

III Российская олимпиада школьников по астрономии и космической физике.

г. Калуга
11-15-мая 1996 г.

Решения задач теоретического тура

8-9 класс.

1. Первый минимум звёздной величины (т.е. максимум яркости) соответствует наименьшему расстоянию от кометы до Земли - чем ближе к нам небесное тело, тем больше света (при прочих одинаковых условиях) от него до нас доходит. Второй же объясняется близостью кометы к Солнцу: во-первых, комета отражает тем больше солнечного света, чем больше его на неё попадает; а во-вторых, чем ближе комета к Солнцу, тем больше вещества "испаряется" с её ядра - голова и хвост становятся более "насыщенными".

2. Противоречия здесь нет: если в районе перигелия орбита кометы гиперболическая, то это не значит, что комета обязательно улетит за пределы Солнечной системы. Возмущения, вызываемые планетами, могут сделать орбиту замкнутой, особенно, если её эксцентриситет очень близок к единице. У нас реализовался как раз такой случай

3. Во-первых, заметим, что Солнце в полдень на высоте $h = 72^\circ$ может находиться как к Северу от зенита, так и к Югу. Первый случай соответствует более южной местности, второй - более северной. То есть, угловое расстояние от точки Юга, которое определяется формулой

$$h = 90^\circ - \varphi + \delta,$$

может быть $h_2 = 90^\circ - 72^\circ = 108^\circ$ и $h_1 = 72^\circ$. δ - склонение Солнца, которое 19 июня (почти день летнего солнцестояния) практически $23,5^\circ$. Получаем два значения широты: $\varphi_{12} = 90^\circ - h_{12} + \delta$,

$$\varphi_1 = 41,5^\circ, \varphi_2 = 5,5^\circ$$

Полдень в местности Вашего приземления наступил в 8 часов 42 минуты Московского летнего времени, то есть, - в 4 часа 42 минуты по Гринвичу. Это говорит о том, что Вы находитесь к востоку от Гринвича, где наступление среднего астрономического полдня наступает (по Гринвичу) во время $\tau = 12^h - \lambda \cdot (1^h/15^\circ)$, где λ - восточная долгота местности.

$$\lambda = (12^h - \tau) \cdot 15^\circ/1^h \approx 109^\circ 30' \text{ в.д.}$$

Поправка, связанная с уравнением времени в середине июня незначительна, около $+1'$. С этой поправкой средний астрономический полдень наступает на 1 минуту раньше истинного, в $8^h 41^m$. Уточнённая долгота местности $\lambda \approx 109^\circ 45' \text{ в.д.}$

Таким образом, возможны две точки Вашего приземления:

$$41,5^\circ \text{ с.ш.}, 109^\circ 45' \text{ в.д.}$$

$$5,5^\circ \text{ с.ш.}, 109^\circ 45' \text{ в.д.}$$

Посмотрев на карту, обнаруживаем, что второй вариант отпадает - там просторы Южно-Китайского моря и "приземлиться" невозможно. Первый вариант - территория центральной части автономного района "Внутренняя Монголия" Китая, до посольства в Пекине около 550 км и

III Российская олимпиада школьников по астрономии и космической физике.

г. Калуга
11-15-мая 1996 г.

дорогу надо спрашивать по-китайски (ну а если Вы им не владеете - попробуйте спросить по-английски, надеемся, им Вы владеть будете).

4. Из третьего закона Кеплера:

$$\frac{T_1^2}{a_1^3} = \frac{T_2^2}{a_2^3},$$

следовательно, чем меньше радиус орбиты космического корабля, тем меньше период его обращения вокруг Солнца, и минимальному периоду обращения соответствует минимальный радиус орбиты. А минимальный радиус орбиты корабля, если он нестораем, есть просто радиус Солнца:

$$a_{\min} = R_{\text{Солнца}} = \frac{\alpha}{2} R_{\text{Солнце-Земля}};$$

$$\frac{T_{\min}^2}{a_{\min}^3} = \frac{T_{\text{Земли}}^2}{R_{\text{Земли}}^3};$$

$$T_{\min}^2 = T_{\text{Земли}}^2 \left(\frac{\alpha}{2} \right)^3;$$

$$T_{\min} = T_{\text{Земли}} \left(\frac{\alpha}{2} \right)^{3/2};$$

$$T_{\min} = 365.25 \cdot (4.65 \cdot 10^{-3}) \approx 0.116 \text{ сут} \approx 2 \text{ часа } 47 \text{ минут}$$

5. Разность упомянутых в условии звёздных величин

$$\Delta m = m_f - m_m = 17 - (-13) = 30 \quad (=5 + 5 + 5 + 5 + 5 + 5)$$

говорит о том, что поток света от фонаря на расстоянии 250 м в

$$100 \cdot 100 \cdot 100 \cdot 100 \cdot 100 \cdot 100 = 1\,000\,000\,000\,000$$

раз больше, чем поток света от всех фонарей Калуги на расстоянии от Земли до Марса в противостоянии ($0,38 \text{ а.е.} = 57\,000\,000 \text{ км}$). Поток света от одного фонаря при приближении с $57\,000\,000 \text{ км}$ до 250 м увеличивается в

$$(57\,000\,000 \text{ км} / 250 \text{ м})^2 \approx 52\,000\,000\,000\,000\,000 \text{ раз.}$$

Следовательно, в Калуге ночью горит около $52\,000\,000\,000\,000\,000 / 1\,000\,000\,000\,000 = 52\,000$ фонарей.

6. Скорости космонавтов будут не одинаковы только потому, что Луна вращается вокруг оси. Луна обращена к Земле одной стороной, поэтому период осевого вращения Луны равен периоду ее обращения вокруг Земли (T). Относительная скорость будет равна удвоенной экваториальной скорости осевого вращения:

$$V = \frac{2 \cdot 2\pi \cdot R}{T},$$

где R - радиус Луны. Подставляя $T = 27,3 \text{ сут} = 2,36 \cdot 10^6 \text{ с}$,
 $R = 1740 \text{ км} = 1,74 \cdot 10^6 \text{ м}$, получаем:

$$V = 9.3 \text{ м/с.}$$