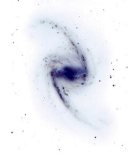


<p align="center">III етап Всеукраїнської учнівської олімпіади з астрономії</p> <p align="center">м. Львів, 4 лютого 2017 р.</p>		<p align="center">Теоретичний тур</p> <p align="center">11 клас</p> <p align="center">Задача 1</p>
--	---	---

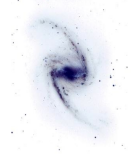
1. Паралакс найяскравішої на небі (після Сонця) зорі складає $0.337''$, довжина хвилі, на якій зоря випромінює найбільший потік, дорівнює 3000\AA , а видима зоряна величина складає $-1^m.42$. Відомо, що якщо б не було міжзоряного поглинання, то її зоряна величина відрізнялася б на $0^m.18$. Знайдіть відстань до цієї зорі та скажіть якої давності події ми на ній вивчаємо? Який розмір цієї зорі порівняно зі Сонцем? Що це за зоря, на Вашу думку?

Розв'язання

- 1) Відстань до зорі $D = 1/0.337 = 2.97$ пк.
- 2) $2.97 \text{ пк} \times 3.26 \approx 9.68$ св.р. Ми бачимо цю зорю такою, якою вона була 9.68 років тому.
- 3) Абсолютна зоряна величина зорі:

$$M = -1^m.42 - 0^m.18 + 5 - 5 \lg(2.97 \text{ пк}) \approx 1^m.04.$$
- 4) Світність зорі у світностях Сонця $L_*/L_{\text{sol}} = 10^{0.4(M_{\text{sol}} - M_*)} = 32.81$
- 5) Температуру зорі визначаємо за законом Віна: $T_* = 3 \times 10^6 / 300 \text{ нм} = 10000 \text{ К}$.
- 6) Порівнюючи світності зорі та Сонця за допомогою закону Стефана-Больцмана, отримуємо радіус зорі в радіусах Сонця:

$$R_*/R_{\text{sol}} = (L_*/L_{\text{sol}})^{1/2} (T_{\text{sol}}/T_*)^2 = (32.81)^{1/2} (6000/10000)^2 = 2.06.$$
- 7) Зоря — Сіріус А.

<p align="center">III етап Всеукраїнської учнівської олімпіади з астрономії</p> <p align="center">м. Львів, 4 лютого 2017 р.</p>		<p align="center">Теоретичний тур</p> <p align="center">11 клас</p> <p align="center">Задача 2</p>
--	---	---

2. Наймасивніша з-поміж відомих на даний час екзопланета DENIS-P J082303.1-491201 b відкрита в Південній Європейській обсерваторії у 2013 році у сузір'ї Вітрил. Її маса у 28.5 разів більша за масу Юпітера, а обертається вона з періодом 246.36 доби навколо коричневого карлика, маса якого складає лише 7.5% від маси Сонця.

Уявіть, що Ви знаходитесь на цій планеті і Вам вдалося виміряти паралакс Сонця $\pi=0.017''$. Оцініть відстань між планетою та Сонцем, а також видиму для Вас зоряну величину Сонця. Чи потрібні Вам для спостережень додаткові інструменти? Маса Сонця у 1047 раз більша за масу Юпітера.

Розв'язання

1) Згідно з третім законом Кеплера

$$\frac{a^3}{T^2(M+m)} = \frac{G}{4\pi^2} \approx \frac{1 \text{ a.o.}^3}{M_{sun} \text{ рік}^2},$$

де a і T велика піввісь та період обертання планети, відповідно, m — її маса, а M — маса коричневого карлика.

2) Знайдемо велику піввісь орбіти планети

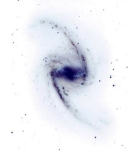
$$a = \left(T^2 \frac{M+m}{M_{sun}} \right)^{1/3} \approx 0.36 \text{ a.o.}$$

3) Отже відстань до Сонця становить

$$r = \frac{a}{\pi} \approx \frac{0.36 \text{ a.o.}}{0.017''} \approx 21.2 \text{ пк.}$$

4) Згідно з формулою Погсона видима величина Сонця на такій відстані складає $m_1 = M_1 - 5 + 5 \lg(r) \approx 6.43$.

Таким чином спостереження Сонця з даної планети неможливі неозброєним оком.

<p align="center">III етап Всеукраїнської учнівської олімпіади з астрономії</p> <p align="center">м. Львів, 4 лютого 2017 р.</p>		<p align="center">Теоретичний тур</p> <p align="center">11 клас</p> <p align="center">Задача 3</p>
--	---	---

3. Взимку опівночі за місцевим часом у Львові (широта $49^{\circ} 50'$, довгота $24^{\circ} 01'$) зоря, що не заходить, спостерігається у верхній кульмінації на зенітній відстані $10^{\circ} 43'$. О котрій годині за Київським часом спостерігалась зоря та яке її схилення?

Розв'язання

1) Визначення поясного часу (в нашому випадку Київського):

$$T_p = T_m + n - \lambda,$$

де T_p - поясний час пункту, T_m - місцевий час пункту (в нашому випадку 0^h), n - номер часового поясу ($n = 2^h$ для України), λ - географічна довгота пункту виражена в годинній мірі ($360^{\circ} = 24^h$; $24^{\circ} 01' = 1^h 36^m$).

За Київським часом зоря спостерігається: $T_p = 0^h + 2^h - 1^h 36^m = 0^h 24^m$.

2) Зенітна відстань $z = 90^{\circ} - h$, де h - висота світила; отже висота світила у верхній кульмінації:

$$h_b = 90^{\circ} - 10^{\circ} 43' = 79^{\circ} 17'.$$

3) Оскільки зоря не заходить, то її схилення δ має бути більше за $(90^{\circ} - \varphi)$.

$$90^{\circ} - 49^{\circ} 50' = 40^{\circ} 10', \text{ тобто } \delta > 40^{\circ} 10'.$$

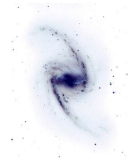
4) Також ми знаємо, що у випадку, коли схилення світила δ менше за географічну широту спостерігача φ , висота світила в момент верхньої кульмінації дорівнює: $h_b = 90^{\circ} - \varphi + \delta_1$; тоді $\delta_1 = h_b + \varphi - 90^{\circ} = 79^{\circ} 17' + 49^{\circ} 50' - 90^{\circ} = 129^{\circ} 07' - 90^{\circ} = 39^{\circ} 07'$.

А у випадку, коли $\delta > \varphi$, висота $h_b = 90^{\circ} - \delta_2 + \varphi$;

$$\text{тоді } \delta_2 = 90^{\circ} - h_b + \varphi = 10^{\circ} 43' + 49^{\circ} 50' = 60^{\circ} 33'.$$

5) Робимо порівняння: $\delta_1 = 39^{\circ} 07' < 40^{\circ} 10'$; $\delta_2 = 60^{\circ} 33' > 40^{\circ} 10'$.

Отже, схилення світила $\delta = 60^{\circ} 33'$.

<p align="center"> III етап Всеукраїнської учнівської олімпіади з астрономії м. Львів, 4 лютого 2017 р. </p>		<p align="center"> Теоретичний тур 9-10 клас Задача 1 </p>
---	---	---

1. Тісна зоряна система складається з двох компонент, кожна з яких має видиму зоряну величину m . У яких межах повинна бути m , щоб цю зоряну систему можна було бачити неозброєним оком?

Розв'язання

1) Зоряна величина окремої зорі

$$m = -2,5 \lg \frac{I}{I_0}.$$

Тому

$$I = I_0 \cdot 10^{-0,4m}.$$

2) Зоряна величина системи

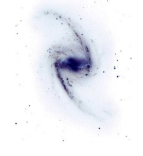
$$m_{\Sigma} = -2,5 \lg \frac{2I}{I_0} = -2,5 \lg 2 + m.$$

3) Люди з добрим зором бачать зорі з $m \leq 6,0$.

Тому

$$m - 2,5 \lg 2 \leq 6,0; \quad m \leq 6,0 + 2,5 \lg 2 \approx 6,75.$$

Відповідь: $m \leq 6,75$.

<p align="center">III етап Всеукраїнської учнівської олімпіади з астрономії</p> <p align="center">м. Львів, 4 лютого 2017 р.</p>		<p align="center">Теоретичний тур</p> <p align="center">9-10 клас</p> <p align="center">Задача 2</p>
--	---	---

2. Орбіта штучного супутника Землі (ШСЗ) перебуває в площині екватора. Лазерно-локаційній станції (ЛЛС), розміщеній на широті 49° , вдалося виміряти найкоротший для цієї ЛЛС проміжок часу між випроміненням лазерного променя і його реєстрацією після відбиття від супутника (500 мс) для найвіддаленішої точки орбіти. Відомо, що період обертання ШСЗ становить 30.5 год. На яку найближчу віддаль наближається супутник до поверхні Землі? Яку найбільшу швидкість досягає цей ШСЗ при русі по своїй орбіті, якщо відомо, що найменша швидкість на ній становить 1.5 км/с? Землю вважати сферично-симетричною з однорідним розподілом густини. Сповільненням променя у земній атмосфері знехтувати.

Розв'язання

1) Відстань виміряна ЛЛС $l=ct/2=75000\text{км}$.

Нехай $R_3=6371\text{км}$ — радіус Землі.

2) З умови задачі випливає, що у момент локації ЛЛС і супутник перебували у площині перпендикулярній до площини орбіти (і екватора).

Тоді відстань від центру Землі (силового центру) до афелію :

$$R_{max}=(l^2 - R_3^2 \sin^2 \varphi)^{0.5} + R_3 \cos \varphi = 79026 \text{ км.}$$

3) З третього закону Кеплера, порівнюючи з Місяцем, велика піввісь орбіти буде:

$$a=a_M*(T/T_M)^{2/3} = 384400\text{км}*(30.5*3600/(27*86400))^{2/3} = 50111 \text{ км.}$$

4) Отже відстань від перигею орбіти до центра Землі:

$$R_{min}=2a - R_{max} = 2*50111-79026=21196 \text{ км.}$$

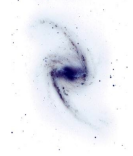
А відстань до поверхні буде $R_{min} - R_3 = 14825 \text{ км}$.

5) Максимальною швидкість буде в перигеї (v_{Π}), мінімальна — в апогеї (v_A).

З другого закону Кеплера:

$$\frac{v_{\Pi}}{v_A} = \frac{R_{max}}{R_{min}}$$

$$\underline{v_{\Pi} = v_A \frac{R_{max}}{R_{min}} = 1.5\text{км/с} * 3.73 = 5.6 \text{ км/с.}}$$

<p align="center">III етап Всеукраїнської учнівської олімпіади з астрономії</p> <p align="center">м. Львів, 4 лютого 2017 р.</p>		<p align="center">Теоретичний тур</p> <p align="center">9-10 клас</p> <p align="center">Задача 3</p>
--	---	---

3. Взимку опівночі за місцевим часом у Львові (широта - $49^{\circ} 50'$, довгота - $24^{\circ} 01'$) зоря, що не заходить, спостерігається у верхній кульмінації на зенітній відстані $10^{\circ} 43'$. О котрій годині за Київським часом спостерігалась зоря та яке її схилення?

Розв'язання

1) Визначення поясного часу (в нашому випадку Київського):

$$T_p = T_m + n - \lambda,$$

де T_p - поясний час пункту, T_m - місцевий час пункту (в нашому випадку 0^h), n - номер часового поясу ($n = 2^h$ для України), λ - географічна довгота пункту виражена в годинній мірі ($360^{\circ} = 24^h$; $24^{\circ} 01' = 1^h 36^m$).

За Київським часом зоря спостерігається: $T_p = 0^h + 2^h - 1^h 36^m = 0^h 24^m$.

2) Зенітна відстань $z = 90^{\circ} - h$, де h - висота світила; отже висота світила у верхній кульмінації:

$$h_b = 90^{\circ} - 10^{\circ} 43' = 79^{\circ} 17'.$$

3) Оскільки зоря не заходить, то її схилення δ має бути більше за $(90^{\circ} - \varphi)$.

$$90^{\circ} - 49^{\circ} 50' = 40^{\circ} 10', \text{ тобто } \delta > 40^{\circ} 10'.$$

4) Також ми знаємо, що у випадку, коли схилення світила δ менше за географічну широту спостерігача φ , висота світила в момент верхньої кульмінації дорівнює: $h_b = 90^{\circ} - \varphi + \delta_1$; тоді $\delta_1 = h_b + \varphi - 90^{\circ} = 79^{\circ} 17' + 49^{\circ} 50' - 90^{\circ} = 129^{\circ} 07' - 90^{\circ} = 39^{\circ} 07'$.

А у випадку, коли $\delta > \varphi$, висота $h_b = 90^{\circ} - \delta_2 + \varphi$;

$$\text{тоді } \delta_2 = 90^{\circ} - h_b + \varphi = 10^{\circ} 43' + 49^{\circ} 50' = 60^{\circ} 33'.$$

5) Робимо порівняння: $\delta_1 = 39^{\circ} 07' < 40^{\circ} 10'$; $\delta_2 = 60^{\circ} 33' > 40^{\circ} 10'$.

Отже, схилення світила $\delta = 60^{\circ} 33'$.