

## VIII Российская олимпиада школьников по астрономии и физике космоса

URL: <http://www.issp.ac.ru/iao/russia/2001/>e-mail: [univer@issp.ac.ru](mailto:univer@issp.ac.ru)

г. Троицк, 8–13 апреля 2001 г.

### Решения задач для 9 класса. Первый тур

1. *(А.В. Засов, обработка М.Г.Гаврилова.)* Планеты выглядят наиболее яркими и наиболее удобны для наблюдений во время противостояний. Период обращения Юпитера вокруг Солнца – около 12 лет (точнее – 11,86 года). Следовательно, через год он уйдет вперёд примерно на  $1/12$  часть окружности, и Земля “догонит” его за один месяц (более точное решение требует вычитания угловых скоростей Земли и Юпитера, но для оценки можно обойтись и без него). Следовательно, наилучшая видимость будет в середине декабря.

Для получения ответа можно также просто воспользоваться табличным значением синодического периода Юпитера (399 дней).

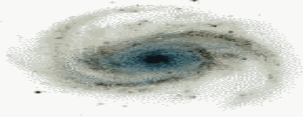
2. *(В.Г. Сурдин.)* В этот день склонение Солнца равно  $\delta = +23,5^\circ$ . Поэтому пройти через зенит (а это и есть наибольшая высота) Солнце сможет только на широте тропика Рака, широта которого  $\varphi = 23,5^\circ$ .
3. *(А.В. Засов.)* Допустимый «уход» телескопа составляет  $1''$  за час, или  $24''$  за сутки. Во временной шкале это составит  $24''/(15''/\text{сек}) = 1,6$  секунд времени за сутки. Не всякие наручные кварцевые часы могут обеспечить подобную точность хода.
4. *(В.Г. Сурдин, обработка М.Г.Гаврилова.)* Поскольку Сатурн в 9,54 раза дальше от Солнца, чем Земля, угловой диаметр солнечного диска, наблюдаемого от Сатурна, в 9,54 раза меньше, чем наблюдаемого с Земли:  $\alpha = 32' / 9,54 \approx 3,4'$ . Нужно определить, с какого из спутников Сатурна под таким же углом виден диск планеты. Приняв экваториальный диаметр Сатурна равным 120 тыс. км, найдем, что под углом  $3,4'$  он виден с расстояния

$$R = 120 \text{ тыс.км} / \alpha = 120 \text{ тыс.км} / (3,4'/(3438'/\text{рад})) = 120 \text{ тыс.км} \cdot 3438/3,4 \approx 120 \text{ млн.км.}$$

*(3438 – число, которое полезно запомнить наизусть: это соотношение между радианом и угловой минутой или, проще говоря, "число минут в радиане").*

Но такого далёкого спутника у Сатурна нет, точнее говоря – не открыто: самый далёкий среди известных – Феба, отстоит от Сатурна всего на 13 млн.км. Поэтому правильный ответ: либо художник изобразил пока ещё неизвестный спутник, либо он просто не задумывался об астрономической достоверности картины.

5. *(В.Г. Сурдин.)* Да, может. Для этого планета должна иметь нулевой наклон экватора к плоскости орбиты, а сама орбита – заметный эксцентриситет (то есть, она должна заметно отличаться от круговой). Тогда сезоны, зависящие только от потока тепла, будут по всей планете определяться только её положением на орбите, а значит, будут везде меняться синхронно. Примером этого мог бы служить Меркурий, однако у него трудно различить суточный и годичный ход температуры. А у Плутона, также имеющего весьма вытянутую орбиту, очень сильно наклонена ось вращения. Это сложный случай: у Плутона характер смены сезонов зависит от ориентации оси вращения планеты к большой оси орбиты.
6. *(М.Г. Гаврилов.)* В невесомости находится центр масс всего комплекса «Мир» в целом: вместе с космонавтами, приборами, опытными животными и растениями, которых там было



## VIII Российская олимпиада школьников по астрономии и физике космоса

URL: <http://www.issp.ac.ru/iao/russia/2001/>

e-mail: [univer@issp.ac.ru](mailto:univer@issp.ac.ru)

г. Троицк, 8–13 апреля 2001 г.

множество, и т.д. Поэтому, движения космонавтов приводят к обратному движению корпуса станции, работа вентилятора – вращение пропеллера – приводит к обратному вращению корпуса станции. Если космонавт, например, летит относительно центра масс системы со скоростью  $V$ , то его импульс равен  $mV$ . Значит, всё остальное (корпус станции, приборы, другие космонавты...) приобретает такой же импульс в противоположном направлении  $mV = Mu$ , где  $M$  – масса "всего остального", которое в результате летит в обратную сторону со скоростью  $u = V \cdot m/M$ .

Аналогично и с ускорениями. Космонавт для перемещения по станции сначала должен оттолкнуться от стенки и получить при этом ускорение, а потом затормозить у другой стенки – тоже получить ускорение. Если космонавт приобретает ускорение  $a$ , то "всё остальное" приобретает ускорение  $a \cdot m/M$  в противоположном направлении. Таким образом, уровень микрогравитации на станции определяется характерной величиной ускорений космонавтов и соотношением масс космонавт/станция. Принимая массу космонавта за  $m = 70$  кг, получаем это соотношение равным  $m/M = 1/2000$ .

Оценим характерные величины ускорений космонавтов. Чем они определяются? Очевидно, силами, с которыми космонавты взаимодействуют с корпусом станции. На Земле при ходьбе эта сила составляет  $mg$ . Именно её можно взять в качестве ориентира для решения данной задачи. Такая сила ускоряет человека с ускорением  $g$ , а станцию, соответственно, с ускорением  $1/2000 g = 500 \mu g$ . Это ( $500 \mu g \approx 5 \text{ мм/с}^2$ ) и есть возможный уровень микрогравитации на станции.

В действительности, космонавтов учат передвигаться медленно и осторожно. Силы, с которыми они отталкиваются от стенок станции, раз в 20 (от 10 до 50) меньше, поэтому из-за движения космонавтов создаются микрогравитационные возмущения порядка  $10\text{-}50 \mu g \approx 0,1\text{-}0,5 \text{ мм/с}^2$ .