

## Открытый интеллектуально-творческий конкурс "Космический марафон-2017"

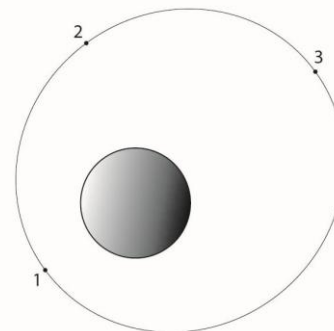
Номинация "Раз задача, два задача..." Решения задач для 10 класса.

Задача 1. На рисунке показана, с соблюдением пропорций, орбита искусственного спутника Земли.

- а) Определите по рисунку период обращения спутника.  
б) Какой из участков орбиты, 1-2 или 2-3, спутник пролетает быстрее? **(3 балла)**

Решение. а) По рисунку определим большую полуось орбиты спутника - она равна трём земным радиусам (19200 км). Период обращения спутника найдём по третьему закону Кеплера, сравнив движение спутника с движением Луны:  $(384 \text{ тыс. км} / 19,2 \text{ тыс км})^3 = (27,3 \text{ сут} / T)^2$ .  $T = 7 \text{ ч. } 20 \text{ мин.}$

б) Т.к. участок 1-2 ближе к перигею, по второму закону Кеплера спутник проходит его быстрее, чем участок 2-3.



Задача 2. Роберт Хайнлайн в романе "Дорога доблести" описывает планету - Центр галактической империи. Планета эта "размером с Марс", сила тяжести на ней "почти земная". а) Что можно сказать о плотности этой планеты? б) Каковы для этой планеты первая и вторая космическая скорости? в) Каков период обращения спутника на низкой орбите? Радиус Марса - 3400 км, гравитационная постоянная -  $6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Нм}^2/\text{кг}^2$ .

Решение. Из закона всемирного тяготения выразим ускорение свободного падения вблизи поверхности планеты:  $g = \gamma M / R^2 = 4\pi\gamma\rho R / 3$ . Отсюда средняя плотность планеты  $\rho = 3g / 4\pi\gamma R = 10317 \text{ кг/м}^3$  - значительно больше плотности железа. Первая космическая скорость  $v_1 = (gR)^{1/2} = 5,77 \text{ км/с}$ . Вторая космическая скорость в корень из 2 раз больше первой:  $v_2 = 8,14 \text{ км/с}$ . Период обращения спутника на низкой орбите  $T = 2\pi R / v_1 = 3700 \text{ с}$  - чуть больше часа. **(4 балла)**

Задача 3. Герои научно-фантастического рассказа Джека Макдевитта общаются по радио с искусственным интеллектом, расположенным на спутнике Юпитера Ганимеде. Задав вопрос, "дождаться ответа приходилось один час шесть минут одиннадцать секунд". а) Изобразите на рисунке расположение Земли и Юпитера, соответствующее сюжету рассказа. б) В каком месяце происходит действие рассказа? **(3 балла)**

Решение. Радиосигнал преодолевает удвоенное расстояние до собеседника за 3971 секунду. Поскольку 1 а.е. сигнал проходит за 500 с, а в обе стороны - за 1000 с, расстояние до Юпитера равно 3,971 а.е. Это меньше, чем расстояние до планеты в среднем противостоянии (5,2-1 = 4,2 а.е.) Поэтому рисунок должен отражать не просто конфигурацию противостояния Юпитера, но и расположение планеты в точке перигелия.

Воспользовавшись справочными данными, вычислим перигелийное расстояние Юпитера:  $5,203(1-0,0484) = 4,951 \text{ а.е.}$  При перигелийном противостоянии расстояние до Земли 3,951 а.е., т.е. в описанный в рассказе момент Юпитер действительно очень близко к перигелию. Следовательно, гелиоцентрическая долгота Земли в этот момент такая же, как долгота перигелия Юпитера - около  $15^\circ$ . Нулю гелиоцентрическая долгота Земли равна в момент осеннего равноденствия и за сутки она изменяется примерно на градус. Таким образом, после равноденствия прошло 15 суток - это начало октября. Как раз в это время расстояние от Солнца до Земли точно равно 1 а.е., что мы и приняли при расчёте расстояния между планетами.