найбільша кутова відстань Землі від Сонця? **(10 балів)**
6. Спалах наднової зорі освітив першу газопилову оболонку навколо неї, а ще через 7 років – другу оболонку. Оболонки спостерігаються на відстані 7" (кутових секунд). Оцініть відстань до зорі. **(15 балів)**
7. За малюнком комети Донаті 1858 р. оцініть довжину кометного хвоста в кілометрах, знаючи, що відстань комети від Землі дорівнює 57 млн. км. Хвіст вважати лежачим в площині, перпендикулярній до променя зору. Кутова відстань між зорями α та β Великої Ведмедиці $5^{\circ}25'$. **(15 балів)**



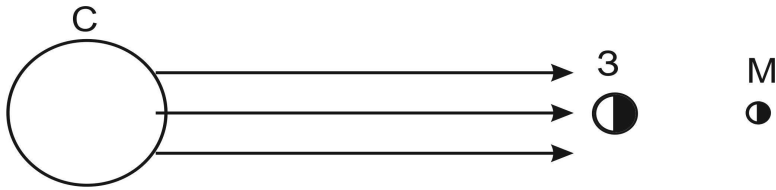
Розв'язки завдань
III етапу Всеукраїнської учнівської олімпіади з астрономії
2011 – 2012 навчальний рік
10 клас

1. О котрій годині (за місцевим часом) сходить і заходить Сонце в Одесі (або іншому місті) 23 вересня? О котрій годині це відбувається 1 лютого на екваторі? (5 б)

Розв'язання: 23 вересня – осіннє рівнодення, отже сонце встає о 6 годині ранку, а сідає о 6 вечора. На екваторі рівнодення буде завжди, так як світила піднімаються завжди перпендикулярно до горизонту. Отже, також встає о 6 годині ранку, а сідає о 6 вечора.

2. В якій частині неба знаходиться повний Місяць, якщо його спостерігати за 4 години до півночі? (5 б)

Розв'язання: У східній, так як повний Місяць кульмінує опівночі (див малюнок), а за чотири години до того він тільки трохи піднявся після сходу.



3. На скільки повинна зменшитись маса Землі, щоб Місяць покинув її назавжди? (5 б)

Розв'язання. Зараз Місяць рухається з коловою швидкістю на відстані $R=380$ млн км. $v = \sqrt{\frac{GM}{R}}$, а щоб

покинути Землю йому потрібно було б рухатися з параболічною швидкістю $v = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$. З порівняння цих двох формул бачимо, що маса повинна зменшитися вдвічі або більше.

4. Оцініть ширину метеорного потоку Гемініди, метеори якого спостерігалися з 25-го листопаду до 18 грудня. (10 б)

Розв'язання. Земля рухається майже по коловій орбіті радіусу 150 млн.км. з періодом 365,25 діб, отже її

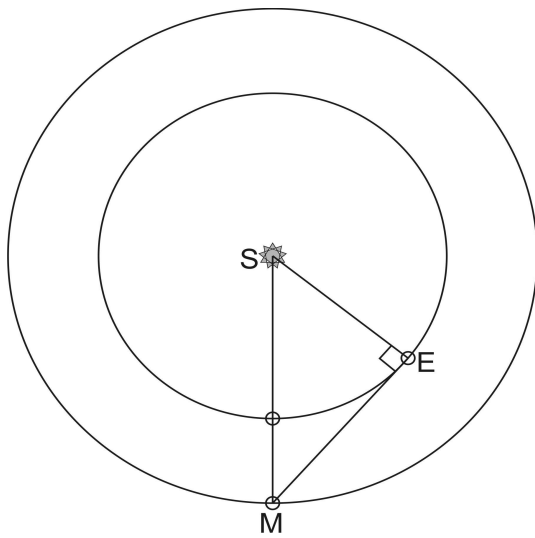
швидкість складає $v = \frac{2\pi r}{T} = \frac{2\pi \cdot 1,5 \cdot 10^8}{365,25} = 2,58 \cdot 10^6$ 29 км/с=

3 25.11 до 18.12 пройшло 23 доби.

Отже ширина потоку $s = vt = 2,58 \cdot 10^6$ 23 доби· 59 млн.км.

5. Земля для колонистів на Марсі буде то ранковою, то вечірньою зорею. Яка буде найбільша кутова відстань Землі від Сонця? (10 б)

Розв'язання.



Найбільше кутова відстань планети від Сонця буде тоді, коли пряма ME буде дотичною до орбіти внутрішньої планети. Отже, кут E буде прямим, так як дотична перпендикулярна радіусу кола. В трикутнику SME нам відомо $SM=1,52$ а.е., $SE=1$ а.е. Отже

$$\sin \angle SME = \frac{SE}{SM} = 0,6666, \quad \angle SME = 0,7297 = 41,8^\circ$$

6. Спалах наднової зорі освітив першу газопилову оболонку навколо неї, а ще через 7 років – другу оболонку. Оболонки спостерігаються на відстані $7''$ (кутових секунд). Оцініть відстань до зорі. **(15 б)**

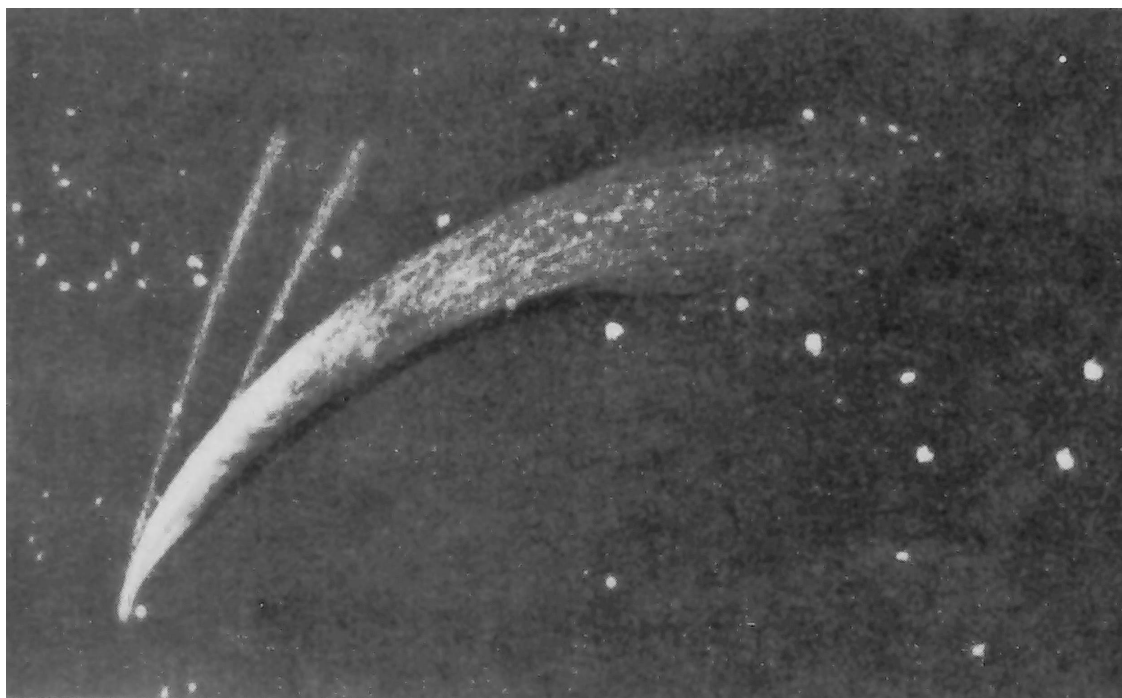
Розв'язання. Простіше рахувати відстань в світлових роках. Тоді відстань між оболонками $d=7$ св.р. Так як кутова відстань α дуже мала, то

$$\sin \alpha \approx \alpha \approx \frac{d}{r} \quad r = \frac{d}{\alpha} = 206265 = 63271 \text{ парсек}$$

де α - в радіанах, r – відстань до наднової зорі.

7. За малюнком комети Донаті 1858 р. оцініть довжину кометного хвоста в кілометрах, знаючи, що відстань комети від Землі дорівнює 57 млн. км. Хвіст вважати лежачим в площині, перпендикулярній до променя зору.

Кутова відстань між зорями α и β Великої Ведмедиці $5^\circ 25'$ **(15 б)**



Розв'язання: За малюнком відстань між зорями α и β Великої Ведмедиці приблизно 13 мм, а довжина дуги хвоста приблизно 13 см. Отже кутова довжина хвосту $\alpha = 5^\circ 25' \times 130/13 = 54^\circ 10'$. Знаючи центральний кут (довжину на небесній сфері), можемо знайти довжину у просторі як довжину дуги в $54^\circ 10'$ кола радіусом $R = 57$ млн. км.
 $L = 2\pi R \times \alpha / 360^\circ = 2\pi \times 57 \times 0,151 \approx 54$ млн. км.

Розв'язок завдання на спостереження

10 – 11 класи

На зображенні, яке показується на екрані, треба впізнати астрономічний об'єкт та записати його характеристики у таблицю. В графі «тип» для планет вказати: планети земної групи, планети-гіганти, або карликові планети. Для зір – вказати клас світності (червоний гігант, білий карлик та інш.) та/або тип змінної зорі. Для туманностей вказати тип, або пояснити природу (походження). Якщо об'єкт не знаходиться у певному сузір'ї, поставте риску у відповідній графі. Якщо на зображенні є декілька зір, треба впізнати зорю, на яку вказує стрілка; якщо стрілки немає, треба охарактеризувати сукупність зір в цілому. У графі «Чи можна спостерігати сьогодні ввечері?» позначуємо «так» або «ні» (при наявності телескопу з достатніми для спостережень характеристиками).

№ з/п	Назва об'єкту	Тип	Сузір'я	Чи можна спостерігати сьогодні ввечері?	Додаткові відомості
1	Марс	Планета земної групи	–	Так	
2	α Великого Пса, Сіріус	Зоря головної послідовності+ білий карлик	Великий Пес	Так	
3	M31, Туманність Андромеди	Спіральна галактика, найближча до нас	Андромеда	Так	

4	Юпітер	Планета-гігант	–	Так	
5	α Ліри, Вега	Біла зоря головної послідовності	Ліра	Ні	
6	M57, туманність Кільце	Планетарна туманність	Ліра	Ні	
7	M45, Плеяди	Розсіяне зоряне скупчення	Телець	Так	
8	α Оріона, Бетельгейзе	Червоний гігант	Оріон	Так	
9	M1, Крабовидна туманність	Залишок вибуху наднової	Телець	Так	
10	β Персея, Алголь	Затемнювано-змінна зоря	Персей	Так	
11	Туманність «Кошачий глаз», NGC 6543	Планетарна туманність	Дракон	Так	
12	M45, Плеяди	Розсіяне зоряне скупчення	Телець	Так	
13	Уран	Планета-гігант	–	Так	
14	α Малої Ведмедиці, Полярна	Жовтий надгігант	Мала Ведмедиця	Так	
15	Молочний шлях	Наша галактика	–	Так	