

**Тестове питання № 1:**

Які сузір'я видно на території України (усі сузір'я в рядочку) **1 бал**

**Правильна відповідь:** Велика Ведмедиця, Дракон, Південна Риба, Гончі Пси

**Тестове питання № 2:**

Об'єкти Сонячної системи у порядку зменшення маси **1 бал**

**Правильна відповідь:** Юпітер, Сатурн, Нептун, Уран, Земля, Венера, Марс, Церера

**Тестове питання № 3:**

Астроном може побачити вночі неозброєним оком зорю 6<sup>m</sup> зоряної величини. На небі є деяка подвійна зоря з блиском компонент 6.2<sup>m</sup> та 6.3<sup>m</sup>, кутова відстань між компонентами - 2". Чи може астроном побачити цю зорю неозброєним оком? **1 бал**

**Правильна відповідь:** Так, вночі

**Тестове питання № 4:**

Що з вказаних назв не відноситься до зір **1 бал**

**Правильна відповідь:** Чорний гігант

**Тестове питання № 5:**

Планета, що має найменшу орбітальну швидкість **1 бал**

**Правильна відповідь:** Нептун

**Тестове питання № 6:**

Зодіакальне світло – це:

**Правильна відповідь:** Світіння в області екліптики, що утворюється внаслідок розсіяння сонячного світла **1 бал**

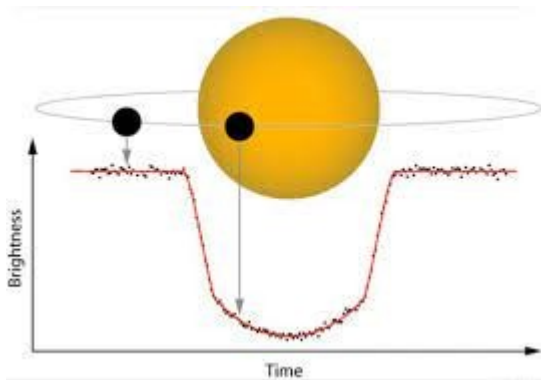
**Тестове питання № 7:**

До класу галактик з активними ядрами найчастіше всього відносять:

**Правильна відповідь:** Сейфертівські галактики, радіогалактики, лацертиди, квазари. **1 бал**

**Тестове питання № 8:**

Вам надано графік залежності яскравості певної планетної системи від часу під час транзиту екзопланети по диску зорі. Що спричиняє заокругленість мінімуму блиску (тобто чому мінімум - не пряма лінія, а дуга)?

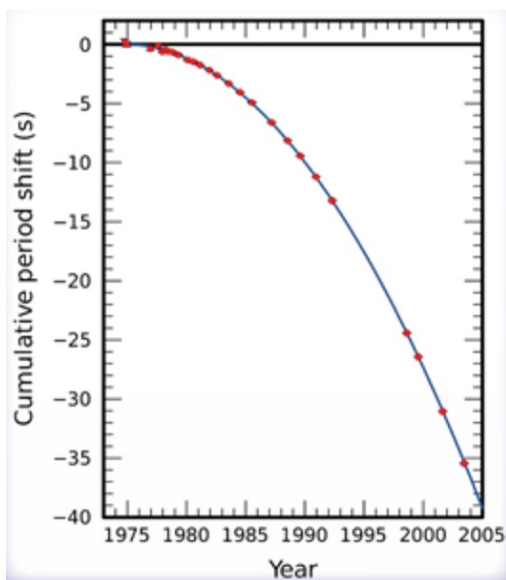


**Правильна відповідь:** потемніння диску зорі до краю

**1 бал**

**Тестове питання № 9:**

Вам надано графік зміни періоду тісної системи пульсарів від часу. Власне, з нього ми бачимо що період обертання пульсарів навколо спільного центру мас зменшується з часом. Це відбувається через те, що пульсари переходять на більш низькі орбіти, тобто система втрачає енергію. Що є причиною цих втрат?



**Правильна відповідь:** випромінювання системою гравітаційних хвиль

**1 бал**

**Тестове питання № 10:**

Який із цих супутників має період обертання навколо планети менший, ніж період обертання відповідної планети навколо осі:

**Правильна відповідь:** жоден із перелічених **1 бал**

**Тестове питання № 11:**

До якого значення близька енергія фотона з довжиною хвилі 200 нм:

**Правильна відповідь:**  $10^{(-18)}$  Дж **2 бали**

**Тестове питання № 12:**

Оберіть неіснуючі класи зір-карликів

**Правильна відповідь:** Фіолетові карлики **1 бал**

**Тестове питання № 13:**

В атмосфері цієї планети вітри дмуть найшвидші вітри у Сонячній системі

**Правильна відповідь:** Нептун **1 бал**

**Тестове питання № 14:**

Скільки планет Сонячної системи на небесній сфері може побачити людина неозброєним оком?

**Правильна відповідь:** 5 **1 бал**

**Тестове питання № 15:**

Світлові явища і фізичні процеси, які є результатом руху космічних частинок з високими швидкостями у газовій атмосфері, називають

**Правильна відповідь:** метеори **1 бал**

**Тестове питання № 16:**

Скільки підтверджених екзопланет відкрито біля інших зір на сьогоднішній день?

**Правильна відповідь:** близько 5500 **1 бал**

**Тестове питання № 17:**

Який приблизний діаметр має нейтронна зоря?

**Правильна відповідь:** 10–20 км **1 бал**

**Тестове питання № 18:**

Відомо що наша планета рухається навколо Сонця по еліптичній траєкторії з найбільшим віддаленням від світила – 152 млн км, та найменшим – 147 млн км. Коли у Північній півкулі (зимою чи літом) енергія від Сонця, котра попадає на Землю, є більшою і у скільки разів?

**Правильна відповідь:** зимою; в 1.07 раз **2 бали**

### Тестова задача № 1 (молодша група):

Порівняйте кутові роздільні здатності телескопів Дуже Велика Решітка (VLA), космічного телескопа Габбла (HST) і космічного телескопа Спітцер (Spitzer). Ефективні діаметри трьох інструментів становлять 36 км, 2.5 м і 85 см відповідно, тоді як типові довжини хвиль, що використовуються для спостережень на цих телескопах є 6 см, 0.6 мкм і 5 мкм відповідно.

#### Розв'язування:

#### Роздільна здатність телескопів

Скористаємося наближеною формулою для визначення роздільної здатності телескопа:

$$R = \lambda/D \text{ рад.}$$

$$\text{VLA: } 0.06/36000 \text{ радіан} * 180 \text{ grad} * 60' * 60'' / 3.1416 = 0.34''$$

$$\text{HST: } 0.6 \cdot 10^{-6} / 2.5 \text{ радіан} * 180 \text{ grad} * 60' * 60'' / 3.1416 = 0.05''$$

$$\text{Spitzer: } 5 \cdot 10^{-6} / 0.85 \text{ радіан} * 180 \text{ grad} * 60' * 60'' / 3.1416 = 1.21''$$

**Правильна відповідь:** VLA=0.34"; HST=0.05"; Spitzer=1.21"

**4 бали**

### Тестова задача № 2 (молодша група):

#### Фазова Земля

Уявимо собі гіпотетичну планету Сонячної системи, яка обертається в площині екліптики коловою орбітою. Відомо, що синодичний період обертання планети для земного спостерігача дорівнює 4,152 тропічних роки. Якою є фаза Землі при спостереженні з поверхні планети в момент, коли Земля знаходиться в квадратурі?

#### Розв'язання

Так як мова йде про спостережувану з планети квадратуру Землі, то, очевидно, що планета є внутрішньою по відношенню до Землі. Враховуючи цей факт запишемо зв'язок між синодичним періодом обертання планети  $T_{\text{син}}$  та сидеричними періодами обертання Землі  $T_{\text{сз}}$  та планети  $T_{\text{спл}}$  по відношенню до Сонця. Маємо

$$1/T_{спл} - 1/T_{сЗ} = 1/T_{син}$$

звідси

$$T_{спл} = T_{син} T_{сЗ} / (T_{син} + T_{сЗ}).$$

З останньої формули

$$T_{спл} = 4,152/5,152 \approx 0,806 \text{ роки.}$$

Нехтуючи масами планети та Землі, виражаючи радіуси орбіт планет у а. о., з III закону Кеплера

$$a_{пл} = \sqrt[3]{0,806^2} \approx 0,866 \text{ а. о.}$$

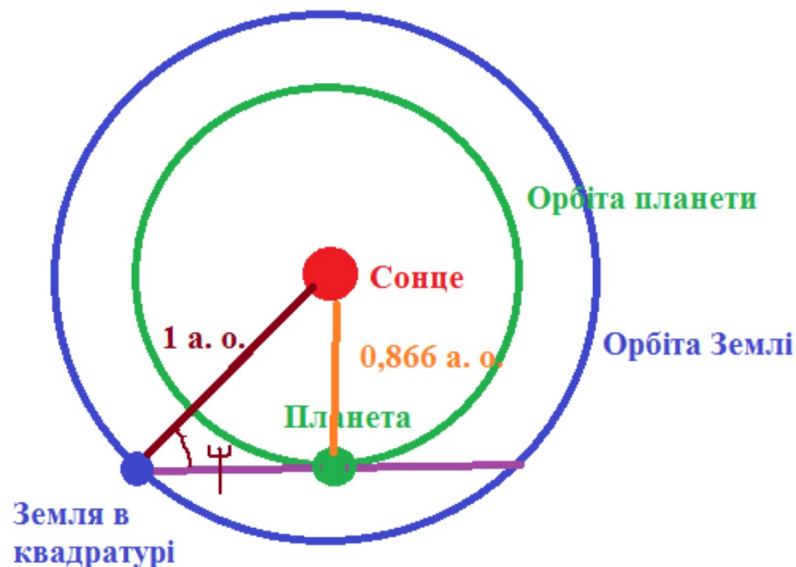
Розглянемо рис. на якому зображена Земля в квадратурі при її спостереженні з поверхні планети. Кут при Землі – фазовий кут  $\psi$ . Кут при планеті, що визначає напрямки на Сонце та Землю дорівнює  $90^\circ$ . З трикутника «Земля-Сонце-планета» знаходимо синус кута  $\psi$  0,866. Звідси  $\psi = 60^\circ$ .

Для обчислення фази скористаємось тим, що її значення можна обчислити використовуючи формулу

$$\Phi = \cos^2(\psi/2).$$

В підсумку знаходимо

$$\Phi = 0,75.$$



Правильна відповідь: 0.75

12 балів

### Тестова задача № 1 (старша група):

Позасонячна планета (екзопланета), яка проходить перед своєю материнською зорею, є темною (тобто практично не випромінює власного світла) і має площу поверхні, яка становить 2% від площі поверхні її батьківської зорі. Знайдіть зміну видимої зоряної величини батьківської зорі під час транзиту планети по її диску.

#### Розв'язання

Потік від зорі змінюється від максимуму  $F_3$ , коли планета не блокує світло, до  $0.98F_3$ , коли планета знаходиться перед зоряним диском. Отже, незатьмарена величина є

$$m_0 = -2.5 \log(F_3/F_0),$$

де  $F_0$  - потік що відповідає нульовому значенню зоряної величини.

Коли планета блокує 2% зоряного диску, зоряна величина зростає до величини

$$m = -2.5 \log(0.98F_3/F_0).$$

Отже зміна видимої зоряної величини батьківської зорі при проходженні по її диску планети рівна:

$$\Delta m = m - m_0 = -2.5 \log(0.98) = 0.022 \text{ зоряної величини.}$$

**Правильна відповідь:** 0.022m

**4 бали**

### Тестова задача № 2 (старша група):

#### Церера

Яка частина поверхні карликової планети Церери була доступна для спостережень з борта АМС Dawn, яка оберталась навколо Церери по коловій орбіті на висоті з періодом 5,273 год? При розрахунках прийняти, що поверхня Церери є сферою радіусом 455 км, а маса  $9,39 \times 10^{20}$  кг. Відповідь подайте у відсотках з точністю до десятих.

#### Розв'язання

Запишемо вираз для колової швидкості для висоти  $h$  над поверхнею планети кулястої форми радіусом  $R$

$$v = \sqrt{\frac{GM}{R+h}}. \quad (1)$$

Звідси, для періоду обертання супутника, маємо

$$T = \frac{2\pi(R+h)}{v}. \quad (2)$$

З (1) та (2)

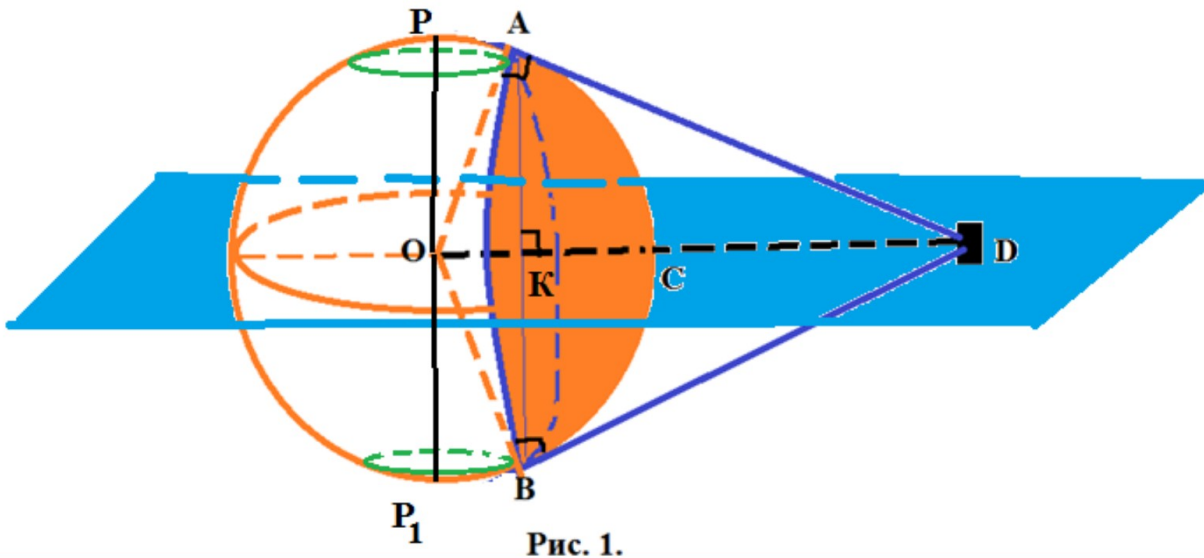
$$T = 2\pi(R+h) \sqrt{\frac{R+h}{GM}}.$$

З останньої формули знаходимо висоту  $h$

$$h = \sqrt[3]{\frac{GMT^2}{4\pi^2}} - R. \quad (3)$$

Виражаючи задані в умові значення періоду в секундах із формули (3)

$h \approx 375$  км.



Розглянемо рис. 1, де  $CD$  – висота  $h$   $KA$  над поверхнею Церери;  $D$  – положення  $KA$  в деякий момент часу  $t_0$ ;  $A$  та  $B$  – точки поверхні Церери в яких  $KA$  в цей же момент часу  $t_0$  спостерігається на зенітній відстані  $90^\circ$ .

З прямокутного трикутника  $AKD$  за теоремою Піфагора

$$AD = \sqrt{OD^2 - OA^2} = \sqrt{(R + h)^2 - R^2},$$

$$AD = 694,2 \text{ км.}$$

Враховуючи, що трикутники  $OKA$  та  $OAD$  подібні, знаходимо  $KA$  – радіус малого кола – геометричне місце тих точок на поверхні Церери для яких в момент часу  $t_0$   $KA$  спостерігається на зенітній відстані  $90^\circ$ .

$$R = KA = 694,2 \times 455 / (455 + 375) \approx 380,6 \text{ км.}$$

Якщо припустити, що обертання  $KA$  здійснюється в площині орбіти, яка на рис. 1 позначена голубим кольором, то області сферичних/кульових сегментів з полюсами  $P$  та  $P_1$  з межами позначеними на рис. зеленими колами, визначають *області невидимості*  $KA$ , тобто ті ділянки поверхні Церери яка *не спостерігалась* з борту  $KA$ .

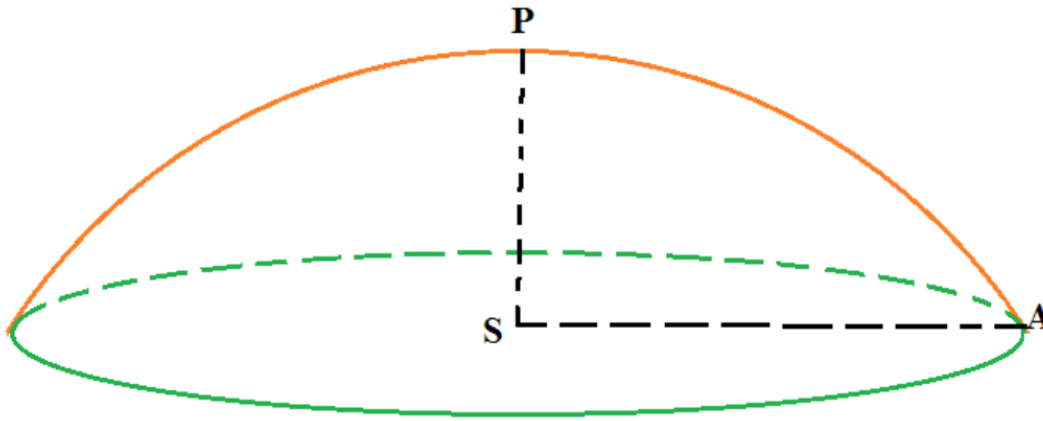
На рис. 2 зображений один з таких сферичних/кульових сегментів. З курсу геометрії знаємо, що площа поверхні сферичного/кульового сегмента можна знайти з формули

$$S = 2 \times \pi \times R \times H, \quad (4)$$



де  $R$  – радіус кулі,  $H$  – висота сегмента.

Співставлення рис. 1 та рис. 2 дає, що  $H = R - KA = 74,4$  км.



**Рис. 2.**

Підставимо в (4) значення. Маємо:  $S \approx 212698$  км<sup>2</sup>. Враховуючи, що на поверхні Церери таких ділянки дві, знаходимо загальну площу цих ділянок –  $\approx 425397$  км<sup>2</sup>. Водночас, площа поверхні Церери  $S_{Ц} = 4 \times \pi \times R^2 \approx 2601553$  км<sup>2</sup>. Отже, площа *не спостережуваної* з борту КА поверхні Церери, складає  $\approx 0,1635$ . Відповідно,  $\approx 83,7$  % поверхні Церери були доступні для досліджень та картографування з борту КА Dawn.

**Правильна відповідь:** 83,7%

**12 балів**