

Завдання III етапу Всеукраїнської олімпіади з астрономії. 10 клас. 25.01.2023 р.

(Термін виконання – 3 години. Всього 25 балів)

1. Зірка δ Цефея відома тим, що вона пульсує: у неї регулярно змінюються розміри. Вона має масу, що дорівнює 5 мас Сонця, а її середній радіус – 40 радіусів Сонця. Повна зміна діаметра становить 7 мільйонів кілометрів, період пульсацій – 5,4 дні. Визначте, у скільки разів відрізняються максимальна та мінімальна густина зірки, знайдіть середні швидкості, з якими поверхня зірки рухається по відношенню до її центру при розширенні та стиску зірки, якщо відомо, що стиск триває в три рази менше часу, ніж розширення. Радіус Сонця

$$V = \frac{4}{3}\pi R^3$$

дорівнює $7 \cdot 10^5$ кілометрів. (Довідка. Об'єм кулі

2. Годинник учня з міста Гельсінкі (60° пн.ш., 25° сх.д.) зіпсувався і за добу почав спішити на 6 хв. О 7 годині ранку учень виставляє годинник по точному місцевому часу для свого будинку. О 18 годині, повернувшись додому, учень знову подивився на годинник. На якій відстані від дому учня на тій же широті знаходиться пункт, в якому місцевий час буде таким, яким його побачив учень? Які координати цього пункту? Радіус Землі $R = 6370$ км.

3. 25 грудня 2021 року з поверхні Землі відбувся запуск телескопа Джеймс Вебб – найбільшого і найсучаснішого космічного телескопа, створеного на нашій планеті. Цей телескоп було виведено на навколосонячну орбіту і розміщено в точку Лагранжа L_2 системи Земля-Сонце, що знаходиться на лінії Сонце-Земля на відстані 1 500 000 км **1 500 000 км** від поверхні Землі. Особливістю даного розташування телескопа є те, що він синхронно із Землею обертається навколо Сонця. Розрахуйте, чи буде телескоп за такого розташування потрапляти в область земної тіні. Ексцентриситет орбіти Землі дорівнює 0,0167. Радіус Сонця $R_c = 109 R_z$, де R_z – радіус Землі. Велика піввісь земної орбіти 149600000 км. (Довідка.

$$e = \frac{c}{a}$$

Ексцентриситет еліпса $e = \frac{c}{a}$, де c – відстань від фокуса еліпса до його центра, a – велика піввісь еліпса).

4. Визначте тривалість доби на планеті, радіус якої 2668 км, маса 10^{24} кг, а пружинні ваги на екваторі показують вагу на 1% меншу, ніж на полюсі. Гравітаційна стала

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2}$$

5. При спостереженні Юпітера та трьох його галілеєвих супутників з четвертого (Калісто) був отриманий знімок, на якому зображення супутників (зліва направо – Іо, Ганімед, Європа) замінені чорними кружками. У Юпітера освітлена рівно половина видимого диска. Намалюйте орбіти Іо, Ганімеда і Європи у масштабі (1 см – 200 тис. км.) і позначте місце цих супутників на орбітах. Відомо, що в момент спостереження найближче до Калісто знаходиться Ганімед, найдалше – Європа. Радіус Юпітера складає 70 тис. км, орбіти всіх чотирьох супутників кругові, знаходяться в одній площині. Радіус орбіт супутників: Іо – 420 тис. км., Європа – 670 тис. км., Ганімед – 1070 км., Калісто – 1880 км.

(Малюнок виконувати на окремому аркуші паперу А4. В розв'язку пояснити процес побудови.)

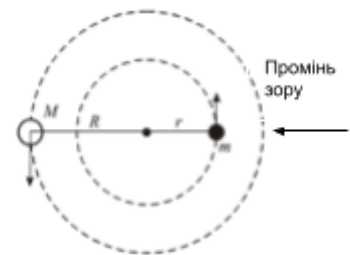


Завдання III етапу Всеукраїнської олімпіади з астрономії. 11 клас. 25.01.2023 р.

(Термін виконання – 3 години. Всього 25 балів)

1. Найбільша елонгація Меркурія змінюється від 18° до 28° . Обчисліть в астрономічних одиницях відстань від Меркурія до Сонця в перигелії та афелії, велику піввісь його орбіти, ексцентриситет та сидеричний і синодичний періоди. Орбіту Землі вважати круговою.
2. Венера, обганяючи Землю в своєму орбітальному русі рівно на 90 градусів, вступила в небі Землі в тісне з'єднання з Марсом. Визначте відстань від Землі до Марса в цей момент. Через який час при спостереженні із Землі Марс вступить в протистояння з Сонцем? Орбіти всіх планет вважати круговими. Радіус орбіти Венери $0,72$ а.о., Марса – $1,52$ а.о.
3. У деякий момент зоря зі схиленням 60° і прямим сходженням 10^h знаходилася в кульмінації для спостерігача в Рівному ($\phi=50^\circ$). У той же момент друга зоря виявилася також у кульмінації в іншому населеному пункті, розміщеному на тій же паралелі на відстані 536 км на схід від Рівного, причому сума висот зірок над горизонтом склала 125° . Якими можуть бути схилення і пряме сходження другої зорі? Радіус Землі 6370 км.

4. На малюнку наведено графік зміни блиску затемнюваної подвійної зорі з часом. Компоненти подвійної зорі обертаються навколо спільного центру мас по колових орбітах так, що промінь зору лежить у площині орбіт. Відстань між компонентами $L=0,002$ а.о. **$0,002$ а.о.**



$1 \text{ а.о.} = 149\,600\,000 \text{ км}$ Затемнення головної зорі (з більшим радіусом і масою) зорею-супутником проходить у три етапи:

часткове, повне, часткове.

Розрахуйте радіуси компонент

подвійної зорі у кілометрах.

Вважайте зорею-супутник

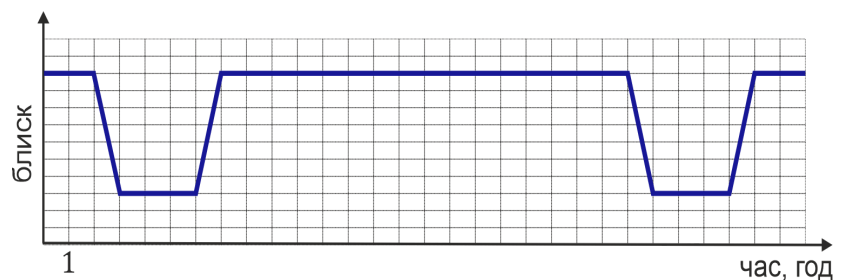
темною у порівнянні з

головною зорею. Одна поділка

на шкалі часу відповідає 1 год.

Значення блиску наведені не у

масштабі. $1 \text{ а.о.} = 149\,600\,000 \text{ км}$,



5. На малюнку показано трек Марса (положення серед зірок у різні моменти часу). Положення, позначені кружечками, відрізняються одне від одного на 10 днів, дати підписано через 30 днів. Радіус орбіти Марса $1,52$ а.о. $1 \text{ а.о.} = 149\,600\,000 \text{ км}$.

1. Вкажіть дату, коли відбудеться протистояння Марса. Поясніть спосіб визначення.
2. Визначте за треком видиму кутову швидкість планети під час протистояння (в рад/с).
3. Визначте швидкість руху Марса, якщо відомо, що швидкість руху Землі $29,8 \text{ км/с}$.

Терези

С
х
и
л
е
н
н
я

Скорпіон

Пряме сходження

