



1302457320644

Титульный лист

Направление ☐ анализ данных ☐ информатика ☐ история
☐ математика ☐ обществознание ☐ русский язык
☒ физика ☐ химия

Класс ☐ 8 ☐ 9 ☐ 10 ☒ 11

Фамилия СЕВЕРИИОВА

Имя ЯНА

Отчество АНДРЕЕВНА

Дата рождения 16 04 2077

Город участия ЕКАТЕРИНБУРГ

Аудитория Т21Б

Телефон 89193922528

Дата 01 02 2025

Подпись

Пример
заполнения

А Б В Г Д Е Ж З И Й К Л М Н О П Р С Т У Ф
Х Ц Ч Ш Щ Ъ Ы Ь Э Ю Я 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0



1302457320644

Проверочный лист

Заполняется участниками

Направление ☐ анализ данных ☐ информатика ☐ история
☐ математика ☐ обществознание ☐ русский язык
☒ физика ☐ химия

Класс ☐ 8 ☐ 9 ☐ 10 ☒ 11

Город участия ЕКАТЕРИНБУРГ

Заполняется организаторами

Количество доп. листов _____ Количество черновиков к проверке _____

Время выхода с _____ до _____

Протокол проверки

Заполняется жюри

Номер задания	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Балл члена жюри №1	12	15	8	5						
Балл члена жюри №2	12	15	8	5						

Итоговый балл 40

Подпись
члена жюри №1

Подпись
члена жюри №2

Пример
заполнения

А Б В Г Д Е Ж З И Й К Л М Н О П Р С Т У Ф
Х Ц Ч Ш Щ Ъ Ы Ь Э Ю Я 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

Задача 4

Дано:

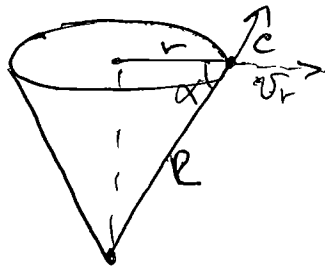
c

r

$r = 0,1R$

Найти

$v_r = ?$



1) Рассмотрим момент, когда $r = 0,1R$

тогда $\cos \alpha = \frac{r}{R} = 0,1$

2) тогда радиус пересечения в данный момент будет увеличиваться со скоростью равной

$$v_r = c \cos \alpha = 0,1c$$

Задача 1

Дано

$$M = 2 \cdot 10^{21} \text{ кг}$$

$$v = 20 \text{ км/с}$$

$$v = c \cdot \sin \alpha$$

$$r = 300 \text{ км} = 3 \cdot 10^5 \text{ м}$$

$$G = 6,67430 \cdot 10^{-11} \frac{\text{м}^3}{\text{кг} \cdot \text{с}^2}$$

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$$

$$n = 10^4 / \text{см}^3 = \frac{1}{10^{-2}} / \text{м}^3$$

$m = ?$



Посчитаем объем, который займет перемещение Черной дыры в облаке водорода

$$V = \frac{4}{3} \pi r^3 + \pi r^2 l$$

$$l = 3 \cdot 10^8 \cdot \frac{365,25 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60}{1000}$$

$$l = 9,46728 \cdot 10^{15} \text{ м}$$

$$m_{\text{водорода}} = M = \frac{M}{n \cdot V} = \frac{2 \cdot 10^{21}}{10^4 \cdot 9,46728 \cdot 10^{15}} = 2,102 \cdot 10^{22} \text{ кг}$$

Задача 1

Дано

$$M = 2 \cdot 10^{31} \text{ кг}$$

$$v = 10 \text{ км/с}$$

$$r = 200 \text{ км}$$

$$G = 6,6743 \cdot 10^{-11} \frac{\text{м}^3}{\text{кг} \cdot \text{с}^2}$$

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$$

$$n = 10^4 \text{ /м}^3$$

м - ?



$$E_{\text{пот}} = - \frac{G M m}{R} - \text{грав. потенциал взаимодействия}$$

$$l = c t_1 = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 9,46728 \cdot 10^{15} \text{ с}$$

световой год

$$t_1 = 365,25 \text{ дн} \cdot 3000 = 31557600 \text{ с}$$

$$E_{\text{кин}} = \frac{m v^2}{2}$$

кинетическая энергия черной дыры
когда масса дыры растет,
ее кинетическая энергия тоже
растет

$$E_{\text{кин}}(\Delta m) = \frac{m v^2}{2} + \frac{\Delta m v^2}{2}$$

M - полная масса взаимодействия

$$M = 12$$

Энергия системы при взаимодействии одной частицы

$$\frac{M v^2}{2} - G \frac{M m}{R} = \frac{M + m}{2} v^2$$

$$- G \frac{M m}{R} = \frac{m v^2}{2}$$

$$n = \frac{10^4}{10^8} = 10^{-4} \text{ /м}^3$$

$$V_{\text{заметности}} = \frac{4}{3} \pi r^3 + l \pi r^2$$

$$N = V n = \text{количество частиц}$$

$$m = \frac{N}{N_A} M = n \frac{(\frac{4}{3} \pi r^3 + \pi r^2 l)}{N_A} M = 4,46 \cdot 10^{10} \text{ кг}$$

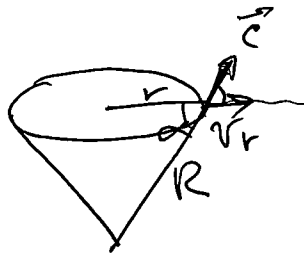
$$N_A = 6 \cdot 10^{23}$$

Задача 4

Дано

c
 $v = 0,1R$

Найти $v_r(t)$?



1) Рассмотрим момент, когда $v = 0,1R$

$$\Rightarrow \cos \alpha = \frac{v}{R} = 0,1$$

2) тогда радиус пересечения в данный момент будет увеличиваться со скоростью равной

$$v_r = c \cos \alpha = 0,1c$$

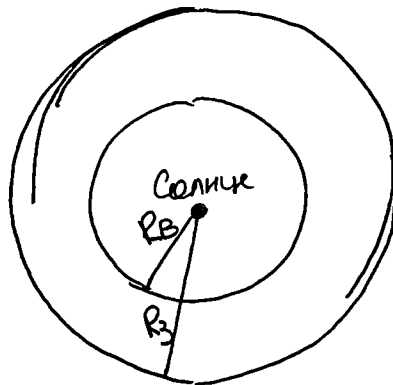
Задача 2

Дано

$$R_3 = 147 \cdot 10^6 \text{ км}$$

$$R_B = 108 \cdot 10^6 \text{ км}$$

$$S = \frac{\pi r^2 (1 - \cos(\varphi))}{2}$$



1) $R_3 = 147 \cdot 10^6$

$$T^2 = a^3$$

$$\frac{T^2}{a^3} = \text{const}$$

$$3) T = \frac{2\pi R}{v} = \frac{2\pi}{\omega}$$

$$\omega_{R_3} = \frac{2\pi}{T_3} \quad \omega_B = \frac{2\pi}{T_B}$$

$$T_3 = 1100$$

$$T_B = \left(\frac{R_B}{R_3} \right)^{3/2}$$

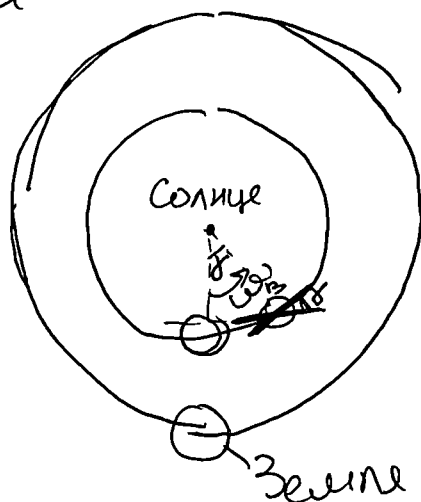
$$T_B = \sqrt{\left(\frac{R_B}{R_3} \right)^3} = 0,63 \text{ года}$$

4) Перейдем в со движущуюся с Землей, тогда Венера будет двигаться с угловой скоростью $\omega_B' = \omega_B - \omega_A = 2\pi \left(\frac{1}{T_B} - \frac{1}{T_3} \right)$

$$\omega_B' = 2\pi \left(\frac{1}{T_B} - \frac{1}{T_3} \right)$$

Предположение задачи 2

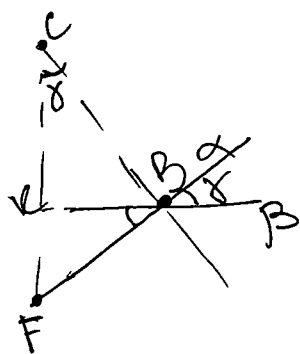
500 миль Земли находится в южной точке своей орбиты, как показано на рисунке



А Венера движется с угловой скоростью ω_B

Тогда плоскость которую видно с Земли всегда находится горизонтально, называем ее В

При смещении Венеры против часовой стрелки $\delta = \omega_B t$



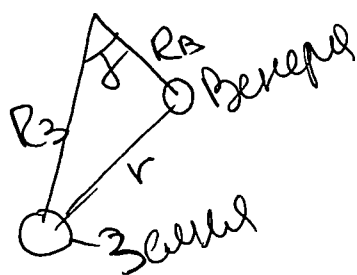
$\triangle CBK$ - прямоугольный $\angle K = 90^\circ$
 $\Rightarrow \angle CBK = 90^\circ - \delta$

тогда в $\triangle FCB$ - прямоугольном $\angle CFB = 90^\circ \Rightarrow \angle FBK = \delta$

$\Rightarrow$ угол между плоскостями

$\angle \alpha$ и β равен $\delta = \omega_B t$

Найдём расстояние от Земли до Венеры в любой момент



$$r_{BB}^2 = R_З^2 + R_В^2 - 2R_З R_В \cos \delta$$

$$|r_{BB}| = \sqrt{R_З^2 + R_В^2 - 2R_З R_В \cos \omega_B t}$$

Продолжение 2

яркость Векера

$$S = \frac{J I r^2 (1 - \cos \omega_B^1)}{2} = \frac{J I r^2}{2} - \frac{J I r^2}{2} \cos \omega_B^1$$

$$|r_{B3}| = \sqrt{R_3^2 + R_B^2 - 2 R_3 R_B \cos \omega_B^1}$$

из этого выражения $\cos \omega_B^1$

$$r_{B3}^2 = R_3^2 + R_B^2 - 2 R_3 R_B \cos \omega_B^1$$

$$\cos \omega_B^1 = \frac{-r_{B3}^2 + R_3^2 + R_B^2}{2 R_3 R_B}$$

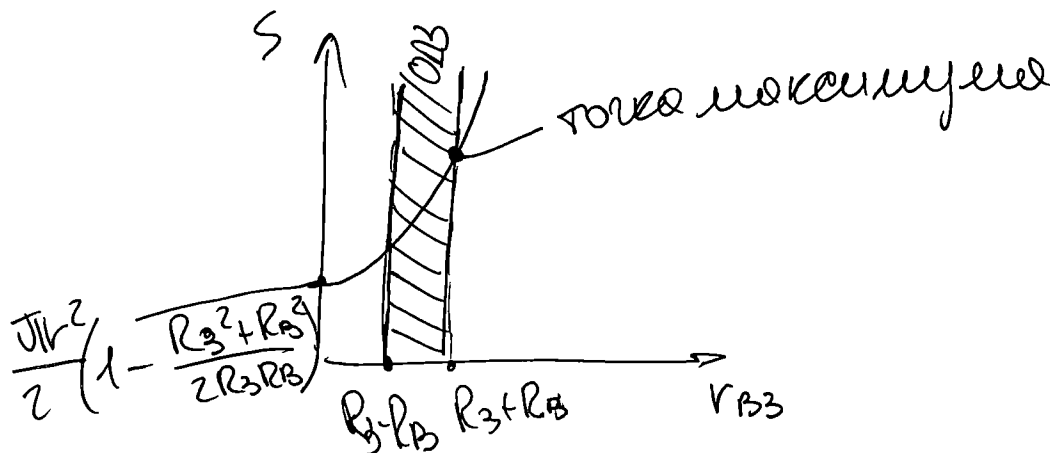
$$S = \frac{J I r^2}{2} - \frac{J I r^2}{2} \left(\frac{R_3^2 + R_B^2}{2 R_3 R_B} - \frac{r_{B3}^2}{2 R_3 R_B} \right) =$$

$$= \frac{J I r^2}{2} \left(1 - \frac{R_3^2 + R_B^2}{2 R_3 R_B} \right) + \frac{J I r^2}{2} \frac{r_{B3}^2}{2 R_3 R_B}$$

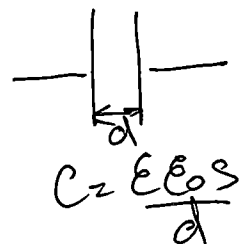
Получилось парабол

$$r_{B3} \geq R_3 - R_B \quad r_{B3} \leq R_3 + R_B$$

положение максимума при $r_{B3} = R_3 + R_B$



Задача 3
 $C_{\min} = 0,2 \text{ нФ}$
 $C_{\max} = 2 \text{ нФ}$
 $\epsilon_0 = 1$
 $\epsilon = 2,25$



стенки из диэлектрика
 куски проводя



объемная диэлектрическая проницаемость

$C_B = \frac{\epsilon_0 S}{d} \frac{h}{H}$ - емкость воздуха

$C_n = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d} \frac{H-h}{H}$ - емкость воздуха

Общая емкость конденсатора

$$C = C_B + C_n = \frac{\epsilon_0 S}{d} \left(\frac{h}{H} + \epsilon \frac{H-h}{H} \right) =$$

$$= \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d} + \frac{\epsilon_0 S}{dH} (1 - \epsilon)$$

$C_{\max}$, когда заполнено диэлектриком полностью

$$C_{\max} = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d}$$

$C_{\min}$, когда полностью из воздуха

$$C_{\min} = \frac{\epsilon_0 S}{d}$$