

ШИФР А-11-03

участника муниципального этапа всероссийской
олимпиады школьников

по астрономии в 2024-2025 учебном году

Внимание! Шифровать следует каждую
страницу Вашей письменной работы.

Ф. И. О. учащегося (в имен. падеже)

Котеватова Арина
Андреевна

Дата

рождения 31.10.2007

Образовательное учреждение (полное название)

Муниципальное
автокошное
общеобразовательное
учреждение №5 «Гимназия»

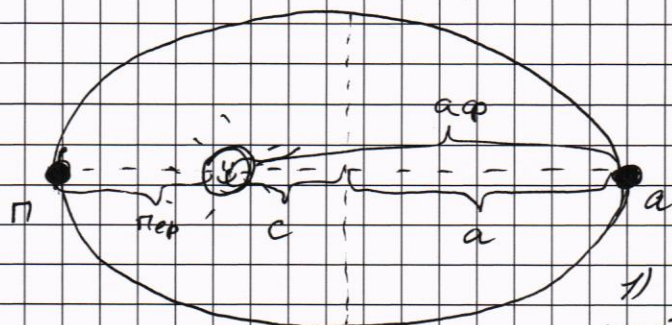
Город Мешок

Класс 11 М

Ф. И. О. учителя (полностью)

Азбаева Тульгана
Юрьевна

2) Для удобства сделаем рисунок и отметим известные величины.



$$e = 0,25$$

$$a = 39,5 \text{ а.е.}$$

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

1) Тогда можем найти фокальное расстояние:

$$ea = c \Rightarrow c = 39,5 \text{ а.е.} \cdot 0,25 = 9,875 \text{ а.е.}$$

2) Тогда можем найти афелийное и перигелийное расстояние:

$$\text{Перигелий} = a - c = 39,5 \text{ а.е.} - 9,875 \text{ а.е.} = 29,625 \text{ а.е.}$$

$$\text{Афелий} = a + c = 39,5 \text{ а.е.} + 9,875 \text{ а.е.} = 49,375 \text{ а.е.}$$

3) Чтобы найти сидерический или звездный период обращения, воспользуемся третьим законом Кеплера:

$$T^2 = R^3 \quad T^2 = a^3$$

$$a = \sqrt[3]{T^2}; \quad T = \sqrt[2]{a^3};$$

$$T = \sqrt[2]{(39,5 \text{ а.е.})^3} \approx 248,254 \text{ лет}$$

4) Чтобы найти синодический период обращения, воспользуемся следующей формулой:

$$\frac{1}{S} = \left| \frac{1}{T} - \frac{1}{T_0} \right|; \quad \frac{1}{S} = \left| \frac{T_0 - T}{T T_0} \right|$$

$$S = \left| \frac{T T_0}{T_0 - T} \right|, \quad S = \left| \frac{248,254 \text{ лет} \cdot 1209}{1209 - 248,254 \text{ лет}} \right| \approx 1209$$

5) Чтобы найти круговую скорость, воспользуемся соотношением формул:

$$\begin{aligned}
 v &= \frac{2\pi R}{T} \\
 v &= \omega R \\
 \omega R T &= 2\pi R \\
 \omega &= \frac{2\pi}{T}; \quad \omega = \frac{2 \cdot 3,14}{248,254 \text{ лет}} \\
 v &= \frac{2\pi R}{T}; \quad v = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 39,5 \text{ а.е.}}{248,254 \text{ лет}} \approx 0,1 \frac{\text{а.е.}}{\text{год}}
 \end{aligned}$$

- линейная скорость

$$v = \omega R \Rightarrow \omega = \frac{v}{R}$$

$$\omega = \frac{0,1 \frac{\text{а.е.}}{\text{год}}}{39,5 \text{ а.е.}} \approx 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ - угловая скорость}$$

$$\begin{aligned}
 3. \quad \begin{cases} F_r = G \frac{mM}{R^2} \\ F_r = mg \end{cases}; \quad G \frac{mM}{R^2} = mg \\
 g = G \frac{M}{R^2}
 \end{aligned}$$

Формула второй космической скорости:

$$\begin{aligned}
 E_p &= G \frac{mM}{R} \\
 E_k &= \frac{mv^2}{2}; \quad G \frac{mM}{R} = \frac{mv^2}{2} \\
 G M R &= v^2 R
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 v_{II} &= \sqrt{\frac{2GM}{R}} \\
 v_I &= \sqrt{\frac{GM}{R}} \text{ - соответственно первая космическая скорость}
 \end{aligned}$$

Рассчитаем скорости для Марса, воспользовавшись данными:

$$\begin{aligned}
 3. \quad \begin{cases} E_p = E_k \\ E_p = G \frac{mM}{R} \\ E_k = \frac{mv^2}{2} \end{cases}; \quad G \frac{mM}{R} = \frac{mv^2}{2} \quad v^2 = G \frac{M}{R} \\
 G M R = R v^2 \quad v_I = \sqrt{\frac{GM}{R}} \text{ - первая космическая} \\
 v_{II} = \sqrt{\frac{2GM}{R}} \text{ - вторая космическая}
 \end{aligned}$$

$$1) \begin{cases} v_{I\oplus} = \sqrt{\frac{GM_{\oplus}}{R_{\oplus}}} \\ v_{I\oplus} = \sqrt{\frac{GM_{\oplus}}{0,53R_{\oplus}}} \end{cases}; \quad \frac{v_{I\oplus}}{v_{I\oplus}} = \sqrt{\frac{GM_{\oplus}}{R_{\oplus}} \cdot \frac{0,53R_{\oplus}}{GM_{\oplus}}} = \sqrt{\frac{0,53}{0,1}} = \sqrt{5,3} \approx 2,3$$

$$v_{\oplus} = 2,3 v_{I\oplus}$$

$$v_{I\oplus} = \frac{v_{\oplus}}{2,3} = \sqrt{\frac{GM_{\oplus}}{R_{\oplus}}} \cdot \frac{1}{2,3}; \quad \text{первая космическая скорость}$$

$$v_{I\oplus} = \sqrt{\frac{6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{м}^3}{\text{кг} \cdot \text{с}^2} \cdot 6 \cdot 10^{24} \text{ кг}}{6400 \cdot 10^3 \text{ м}}} \cdot \frac{1}{2,3} \approx 3438,12 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$2) \begin{cases} v_{II\oplus} = \sqrt{\frac{2GM_{\oplus}}{R_{\oplus}}} \\ v_{II\oplus} = \sqrt{\frac{2GM_{\oplus}}{0,53R_{\oplus}}} \end{cases}; \quad \frac{v_{II\oplus}}{v_{II\oplus}} = \sqrt{\frac{2GM_{\oplus}}{R_{\oplus}} \cdot \frac{0,53R_{\oplus}}{2GM_{\oplus}}} = \sqrt{\frac{0,53}{0,1}} \approx 2,3$$

$$v_{II\oplus} = \sqrt{\frac{2 \cdot 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{м}^3}{\text{кг} \cdot \text{с}^2} \cdot 6 \cdot 10^{24} \text{ кг}}{6400 \cdot 10^3 \text{ м}}} \cdot \frac{1}{2,3} \approx 4862,23 \frac{\text{м}}{\text{с}} \quad \text{вторая космическая скорость}$$

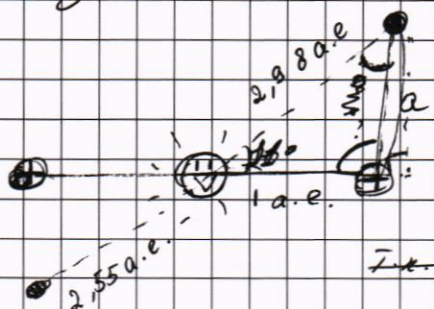
$$3) R_{\text{Подога}} = 9380 \text{ км} = 9380 \cdot 10^3 \text{ м}$$

$$T_{\text{Подога}} = 0,31910 \text{ лет} \approx 10063137,6 \text{ с}$$

$$v = \frac{2\pi R}{T}; \quad v = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 9380 \cdot 10^3 \text{ м}}{10063137,6 \text{ с}} \approx 5,854 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

- линейная скорость Подога

1) Для удобства сделаем рисунок вида сверху:



угол между Церерой, Землей и Солнцем - α

Вспомогательные т. треугол.

$$\frac{a}{\sin 11^\circ} = \frac{2,98a.e.}{\sin \alpha}$$

т.к. для малых углов, $\sin \alpha \approx \alpha$

$$\sin \alpha = \frac{\sin 11^\circ \cdot 2,98a.e.}{a}$$

$$\sin 11^\circ = \frac{a}{2,98a.e.}$$

$$a = \sin 11^\circ \cdot 2,98 \approx 0,569 a.e.$$

$$\sin \alpha = \frac{0,569 a.e.}{0,569} \approx 1$$

$$\alpha = 90^\circ$$

4. Всенарное время $12^h 54^m$

Для Ханта-Мансийска $GUT + 5^h$

→ Полное время: $T = 12^h 54^m + 5^h = 17^h 54^m$

Декретное время: $T = 17^h + 54^m + 2^h = 19^h 54^m$

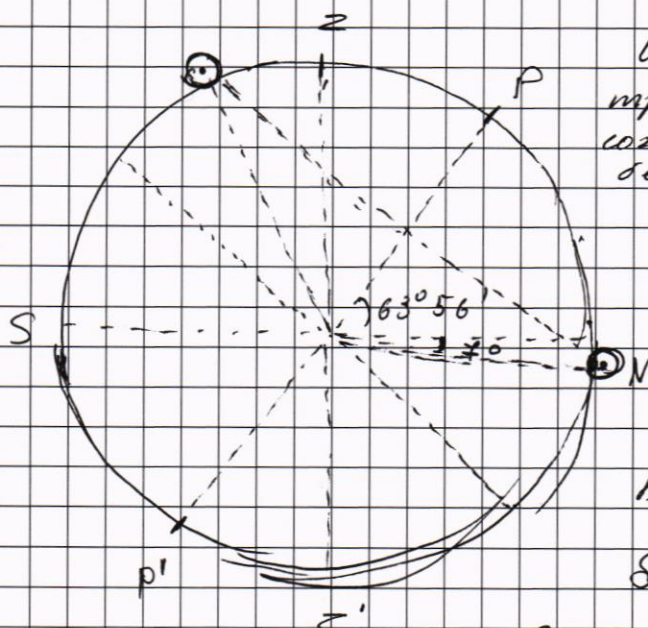
Местное солнечное время
для данной широты и долготы отличается
от полного примерно на час.

Местное солнечное время:

$$T = 17^h 54^m + 1^h = 18^h 54^m$$

5. Рассмотрим сферу радиусом R небесной

сферы для данной широты ($\varphi = 63^\circ 56' \approx 64^\circ$)



Изобразим примерную
траекторию Солнца, чтобы
сохранялось условие
большой косой ($h_- = -7^\circ$)

Рассчитаем его
минимальное склонение
Солнца:

$$h_- = \delta - (90^\circ - \varphi)$$

$$h_- = \delta - 90^\circ + \varphi$$

$$\delta = h_- + 90^\circ - \varphi$$

$$\delta = -7^\circ + 90^\circ - 64^\circ = 19^\circ$$

- минимальное склонение
Солнца при котором
выполняются условия.

Вспользуемся analemmой Солнца, чтобы
найти примерное время. Получим, что
большой косой в Березово продлится примерно
с 16 мая по 30 июня.

$$6. \quad v_{III} = \sqrt{(v_2 - 1) v_0 + v_I} \quad 2$$

$$v_{II} = \sqrt{\frac{G_{III} \omega}{R_{II}}} \quad v_0 = \sqrt{\frac{G_{III} \omega}{R_0}}$$

$$v_{II} = \sqrt{\frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 2 \cdot 10^{30}}{470,3 \cdot 10^6 \cdot 10^3}}$$

$$v_{III} = \sqrt{(v_2 - 1) \sqrt{\frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 2 \cdot 10^{30}}{470,3 \cdot 10^6 \cdot 10^3}} - \sqrt{\frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 2 \cdot 10^{30}}{41492 \cdot 10^3}}}$$

 $\approx$
 $\approx 225422,8$

15

Итого: 315 (64,6%)

Азбасва Т.Ю.

Пустыняк И.Х.

ШИФР УЧАСТНИКА

A - H - 03

