

У Российская олимпиада школьников по астрономии и космической физике

Творческо-практический тур, условия задач.

Троицк,
7-12 апреля 1998 г.

8-9 класс.

1. Ответы:

1 *	16 E	31 S(?)
2 S	17 *	32 S
3 S	18 Ir	33 S
4 S	19 S(?)	34 S
5 E	20 E	35 *
6 S (взаимодействующая?)	21 S	36 E или Sa
7 S	22 S	37 S
8 S	23 Ir	38 Sa
9 S	24 S	39 S
10 Ir	25 S	40 S или Ir
11 S	26 *	41 E
12 Ir (?)	27 S	42 Sc
13 E	28 S	43 Ir
14 S	29 Sc	44 E
15 S	30 E	45 E

2. Решим задачу приближенно. Пусть a – радиус орбиты тела в а.е., P – период его обращения вокруг Солнца в годах. Так как очевидно, что тело довольно далеко, то можно считать, что оно полгода движется прямым движением, а полгода – попятным. За время прямого движения оно смещается (в радианной мере) на $2/a$ из-за параллакса и на $2\pi/2P$ из-за «собственного движения» объекта, обусловленного его орбитальным движением. Итого при прямом движении полное смещение составляет

$$\frac{2}{a} + \frac{\pi}{P}$$

При попятном движении угловые смещения, обусловленные параллаксом и собственным перемещением объекта, очевидно, происходят в противоположных направлениях, т.е. вычитаются, а не складываются. Полное смещение при попятном движении равно поэтому

$$\frac{2}{a} - \frac{\pi}{P}$$

Чтобы происходило точное "зацепление" звеньев, нужно, чтобы половина смещения при прямом движении в точности равнялась смещению при попятном движении. Это даёт

$$\frac{1}{a} + \frac{\pi}{2P} = \frac{2}{a} - \frac{\pi}{P}$$

откуда

$$\frac{1}{a} = \frac{3\pi}{2P}$$

V Российская олимпиада школьников по астрономии и космической физике

Поскольку по третьему закону Кеплера $P = a^{3/2}$ (при использовании единиц “а.е.” и “год”), последнее сообщение дает окончательно:

$$a = \left(\frac{3\pi}{2}\right)^2 \approx 22.$$

Третий знак здесь, естественно, неуместен – надо вспомнить о приближении, которое вводится предположением, что и прямое, и попятное движения происходят точно по полгода. Соответствующий период обращения составляет около 100 лет.

«Большая полуось» каждого эллипса цепочки – это смещение объекта на небе за его один синодический период, который в нашем случае практически равен земному году (на 1% больше). Отсюда «большая полуось» – это немного меньше одной сотой длины окружности, то есть около трех с половиной градусов.

Что касается блеска объекта, то максимален он в противостоянии – середине попятного движения, а минимален в соединении – середине прямого движения.

Кстати, компьютерный имитатор видимого движения планет, позволяющий создавать искусственную планету, дает возможность весьма наглядно убедиться, что число $a \approx 22$ а.е. – верное. Прямо на экране видно, что при $a > 22$ а.е. звенья цепочки разомкнуты, а при $a < 22$ а.е. они перекрываются.