

**I. Тестові завдання (кожна правильна відповідь 0,5 бала)**

**1. Що вивчає наука астрономія?**

**A) Вона вивчає походження, розвиток, властивості об'єктів, що спостерігаються на небі, а також процеси, пов'язані з ними.**

Б) Вона вивчає в цілому весь космос, його структуру і можливості.

В) Вивчає розвиток і розміщення зірок.

**2. Відповідно до предметів і методів досліджень астрономію поділяють на:**

А) на три основні групи: астрометрію, астрофізику і зоряну астрономію;

Б) на дві групи і підгрупи: астрофізику (астрометрія, небесна механіка) і зоряну астрономію (фізична космологія);

**В) на п'ять груп: астрометрію, небесну механіку, астрофізику, зоряну астрономію, фізичну космологію.**

**3. Яка найбільша зірка?**

А) Сонце; **Б) VY Великого Пса;** В) VV Цефея А

**4. В якому році запустили перший штучний супутник Землі?**

**А) 1957р.;** Б) 1960р.; В) 1975р.

**5. Дати визначення: Місяць це - ...**

**А) єдиний природний супутник планети Земля;**

Б) не єдиний природний супутник планети Земля;

В) зірка.

**6. Скільки планет обертаються навколо Сонця?**

А) 6; Б) 7; **В) 8.**

**7. Яка за рахунком з них Земля?**

А) 5; **Б) 3;** В) 4.

**8. Яка планета сонячної системи найбільш сейсмічно активна?**

А) Марс; Б) Венера; **В) Земля.**

**9. У XX столітті астрономія розділилася на дві основні області:**

**А) спостережну та теоретичну;**

Б) механічну і природну;

В) конструктивну і загальну.

**10. Що вивчає рентгенівська астрономія?**

А) внутрішню будову космічних тіл;

**Б) астрономічні об'єкти в рентгенівському діапазоні;**

В) будову рентгенівського телескопу.

**11. Маленька планета в сонячній системі це:**

**А) Меркурій;**

Б) Венера;

В) Марс.

**12. У якої з планет пил утворює кільця?**

- А) Марс;
- Б) Сатурн;**
- В) Юпітер.

**13. Відхилення від руху, що відбувався строго за законами Кеплера, називають:**

- А) Непокорою; Б) Зсувами; В) Збоями; **Г) Збуреннями;** Д) Катастрофами.

**14. Найближча до Сонця точка орбіти називається... .**

- А) Афелієм; **Б) Перигелієм;** В) Ексцентриситетом;

**15. Відстань Землі від Сонця взято за 1а. о. Скільки це приблизно дорівнює?**

- А) 15000 км; **Б) 150000000 км;** В) 15000000 м; Г) 15000000000 км; Д) 150000000 Мм.

**16. Кут, під яким із світила видно радіус Землі, перпендикулярний до променя зору, називається... .**

- А) Горизонтальним параллаксом;** Б) Вертикальним параллаксом;
- В) Градусним вимірюванням; Г) Горизонтальним зміщенням.

**17. Згідно першого закону Кеплера кожна планета обертається по.... .**

- А) Колу; Б) Параболі; **В) Еліпсу;** Г) Гіперболі; Д) Кругу

**18. Які планети розташовані у порядку віддалення від Сонця?**

- А) Меркурій, Венера, Земля, Марс;** Б) Юпітер, Сатурн, Уран, Нептун, Плутон;
- В) Меркурій, Венера, Земля, Марс, Сатурн; Г) Юпітер, Сатурн, Марс, Нептун, Плутон
- Д) Венера, Земля, Марс, Нептун, Плутон.

**19. Що входить до складу Сонячної системи?**

- А) Планети; Б) Комети; В) Астероїди;** Г) Туманності; Д) Зорі.

**20. Хто першим спрямував в небо телескоп?**

- А) Миколай Коперник; Б) Джордано Бруно; В) Клавдій Птолемей
- Г) Галілео Галілей;** Д) Архімед.

## Теоретичний тур

### 10 клас №1

Розвідник чекав сигналу... Сигнал повинні були подати з вікна навпроти, тому розвідник сидів у кріслі і дивився у вікно, іноді нервово поглядаючи на годинник. Він зауважив, що за час очікування Сонце по небу встигло пройти дугу  $5^\circ$ . Скільки часу прочекав розвідник? Відповідь підтвердіть розрахунками.

Видимий рух Сонця по небу відбувається за рахунок обертання Землі навколо своєї осі. Так як Земля здійснює повний оберт на  $360^\circ$  за 24 години, то Сонце

проходить  $360^\circ$  за 24 години. За одну годину Сонце переміщується на  $15^\circ$ . Відповідно на  $1^\circ$  припадає 4 хвилини часу. Отже, розвідник чекав 20 хвилин.

### 10 клас №2

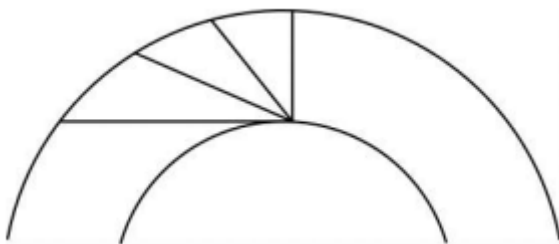
На Землю випадає  $10^7$  кг метеоритної речовини в рік. За скільки років маса Землі збільшиться на 0,001%, якщо зараз вона дорівнює  $6 \cdot 10^{24}$  кг?

0.001% від маси Землі – це  $10^{-3} \cdot 10^{-2} \cdot 6 \cdot 10^{24} = 6 \cdot 10^{19}$  кг. При випаданні за рік  $10^7$  кілограм така маса накопичиться за  $6 \cdot 10^{19} / 10^7 = 6 \cdot 10^{12}$  років. Це дуже тривалий час, що перевищує час стабільного існування Сонячної системи.

### 10 клас №3

Чому зірка стає яскравішою по мірі того, як піднімається над горизонтом?

Атмосфера Землі поглинає світло зірок. Поглинання тим більше, чим більший «товстий» шар атмосфери проходить світло. Чим вище піднімається зірка над горизонтом, тим менший шлях в атмосфері проходить її світло (див. рис.), отже, тим менше світла поглинається і зірка здається більш яскравою.



### 10 клас №4

У скільки разів потрібно змінити великі півосі орбіт Землі і Місяця, щоб у нашому календарі було 12 місяців рівно за 30 днів? Дійсний період обертання Місяця навколо Землі – 27,3 діб.

Оскільки тривалість доби змінити не можна, то з умови випливає, що тривалість року повинна дорівнювати рівно  $30 \cdot 12 = 360$  діб (зараз вона становить 365.3 доби). Скориставшись III законом Кеплера ( $a \propto P^{2/3}$ , де  $a$  - велика піввісь,  $P$  - період), отримуємо, що велику піввісь орбіти Землі треба зменшити в  $(365.3/360)^{2/3} = (1 + 5.3/360)^{2/3} \approx 1 + \frac{2}{3} \cdot \frac{5.3}{360} \approx 1.01$  рази. Для вирішення другої частини завдання слід згадати, що тривалість періоду повторення фаз Місяця - синодичний місячний місяць - це не зовсім те ж саме, що період обертання Місяця навколо Землі. Синодичний місяць  $S$  пов'язаний з періодом обертання  $P$  як  $\frac{1}{S} = \frac{1}{P} - \frac{1}{360}$  (тут 360 - нова тривалість року в добах), звідси

бажаний нами період обертання  $P = \frac{1}{1/S + 1/360} = \frac{1}{1/30 + 1/360} = \frac{360}{13} \approx 27.7$ .

Далі діємо так само, як при розв'язуванні першої частини завдання. У підсумку отримуємо, що велику піввісь орбіти Місяця треба збільшити в  $(27.7/27.3)^{2/3} = (1 + 0.4/27.3)^{2/3} \approx 1 + \frac{2}{3} \cdot \frac{0.4}{27.3} \approx 1.01$  рази.

### 10 клас №5

Навчальний сонячний радіотелескоп являє собою рефлектор із сферичним дзеркалом, радіус кривизни якого дорівнює 4 м. 14 вересня під час спостережень телескоп був наведений на Сонце. Студент, який проводив спостереження, вимкнув годинниковий механізм телескопа і пішов обідати. При поверненні з обіду він побачив, що тінь від приймача випромінювання, що знаходиться в фокусі дзеркала, опинилася на відстані 0,5 м від центру дзеркала. Оцініть час, який студент витратив на обід.

Як відомо, фокусна відстань сферичного дзеркала дорівнює половині його радіуса кривизни. Таким чином, за час обіду Сонце пройшло по небу кут в радіанах, рівний відношенню  $0.5/2 = 1/4$  (тим, що тінь рухалась по колу з радіусом 4 м і, отже, розглянутий кут не є центральним для кола, для оцінки можна знехтувати),  $1/4$  радіана - це трохи менше  $15^\circ$ . Оскільки, за умовою задачі, це сталося 14 вересня, можна вважати що Сонце рухається практично по небесному екватору (тобто по дузі великого кола на небесній сфері), і тоді зміна положення Сонця на  $15^\circ$  відповідає інтервалу часу в 1 годину ( $15^\circ \cdot 24 = 360^\circ$ ). Звідси отримуємо, що студент витратив на обід дещо менше 1 години.

### Практичний тур (псевдоспостереження) 10, 11 клас

Використовуючи дану фотографію вкажіть положення Сонця і верхнього краю паркана. Всі побудови проводьте безпосередньо на виданому аркуші з фотографією і по закінченню роботи здайте його разом з роботою. У своєму зошиті наведіть необхідні пояснення.

Світлові промені поширюються прямолінійно. Зліва на фотографії зображені кілька людей разом з їх тіннями. Повністю видно тінь дівчини в чорному плащі. Через вершини її голови і тіні проведемо пряму 1, на якій буде лежати зображення Сонця (рис.). Теж справедливо, наприклад, для дитини в колясці і його тіні. Якщо на фотографії тінь від якого-небудь прута забору і прут лежать на одній прямій, то на цій же прямій знаходиться зображення Сонця. Знайдемо на фотографії найбільш підходящий прут і проведемо через неї лінію 2. На перетині ліній 1 і 2 лежить зображення Сонця. Позначимо цю точку S. Знаючи положення Сонця, можна

встановити положення верхнього краю паркана. Проведемо пряму через верхівку тіні, відкидаємо одним і стовпів, і точку  $S$ . також Проведемо пряму, яка є продовженням цього стовпа. На перетині цих двох прямих лежить вершина стовпа (точка  $A$ ). Аналогічним чином можна знайти вершину іншого стовпа (точка  $B$ ) і через дві точки провести пряму, що відповідає верхньому краю стовпа. Ця пряма повинна проходити через точку  $C$  – перетин прямих, єпродовженнями тіні верхнього краю паркана і нижнього краю паркана. Ця точка може бути використана для відновлення верхнього краю паркана.





Орієнтовні розв'язки, II етап, астрономія , 3 грудня 2021року

11 клас

**I. Тестові завдання(кожна правильна відповідь 0,5 бала)**

**1. Що вивчає наука астрономія?**

**A) Вона вивчає походження, розвиток, властивості об'єктів, що спостерігаються на небі, а також процеси, пов'язані з ними.**

Б) Вона вивчає в цілому весь космос, його структуру і можливості.

В) Вивчає розвиток і розміщення зірок.

**2. Відповідно до предметів і методів досліджень астрономію поділяють на:**

А) на три основні групи: астрометрію, астрофізику і зоряну астрономію;

Б) на дві групи і підгрупи: астрофізику (астрометрія, небесна механіка) і зоряну астрономію (фізична космологія);

**В) на п'ять груп: астрометрію, небесну механіку, астрофізику, зоряну астрономію, фізичну космологію.**

**3. Яка найбільша зірка?**

А) Сонце; **Б) VY Великого Пса;** В) VV Цефея А

**4. В якому році запустили перший штучний супутник Землі?**

**А) 1957р.;** Б) 1960р.; В) 1975р.

**5. Дати визначення: Місяць це - ...**

**А) єдиний природний супутник планети Земля;**

Б) не єдиний природний супутник планети Земля;

В) зірка.

**6. Скільки планет обертаються навколо Сонця?**

А) 6; Б) 7; **В) 8.**

**7. Яка за рахунком з них Земля?**

А) 5; **Б) 3;** В) 4.

**8. Яка планета сонячної системи найбільш сейсмічно активна?**

А) Марс; Б) Венера; **В) Земля.**

**9. У XX столітті астрономія розділилася на дві основні області:**

**А) спостережну та теоретичну;**

Б) механічну і природну;

В) конструктивну і загальну.

**10. Що вивчає рентгенівська астрономія?**

А) внутрішню будову космічних тіл;

**Б) астрономічні об'єкти в рентгенівському діапазоні;**

В) будову рентгенівського телескопу.

**11. Маленька планета в сонячній системі це:**

**А) Меркурій;**

Б) Венера;

В) Марс.

**12. У якої з планет пил утворює кільця?**



- А) Марс;  
**Б) Сатурн;**  
В) Юпітер.

**13. Відхилення від руху, що відбувався строго за законами Кеплера, називають:**

- А) Непокорю; Б) Зсувами; В) Збоями; **Г) Збуреннями;** Д) Катастрофами.

**14. Найближча до Сонця точка орбіти називається... .**

- А) Афелієм; **Б) Перигелієм;** В) Ексцентриситетом;

**15. Відстань Землі від Сонця взято за 1а. о. Скільки це приблизно дорівнює?**

- А) 15000 км; **Б) 150000000 км;** В) 15000000 м; Г) 15000000000 км; Д) 150000000 Мм.

**16. Кут, під яким із світила видно радіус Землі, перпендикулярний до променя зору, називається... .**

- А) Горизонтальним параллаксом;** Б) Вертикальним параллаксом;  
В) Градусним вимірюванням; Г) Горизонтальним зміщенням.

**17. Згідно першого закону Кеплера кожна планета обертається по.... .**

- А) Колу; Б) Параболі; **В) Еліпсу;** Г) Гіперболі; Д) Кругу

**18. Які планети розташовані у порядку віддалення від Сонця?**

- А) Меркурій, Венера, Земля, Марс;** Б) Юпітер, Сатурн, Уран, Нептун, Плутон;  
В) Меркурій, Венера, Земля, Марс, Сатурн; Г) Юпітер, Сатурн, Марс, Нептун, Плутон

- Д) Венера, Земля, Марс, Нептун, Плутон.

**19. Що входить до складу Сонячної системи?**

- А) Планети; Б) Комети; В) Астероїди;** Г) Туманності; Д) Зорі.

**20. Хто першим спрямував в небо телескоп?**

- А) Миколай Коперник; Б) Джордано Бруно; В) Клавдій Птолемеї  
**Г) Галілео Галілей;** Д) Архімед.

### Теоретичний тур

#### 11 клас №1

2 березня 2009 року астероїд 2009 DD45 пролетів між Землею і Місяцем. Припустимо, що астероїд в деякий момент виявився точно на прямій, що з'єднує спостерігача на Землі і центр Місяця, та рухався зі швидкістю 20 км/с під кутом  $45^\circ$  до цієї прямої і знаходився на відстані 64 тис. км від спостерігача. Знайдіть час, за який астероїд для спостерігача перетнув диск Місяця. Радіус Місяця в 4 рази менше радіуса Землі, відстань від Землі до Місяця дорівнює приблизно 60 радіусів Землі.

Радіус Землі приблизно дорівнює 6400 км, тому астероїд пролетів на відстані, рівній 10 радіусам Землі. Трохи спростимо задачу - будемо вважати, що астероїд перетинав пряму, що сполучає спостерігача і Місяць, перпендикулярно. Тоді шлях  $x$ , пройдений астероїдом на тілі диска Місяця,



відноситься до відстані так само, як діаметр Місяця до відстані. Звідси (якщо виразити всі величини в радіусах Землі)  $\frac{x}{10} = \frac{1/2}{60}$ , і пройдений шлях  $x = 1/12$  радіуса Землі. Виразивши його в кілометрах, отримаємо,  $6400/12 \approx 530$  км. Тепер задаємо, що астероїд рухався під кутом  $45^\circ$  до прямої. Так як відстань між Землею і Місяцем набагато більше ніж 530 км, то можна вважати, що за рахунок цього шлях астероїда на тлі диска Місяця збільшився в  $\sqrt{2} \approx 1.4$  рази. У підсумку отримуємо шлях, рівний  $530 \cdot 1.4 \approx 740$  км. Так як астероїд рухався зі швидкістю 20 км/с, час перетину виявиться рівним  $740/20 = 37 \approx 40$  с.

### **11 клас №2.**

Сонце робить повний оберт по небу приблизно за 365 днів. Отже, за добу Сонце проходить по небу серед зірок близько 1 градус. Так як в кожному градусі «поміщається»  $6000/360 = 16$  зірок ( в добі 24 години), то за добу Сонце закрийє 16 зірок, а значить покриття буде проходити через кожні  $24/16 = 1.5$  години.

### **11 клас №3**

Навчальний сонячний радіотелескоп являє собою рефлектор із сферичним дзеркалом, радіус кривизни якого дорівнює 4 м. 14 вересня під час спостережень телескоп був наведений на Сонце. Студент, який проводив спостереження, вимкнув годинниковий механізм телескопа і пішов обідати. При поверненні з обіду він побачив, що тінь від приймача випромінювання, що знаходиться в фокусі дзеркала, опинилася на відстані 0,5 м від центру дзеркала. Оцініть час, який студент витратив на обід.

Як відомо, фокусна відстань сферичного дзеркала дорівнює половині його радіуса кривизни. Таким чином, за час обіду Сонце пройшло по небу кут в радіанах, рівний відношенню  $0.5/2 = 1/4$  (тим, що тінь рухалась по колу з радіусом 4 м і, отже, розглянутий кут не є центральним для кола, для оцінки можна знехтувати),  $1/4$  радіана - це трохи менше  $15^\circ$ . Оскільки, за умовою задачі, це сталося 14 вересня, можна вважати що Сонце рухається практично по небесному екватору (тобто по дузі великого кола на небесній сфері), і тоді зміна положення Сонця на  $15^\circ$  відповідає інтервалу часу в 1 годину ( $15^\circ \cdot 24 = 360^\circ$ ). Звідси отримуємо, що студент витратив на обід дещо менше 1 години.

#### 11 клас №4

Супутник Нептуна Тритон має радіус орбіти, що дорівнює радіусу орбіти Місяця навколо Землі, але робить один оборот навколо Нептуна за 6 діб. У скільки разів відрізняються маси Нептуна і маса Землі? Яка з них більше.

*Із закону всесвітнього тяжіння і другого закону Ньютона випливає, що доцентрове прискорення під час руху по круговій орбіті радіуса  $R$  навколо тіла маси  $M$  дорівнює  $a = GM/R^2$ . З іншого боку, воно дорівнює  $a = v^2/R$ , де  $v$  – орбітальна швидкість. Звідси випливає, що, якщо радіуси орбіт однакові, маса  $M$  пропорційна  $v^2$ . Супутник Землі робить оборот по своїй орбіті приблизно за місяць. Так як довжини орбіт однакові, то орбітальна швидкість Тритона приблизно в 5 разів більше, ніж орбітальна швидкість Місяця. Отже, маса Нептуна в  $5^2 = 25$  разів більше маси Землі.*

#### 11 клас №5

На Землю випадає  $10^7$  кг метеоритної речовини в рік. За скільки років маса Землі збільшиться на 0,001%, якщо зараз вона дорівнює  $6 \cdot 10^{24}$  кг?

*0.001% від маси Землі – це  $10^{-3} \cdot 10^{-2} \cdot 6 \cdot 10^{24} = 6 \cdot 10^{19}$  кг. При випаданні за рік  $10^7$  кілограм така маса накопичиться за  $6 \cdot 10^{19} / 10^7 = 6 \cdot 10^{12}$  років. Це дуже тривалий час, що перевищує час стабільного існування Сонячної системи.*

#### Практичний тур (псевдоспостереження) 10, 11 клас

Використовуючи дану фотографію вкажіть положення Сонця і верхнього краю паркана. Всі побудови проводьте безпосередньо на виданому аркуші з фотографією і по закінченню роботи здайте його разом з роботою. У своєму зошиті наведіть необхідні пояснення.

*Світлові промені поширюються прямолінійно. Зліва на фотографії зображені кілька людей разом з їх тіннями. Повністю видно тінь дівчини в чорному плащі. Через вершини її голови і тіні проведемо пряму 1, на якій буде лежати зображення Сонця (рис.). Теж справедливо, наприклад, для дитини в колясці і його тіні. Якщо на фотографії тінь від якого-небудь прута забору і прут лежать на одній прямій, то на цій же прямій знаходиться зображення Сонця. Знайдемо на фотографії найбільш підходящий прут і проведемо через неї лінію 2. На перетині ліній 1 і 2 лежить зображення Сонця. Позначимо цю точку  $S$ . Знаючи положення Сонця, можна встановити положення верхнього краю паркана. Проведемо пряму через верхівку тіні, відкидаємо одним і стовпів, і точку  $S$ . також Проведемо пряму, яка є продовженням цього стовпа. На перетині цих двох прямих лежить вершина стовпа (точка  $A$ ). Аналогічним чином можна знайти вершину іншого стовпа (точка  $B$ ) і через дві точки провести пряму, що*

відповідає верхньому краю стовпа. Ця пряма повинна проходити через точку  $C$  – перетин прямих, єпродовженнями тіні верхнього краю паркана і нижнього краю паркана. Ця точка може бути використана для відновлення верхнього краю паркана.

