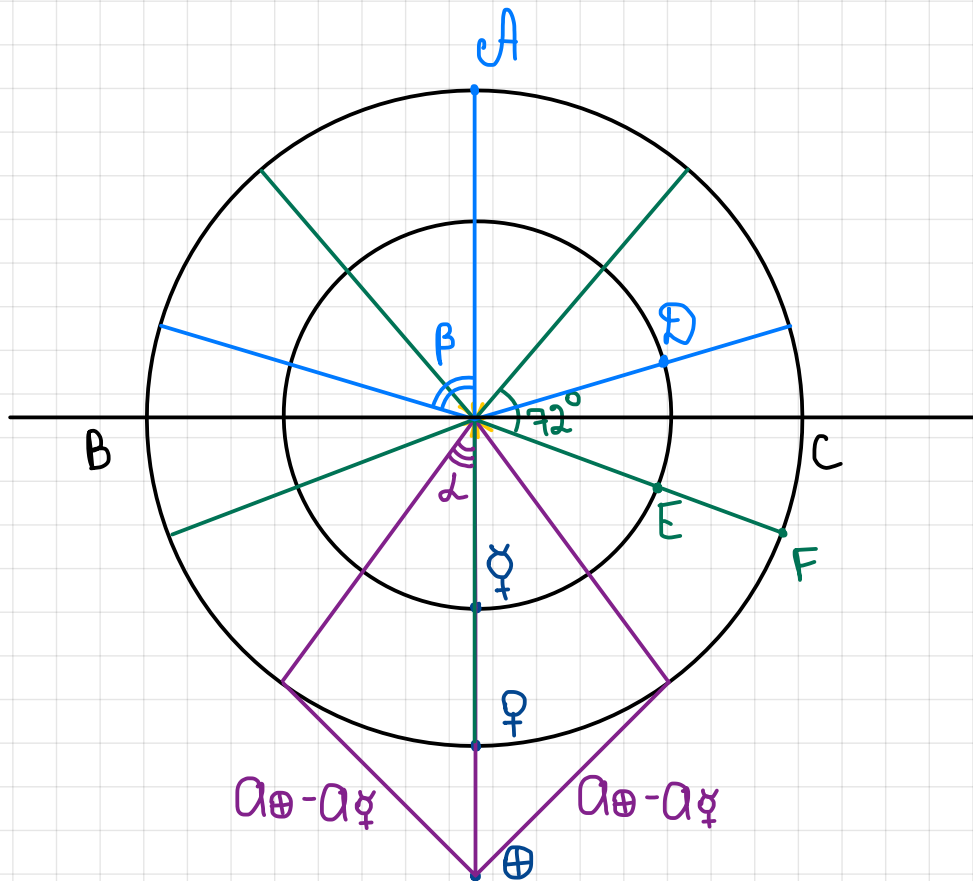


Дано:  $a_{\text{ж}} = 0,3871 \text{ А.Е.}$ ;  $a_{\text{з}} = 0,7233 \text{ А.Е.}$ ;  $a_{\oplus} = 1 \text{ А.Е.}$ ;  $T_{\oplus} = 365,25^{\text{д}}$ ;  
 $T_{\text{з}} = 224,70^{\text{д}}$ ;  $T_{\text{ж}} = 87,97^{\text{д}}$

Найти: КАКАЯ ИЗ ВНУТРЕННИХ ПЛАНЕТ БОЛЬШУЮ ЧАСТЬ ВРЕМЕНИ ЯВЛЯЕТСЯ БЛИЖАЙШЕЙ К ЗЕМЛЕ?

Решение:



ПЕРЕЙДЕМ В СИСТЕМУ ОТСЧЁТА ЗЕМЛИ И НАЙДЕМ УГЛОВЫЕ СКОРОСТИ ВЕНЕРЫ И МЕРКУРИЯ В НЕЁ:

$$\omega_{\text{ж}} = \frac{2\pi}{T_{\text{ж}}} - \frac{2\pi}{T_{\oplus}} \Rightarrow t_{\text{ж}} = \frac{2\pi}{\omega_{\text{ж}}} = \frac{T_{\text{ж}}T_{\oplus}}{T_{\oplus} - T_{\text{ж}}} \approx 583,9^{\text{д}}$$

$$\omega_{\text{з}} = \frac{2\pi}{T_{\text{з}}} - \frac{2\pi}{T_{\oplus}} \Rightarrow t_{\text{з}} = \frac{T_{\text{з}}T_{\oplus}}{T_{\oplus} - T_{\text{з}}} \approx 115,9^{\text{д}}$$

$t_{\text{ж}}$  и  $t_{\text{з}}$  - ВРЕМЯ МЕЖДУ СОСЕДНИМИ СОЕДИНЕНИЯМИ МЕРКУРИЯ И ВЕНЕРЫ

$\frac{t_{\text{В}}}{t_{\text{М}}} \approx 5$ , т.е. за время одного полного оборота ВЕНЕРЫ (по-прежнему в СО ЗЕМЛИ), Меркурий сделает ровно пять оборотов вокруг Солнца. Т.е. орбиты можно разделить на 5 одинаковых зон, на границах которых будут происходить соединения Меркурия и Венеры.

На рисунке также есть две зоны: голубая и фиолетовая. Когда Венера находится в фиолетовой зоне, она будет ближе к Земле, чем Меркурий вне зависимости от положения Меркурия. В этом случае расстояние до Венеры будет меньше  $a_{\oplus} - a_{\text{М}}$  (минимального расстояния до Меркурия).

$$(a_{\oplus} - a_{\text{М}})^2 = a_{\oplus}^2 + a_{\text{М}}^2 - 2 \cos \alpha a_{\oplus} a_{\text{М}} \quad (\text{по т. косинусов})$$

$$\alpha \approx 37,5^\circ$$

Когда Венера в голубой зоне, Меркурий будет ближайшей к Земле внутренней планетой, вне зависимости от его конфигурации.

Максимальное расстояние до Меркурия:  $a_{\oplus} + a_{\text{М}}$

$$(a_{\oplus} + a_{\text{М}})^2 = a_{\oplus}^2 + a_{\text{М}}^2 - 2 \cos (180^\circ - \beta) a_{\oplus} a_{\text{М}}$$

$$\beta \approx 73,9^\circ$$

Можно заметить, что орбиты разделены на зоны симметрично относительно прямой  $\oplus A \Rightarrow$  достаточно найти, какая из планет большую часть времени находится ближе к Земле за время от

нижнего до верхнего соединения ВЕНЕРЫ (в т. А ВЕНЕРА В ВЕРХНЕМ СОЕДИНЕНИИ).

В т. Е и т. F ВНУТРЕННИЕ ПЛАНЕТЫ В СОЕДИНЕНИИ;

$$\begin{aligned} \oplus E &= \sqrt{a_{\oplus}^2 + a_{\zeta}^2 - 2 \cos(72^\circ) a_{\oplus} a_{\zeta}} \approx 0,95 \text{ А.Е.} \\ \oplus F &= \sqrt{a_{\oplus}^2 + a_{\zeta}^2 - 2 \cos(72^\circ) a_{\oplus} a_{\zeta}} \approx 1,04 \text{ А.Е.} \end{aligned} \left. \begin{array}{l} \text{МЕРКУРИЙ БЛИЖЕ К} \\ \Rightarrow \text{ЗЕМЛЕ В МОМЕНТ} \\ \text{ПЕРВОГО СОЕДИНЕНИЯ} \\ \text{С ВЕНЕРОЙ} \end{array} \right\}$$

От последнего нижнего соединения Меркурия для земного наблюдателя до первого соединения Меркурия с Венерой, Меркурий ближайший к Земле. Это будет длиться время  $t_1 = \frac{72^\circ}{360^\circ} \cdot T_{\zeta} = \approx 23,2^d$ . После первого соединения внутренних планет Меркурий будет ближайшим как минимум время  $t_2$  (будем считать, что ВЕНЕРА ОСТАЛАСЬ НА МЕСТЕ И НЕ ОТДАЛЯЕТСЯ ОТ ЗЕМЛИ; В РЕАЛЬНОСТИ ЭТО ВРЕМЯ БУДЕТ БОЛЬШЕ РАССЧИТАНОГО, Т.К. ВЕНЕРА ОТДАЛЯЕТСЯ).  $\chi$  - УГОЛ, КОТОРЫЙ ПРОЙДЁТ МЕРКУРИЙ ЗА ВРЕМЯ  $t_2$ ;  $(1,04 \text{ А.Е.})^2 = (1 \text{ А.Е.})^2 + (0,3871 \text{ А.Е.})^2 - 2 \cos(72^\circ + \chi) \cdot 0,3871 \text{ А.Е.} \cdot 1 \text{ А.Е.} \Rightarrow \chi = 12,9^\circ$   
 $t_2 = \frac{\chi}{360^\circ} \cdot T_{\zeta} = 4,15^d$

2.  $t_3$  - ВРЕМЯ, КОТОРОЕ НАХОДИТСЯ ВЕНЕРА В ГОЛУБОЙ ЗОНЕ;  $t_3 = \frac{73,9^\circ}{360^\circ} \cdot T_{\zeta} = 119,9^d$ ;

$\frac{t_1 + t_2 + t_3}{0,5 T_{\zeta}}$  - ДОЛЯ ОТ ОБЩЕГО ВРЕМЕНИ, КОГДА МЕРКУРИЙ

БЛИЖАЙШИЙ

$$\frac{t_1 + t_2 + t_3}{0,5 T_{\oplus}} \approx 0,504 \Rightarrow \text{МЕРКУРИЙ БОЛЬШУЮ ЧАСТЬ}$$

ВРЕМЕНИ НАХОДИТСЯ БЛИЖЕ К ЗЕМЛЕ, ЧЕМ ВЕНЕРА

В ДАННОМ РЕШЕНИИ НЕ РАССМАТРИВАЛСЯ ТОЧНЫЙ ПРОЦЕНТ ВРЕМЕНИ, КОТОРЫЙ МЕРКУРИЙ НАХОДИТСЯ БЛИЖАЙШИМ К ЗЕМЛЕ, НО ДОКАЗЫВАЕТСЯ, ЧТО БОЛЬШУЮ ЧАСТЬ ВРЕМЕНИ БЛИЖАЙШИМ ЯВЛЯЕТСЯ ИМЕННО ОН.

ОТВЕТ: МЕРКУРИЙ