

XX Санкт-Петербургская
астрономическая олимпиада
практический тур, решения

2013
17
февраля

7–8 классы

Вам даны четыре последовательных снимка самолета на фоне диска Солнца. Между моментами съемки каждых двух последовательных снимков проходило 0.3 секунды. Определите расстояние от фотографа до самолета и скорость самолета, если известно, что длина самолета составляет 35 м.



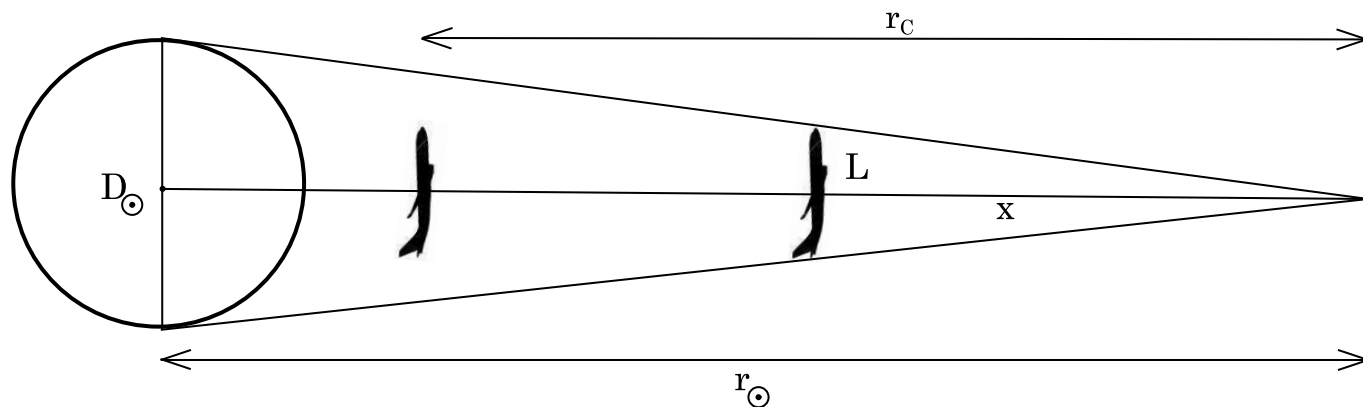
Решение:

Начнем с определения скорости, как с более простой части задачи. Измерим длину самолета на каком-нибудь из снимков: $l = 5$ мм. Так как реальная длина самолета $L = 35$ м, то 1 мм на снимке соответствует $35/5 = 7$ м. Измеряем по снимкам расстояние, которое самолет проходит между снимками. Для большей точности нужно измерить все три возможных расстояния и

найти их среднее (сложив их все и поделив результат на 3). Получается $\ell \approx 72$ метра. Так как между снимками проходит время $t = 0.3$ секунды, то скорость самолета вычисляется так:

$$v = \frac{\ell}{t} = \frac{72}{0.3} = 240 \text{ м/с} = 240 \cdot 3.6 \approx 860 \text{ км/ч.}$$

Теперь определим расстояние. Единственный объект, с которым мы можем сравнить самолет, чтобы узнать насколько он далеко от фотографа, это Солнце. На снимке длина самолета примерно в 14 раз меньше, чем диаметр Солнца. Если мысленно перенести самолет на расстояние, в 14 раз ближе к фотографу, чем то, на котором он реально находился в момент съемки, то видимая длина самолета сравняется с видимым диаметром Солнца (см. рис.).



Обозначим это расстояние x , тогда реальное расстояние до самолета, которое и нужно найти, $r_C = 14 \cdot x$. Так как, если бы самолет находился на расстоянии x , он имел бы видимую длину, равную видимому диаметру Солнца, истинная длина самолета L во столько же раз меньше, чем истинный диаметр Солнца D_\odot , во сколько раз гипотетическое расстояние от самолета до фотографа x меньше, чем расстояние от Солнца до фотографа r_\odot .

(Здесь та же ситуация, что с размерами Луны и Солнца, видимыми с Земли. Солнце в 400 раз больше Луны и в 400 раз дальше ее от Земли, поэтому на земном небе Солнце и Луна имеют одинаковые размеры. Поэтому, например, на Земле возможны полные затмения Солнца Луной, но полная их фаза длится недолго.)

$$\frac{D_\odot}{L} = \frac{r_\odot}{x}$$

Отсюда легко выразить x :

$$x = L \frac{r_\odot}{D_\odot},$$

и, следовательно, реальное расстояние r_C :

$$r_C = 14 \cdot x = 14 \cdot L \frac{r_\odot}{D_\odot}.$$

Расстояние до Солнца $r_\odot = 150 \cdot 10^6$ км, диаметр Солнца $D_\odot = 1.4 \cdot 10^6$ км, длина самолета $L = 35$ м. Подставляем числа и вычисляем:

$$r_C = 14 \cdot 35 \text{ м} \frac{150 \cdot 10^6 \text{ км}}{1.4 \cdot 10^6 \text{ км}} \approx 53 \cdot 10^3 \text{ м} = 53 \text{ км.}$$

Так как наши измерения не очень точные, результат приведен с точностью до 1 км.