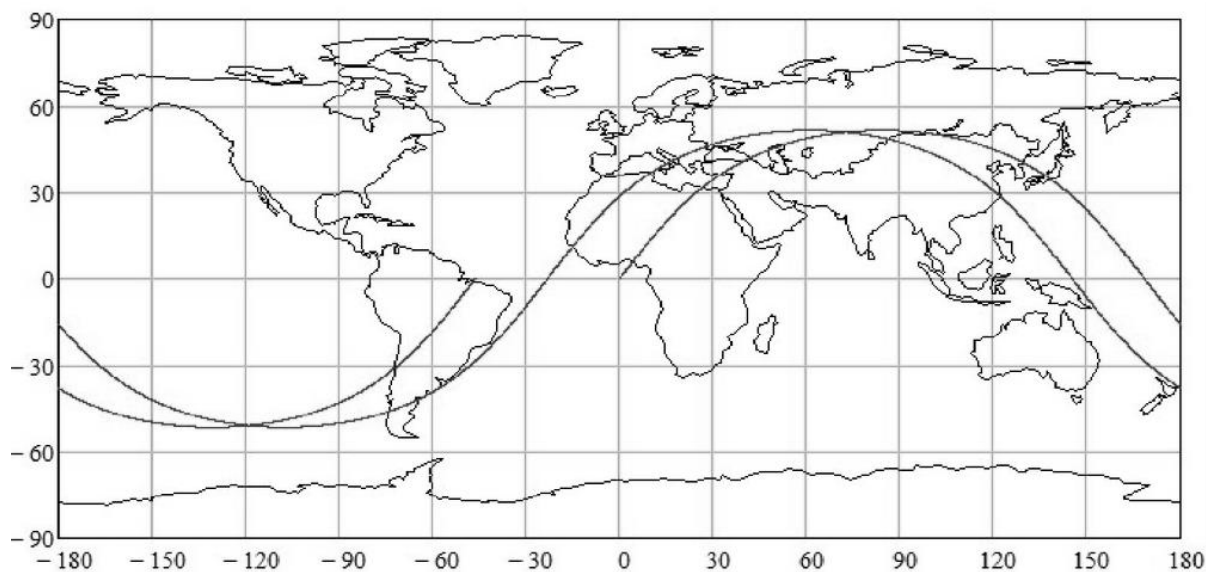


**Задания муниципального этапа Всероссийской олимпиады школьников
по астрономии 2019-2020 г
11 класс**

Задача 1



На рисунке показана трасса орбиты низколетящего спутника Земли - то есть проекция орбиты спутника на поверхность Земли. Определите, чему примерно равен угол наклона плоскости орбиты спутника к плоскости земного экватора.

Задача 2

В среднем за год на всю поверхность Земли падает примерно 40000 тонн метеоритного вещества. Оцените массу метеоритного вещества, которое выпало на территорию Хабаровского края за последние 100 лет. *Примечание: Площадь Хабаровского края составляет примерно 800000 км².*

Задача 3

У звезды Керлер – 10, находящейся в созвездии Дракона на расстоянии 170 пк от Солнца, в 2011 г была обнаружена планета, масса которой в 7 раз больше массы Земли. Вращается планета на расстоянии 0,24 а.е. от звезды. Какой продолжительности год на этой планете, если звезда Керлер – 10 по своим размерам, массе, спектральному классу очень близка к Солнцу?

Задача 4

Линия водорода H_γ с длиной волны $\lambda_0 = 4340\text{\AA}$, измеренная в спектре далекой галактике имеет $\lambda = 4774\text{\AA}$. Измеренные угловые размеры галактики равны $10''$. Определите, с какой скоростью и куда движется эта галактика, на каком расстоянии она находится и каков ее линейный диаметр в парсеках. Млечного Пути. Постоянная Хаббла $H = 67 \text{ км/с Мпк}$.

Возможные решения и критерии их оценивания

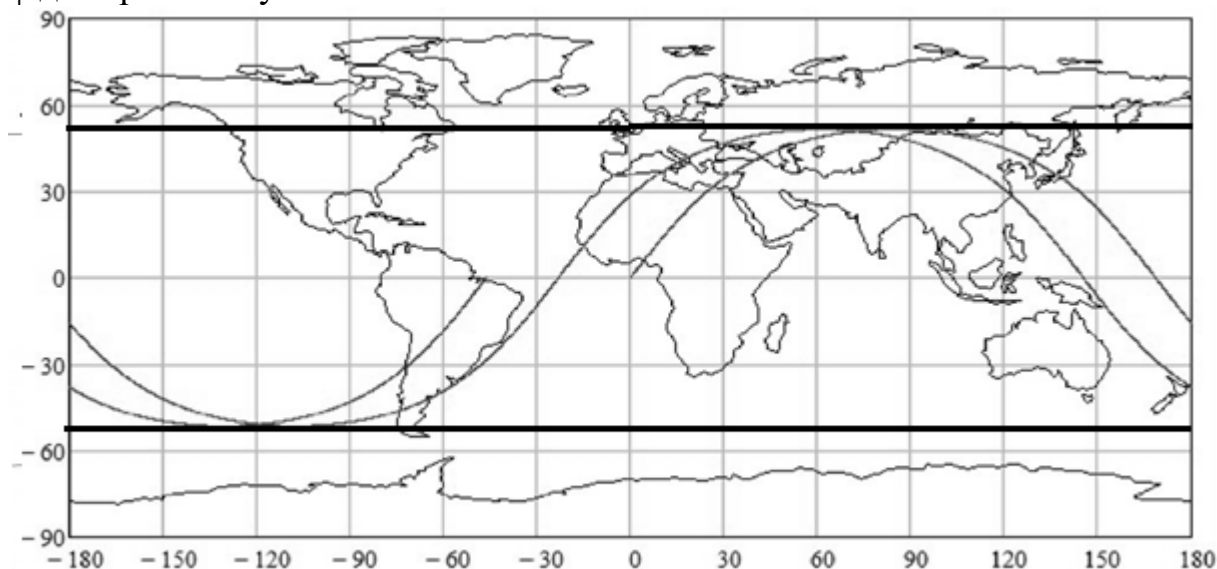
Задача №1

Решение

Для решения задачи сделаем чертеж, на котором учтем, что спутник низколетящий, и его высотой над поверхностью Земли можно пренебречь по сравнению с радиусом Земли.



Из рисунка видно, что проекция наивысшей и наинизшей точек орбиты спутника на земную поверхность определяется углом наклона плоскости орбиты спутника и лежит в пределах от $+\varphi$ до $-\varphi$, где φ – широта поверхности точек Земли, через которые проходит трасса спутника. Значит угол наклона плоскости спутника к плоскости экватора равен наибольшему значению широты φ для трассы спутника.



Из приведенной карты видно, что наибольшее значение для $\varphi \approx 50^\circ$. Значит угол наклона плоскости орбиты = 50° .

Критерии оценивания

Сделан рисунок.....	1 балл
Учтено, что спутник низколетящий.....	2 балла
Сделан вывод о соответствии широта высшей точки трассы углу наклона плоскости орбиты.....	4 балла
Получен правильный ответ.....	1 балл

Задача 2

Решение

Будем считать, что метеоритное вещество равномерно распределяется по поверхности Земли. В этом случае доля выпавшего на территорию Хабаровского края вещества будет равна отношению площади края S к площади поверхности Земли. Всего за 100 лет на Землю выпало $M = 40 \cdot 10^5$ тонн вещества. Тогда, за 100 лет на территории Хабаровского края выпало $m = M \frac{S}{4\pi R_{\oplus}^2} \approx 6300$ тонн метеоритного вещества.

Критерии оценивания

Предположение о равномерном распределении вещества.....2 балла
Определение доли площади края в площади поверхности Земли.....2 балла
Определена масса вещества выпавшего за 100 лет.....1 балл
Записана расчетная формула.....2 балла
Получен правильный ответ.....1 балл

Задача 3

Так как основные характеристики звезды совпадают с характеристиками Солнца, поместим рассматриваемую экзопланету в Солнечную систему и воспользуемся для определения периода ее обращения третьим законом

Кеплера. $\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{a_1^3}{a_2^3}$ В формуле индекс 1 соответствует Земле, а индекс 2 – экзопланете. Преобразуя формулу, получаем выражение $T_2 = T_1 \sqrt{\frac{a_2^3}{a_1^3}}$

$$T_2 = 365 \sqrt{0,24^3} = 43 \text{ суток}$$

Критерии оценивания

Записан третий закон Кеплера.....1 балла
Обоснован выбор Земли в качестве второй планеты.....3 балла
Преобразована формула.....2 балла
Получен правильный ответ.....2 балла

Задача 4

Решение

$$z = \frac{\lambda - \lambda_0}{\lambda_0} = \frac{434}{4340} = 0,1$$

Красное смещение линии в спектре галактики равно

Согласно эффекту Доплера это смещение линии объясняется удалением от галактики со скоростью $V = z \cdot c = 30000 \text{ км/с}$

Согласно закону Хаббла расстояние до галактики $r = \frac{V}{H} = \frac{30000}{67} = 447,8 \text{ Мпк}$

Диаметр галактики равен $d = r \cdot \sin 10'' = 447,8 \cdot 2 \cdot 10^{-4} = 0,09 \text{ Мпк} = 90 \text{ кпк}$

Критерии оценивания

Найдено красное смещение1 балл

Указано направление движения	1 балл
Найдена скорость движения галактики.....	2 балла
Записан закон Хаббла.....	1 балл
Записано выражение для диаметра галактики.....	2 балла
Получен правильный ответ.....	1 балл