ПРИМЕРНЫЕ РЕШЕНИЯ ЗАДАНИЙ ПО АСТРОНОМИИ

ВсОШ, муниципальный этап 2014

9 класс

1. Радиус планеты связан с ее массой и плотностью формулой $R = \sqrt[3]{\frac{3M}{4\pi\rho}}$

$\sim\rho^{-1/3}$. Плотность воды составляет 1 г/см^3. Средняя плотность Земли примерно в 5,5 раз больше. Значит, радиус шара с водой будет $\sqrt[3]{5{,}5} \approx 1{,}7$ раза больше радиуса Земли, что составит 11300 км. В Солнечной системе таких планет нет, но среди внесолнечных есть экзопланеты подобного размера. Средняя плотность Солнца 1,5 г/см^3, что совсем немного выше плотности воды. Очевидно, что искомый шар будет примерно солнечного размера – 1,1 радиуса Солнца или 800000 км. Таких звезд в Галактике множество.

2. Все перечисленные объекты, кроме созвездия, являются реально существующими астрономическими объектами, а созвездие - это область на небесной сфере, произвольно выделенная человеком, объекты которой в общем случае не связаны между собой.

3. Ускорение свободного падения на поверхности планеты ***g*** равно

$$g = \frac{GM}{R^2}$$

где ***M*** и ***R*** — масса и радиус планеты. Масса Марса составляет 0.107 от массы Земли, а его радиус — 0.533 радиуса Земли. В итоге, ускорение свободного падения ***g*** на Марсе равно 0.377 от этой же величины на Земле. Период колебаний часов ***T*** с маятником

$$T = 2\pi\sqrt{l/g}$$

длины ***l*** равен
и маятниковые часы на Марсе будут идти в 1.629 раз медленнее, чем на нашей планете.

4. Солнце в течение суток движется по небу, проходя за час 1/24 часть окружности (с угловой скоростью 15◦/час). Длина 1/24 экватора Земли составляет около 2 тыс. км, поэтому совершенно очевидно, что искомая параллель должна быть очень близка к полюсу. Тогда можно считать, что Солнце в течение суток движется практически параллельно горизонту. Для того чтобы Солнце «остановилось», очевидно, нужно идти с угловой скоростью, равной угловой скорости Солнца. Скорость пешехода примем за 5 км/ч. Таким образом, на искомой параллели 1/24 часть окружности должна соответствовать 5 км. Следовательно, длина окружности искомой параллели равна 24·5 = 120 км. Отсюда радиус соответствующей параллели ***R*** = 120/(2π) ≈ 20 км. Так как этот радиус мал по сравнению с радиусом Земли, то мы можем считать, что расстояние от полюса до точек этой параллели также равно 20 км. Расстояние в один градус по меридиану, как известно, равно около 111 км. 20 км составляют примерно 1/6 часть от 111 км. Следовательно, данная параллель

отстоит на 1◦/6 от полюса и т.о. широта ее 90◦ − 1◦/6 = 89◦50′ (северной или южной широты).

5. Задание можно выполнить двумя способами. Рассмотрим их поочередно.

1) Пусть на одну чашку рычажных весов положено интересующее нас тело массы m_1 а на вторую — гиря массы m_2. Так как спутник и все тела на нем (в том числе взвешиваемое тело и гиря) имеют в гравитационном поле Земли одинаковое ускорение (непрерывно «падают» на Землю), весы окажутся в состоянии безразличного равновесия. Однако равновесие нарушится, если весы с находящимися на них телами привести в ускоренное движение. Ведь чтобы разным по массе телам сообщить одинаковое ускорение а, нужны разные силы:

$$F_1 = m_1 a,\ F_2 = m_2 a.$$

Нетрудно добиться, во всяком случае, приблизительно, чтобы стрелка весов не отклонялась от нулевого положения и при ускоренном движении — для этого нужно, чтобы массы тела и гирь были равными.

2) Можно воспользоваться и пружинными весами— динамометром. Если подвесить к нему исследуемое тело и привести систему в движение с некоторым постоянным ускорением а, то указатель динамометра зафиксирует силу

$$F_l = m_l a.$$

Затем следует подвесить вместо тела гирю известной массы m_2 и привести динамометр в движение с тем же ускорением а. В этом случае показания динамометра будут

$$F_2 = m_2 a.$$

Поделив последние два равенства друг на друга почленно, получим

$$F_1/F_2 = m_l/m_2,$$ откуда $$m_l = m_2 F_1/F_2.$$

6. Кроме наклона орбиты Луны к плоскости эклиптики следует учитывать и параллакс Луны ($57{,}3'$). Поэтому, перечень созвездий: Рыбы, Овен, Кит, Орион, Возничий, Телец, Близнецы, Рак, Лев, Секстант, Ворон, Дева, Весы, Скорпион, Змееносец, Стрелец, Козерог, Водолей.