

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ МАРАФОН ШКОЛЬНИКОВ ГОРОДА ЧЕЛЯБИНСКА

Прямоугольные области - это место для ответа на вопросы задачи. Постарайтесь разместить ответы в этих областях.

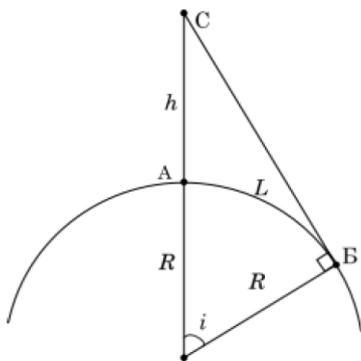
Задача №1 «Про спутники». (10 баллов)

Искусственный спутник движется по круговой орбите на высоте 6400 км над поверхностью Земли. Вы находитесь в Челябинске и видите спутник прямо над головой. Период обращения такого спутника равен 4 часа. **Чему равна скорость спутника на круговой орбите? На каком максимальном расстоянии от Вас (по поверхности Земли) может находиться Ваш приятель, чтобы он мог видеть этот спутник одновременно с Вами?** Сделайте рисунок, поясняющий ваше решение.

Скорость спутника на круговой орбите можно вычислить по формуле $v = \frac{2\pi R}{T}$, где R – радиус орбиты спутника, T – период обращения спутника (2 балла).

Радиус орбиты спутника $R=R_3+h$, где h – высота спутника над поверхностью Земли, R_3 – радиус Земли (1 балл).

Подставим данные, получим скорость, равную 5,58 км/с (1 балл)



В момент наблюдения вы находитесь в точке А, Ваш приятель - в точке В, а спутник в точке С.

Необходимо найти дугу окружности Земли L .

$$L = \frac{i}{180} \pi R_3 \quad (2 \text{ балла})$$

Из прямоугольного треугольника $\cos i = \frac{R_3}{R_3+h}$ (1 балла)

т.к. $\cos i = 0,5$, значит угол $i = 60^\circ$ (1 балл)

Подставим найденный угол и найдем $L=6700$ км (1 балл)

Рисунок, поясняющий решение задачи. (1 балл)

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ МАРАФОН ШКОЛЬНИКОВ ГОРОДА ЧЕЛЯБИНСКА

Задача №2 «Про календарь» (10 баллов)

Известно, что сутки на Земле увеличиваются на 2 мс за 100 лет. Как далеко от нас отстоит та эпоха, в которой юлианский календарь был максимально точен (т.е. год юлианского календаря наиболее близок к тропическому году)? В 1900 году продолжительность тропического года была равна 31556926 секунд или 365,242199 суток.

Продолжительность года юлианского календаря равна 365.25 суток (2 балла)

В 1900 году продолжительность тропического года была на 0.007801 суток меньше юлианского года. (1 балл)

Поскольку продолжительность суток непрерывно увеличивается, то в году их становится меньше, а значит, юлианский календарь был справедлив в прошлом (3 балла)

Разнице в 0.007801 суток соответствует примерно 674 секунды 1900 года (2 балла).

Это время должно "набежать" за $\frac{674 \cdot 100}{0,002} = 33,7$ млн. лет (2 балла).

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ МАРАФОН ШКОЛЬНИКОВ ГОРОДА ЧЕЛЯБИНСКА

Задача №3 «Про звезды»

Звезды образуют различные связанные системы (галактики, шаровые скопления, рассеянные скопления). Имеется звездное скопление, линейный размер которого равен 10^{14} км. Средняя плотность вещества в скопления $6 \cdot 10^{-22}$ г/см³. Оказалось, что все звезды этого скопления являются «близнецами» нашего Солнца и находятся на примерно одинаковом расстоянии друг от друга. **Оцените среднее расстояние между звездами в скоплении.** Средняя плотность Солнца $1,4$ г/см³, радиус Солнца – $7 \cdot 10^5$ км). Объем шара можно вычислить по формуле $V=4,2 \cdot R^3$

Если число звезд в скоплении N , то масса скопления $M_{\text{ск}} = N \cdot \rho_{\text{с}} \cdot 4,2 \cdot R_{\text{с}}^3$ (2 балла), где $\rho_{\text{с}}$ – плотность Солнца, $R_{\text{с}}$ – радиус Солнца.

С другой стороны, масса скопления $M_{\text{ск}} = \rho \cdot 4,2 \cdot R^3$, где R – радиус скопления, а ρ – средняя плотность скопления (2 балла).

Радиус скопления равен половине линейного размера скопления и скопление можно считать шарообразным.

$$\text{тогда } N = \frac{\rho}{\rho_{\text{с}}} * \left(\frac{R}{R_{\text{с}}}\right)^3 \text{ (2 балла)}$$

Объем, приходящийся на одну звезду в скоплении, может быть вычислен $V_0 = 4,2 \cdot (R)^3 / N$ и равен $3,3 \cdot 10^{39}$ км³ (1 балл)

Тогда среднее расстояние между звездами равно $l \approx \sqrt[3]{V_0}$ (2 балла)

$$\text{Получим } l \approx 1,5 \cdot 10^{13} \text{ км (1 балл)}$$