



1302222321023

Титульный лист

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

Класс ☐ 8 ☐ 9 ☐ 10 ☒ 11

Фамилия Б А Р А Н О В А

Имя М А Р И Я

Отчество М А К С И М О В Н А

Дата рождения 2 9 0 6 2 0 0 7

Город участия Е К А Т Е Р И Н Б У Р Г

Аудитория Т 2 1 6

Телефон 8 9 1 2 6 7 8 5 0 6 8

Дата 0 1 0 2 2 0 2 5

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



1302222321023

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	0	10	15						
Балл члена жюри №2	12	0	10	15						

Итоговый балл

37

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

Бланк ответов

Задача 1

$$M = 2 \cdot 10^{31} \text{ кг}$$

$$V = 20 \text{ км/с} = \text{const}$$

$$E_{\text{пот}} = -G \frac{Mm}{R}$$

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

$$c = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}} - \text{ск света}$$

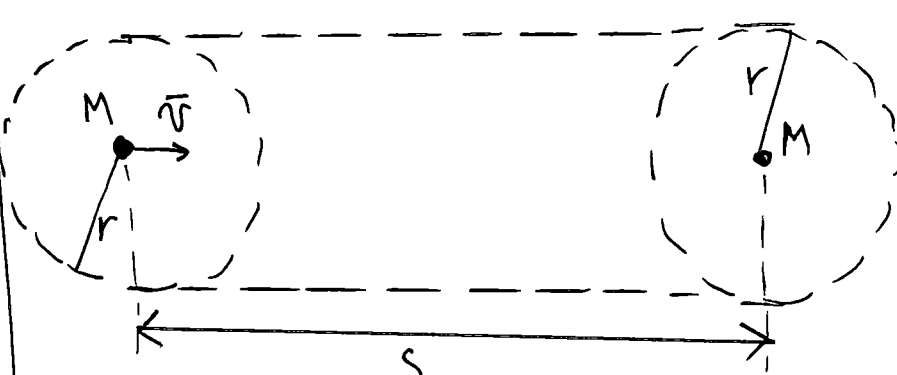
$$n = 10^4 \frac{\text{г}}{\text{см}^3} - \text{концентрация молекул водорода}$$

$$r = 300 \text{ км} - \text{радиус орбиты, которую захватывает черн дыра}$$

$$m_1 = 7 - \text{масса в-ва, которое сможет поглотить черная дыра на пути длиной в 1 световой год}$$

нач. положение

конечное положение



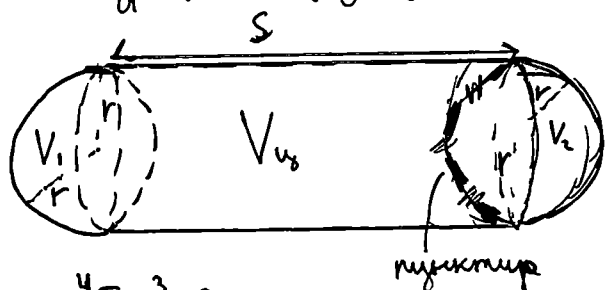
$$S = 1 \text{ св. год}$$

$$S = c t, \text{ год} \quad t = 1 \text{ год} = 365 \text{ дней} = 365 \cdot 24 \cdot 3600 \text{ с}$$

$$T = \frac{S}{V} = \frac{c t}{V} - \text{время движения черной дыры}$$

Находим заметаемый объем черной дыры $V_{\text{зам}}$. Такой объем, что молекулы водорода, находящиеся в нем черная дыра тоже поглотит.

Двигаемся равномерно, черная дыра захватывает цилиндр, на торцах которого поперечные (молекулы находящиеся в этом объеме) Если черная дыра поглотит она захватит сферу, радиусом $r = 300 \text{ км}$. Так все молекулы, находящиеся на расстоянии $< r$ черная дыра поглотит. Сфера, которую захватывает черная дыра



$$V_{\text{зам}} = V_1 + V_2 + V_{\text{ц}}, \text{ где}$$

$V_{\text{ц}}$ - объем цилиндра

V_1, V_2 - объем сфер (сферических радиусов)

$$V_{\text{ц}} = \pi r^2 S, \text{ где } S = c t$$

$$V_{\text{ц}} = \pi r^2 c t$$

$$V_1, V_2 = \frac{4}{3} \pi r^3 = \frac{2}{3} \pi r^3$$

$$V_{\text{зам}} = V_1 + V_2 + V_{\text{ц}} = \frac{2}{3} \pi r^3 + \frac{2}{3} \pi r^3 + \pi r^2 c t = \frac{4}{3} \pi r^3 + \pi r^2 c t = \pi r^2 \left(\frac{4r}{3} + c t \right)$$

Находим N - кол-во молекул водорода, находящихся в $V_{\text{зам}}$

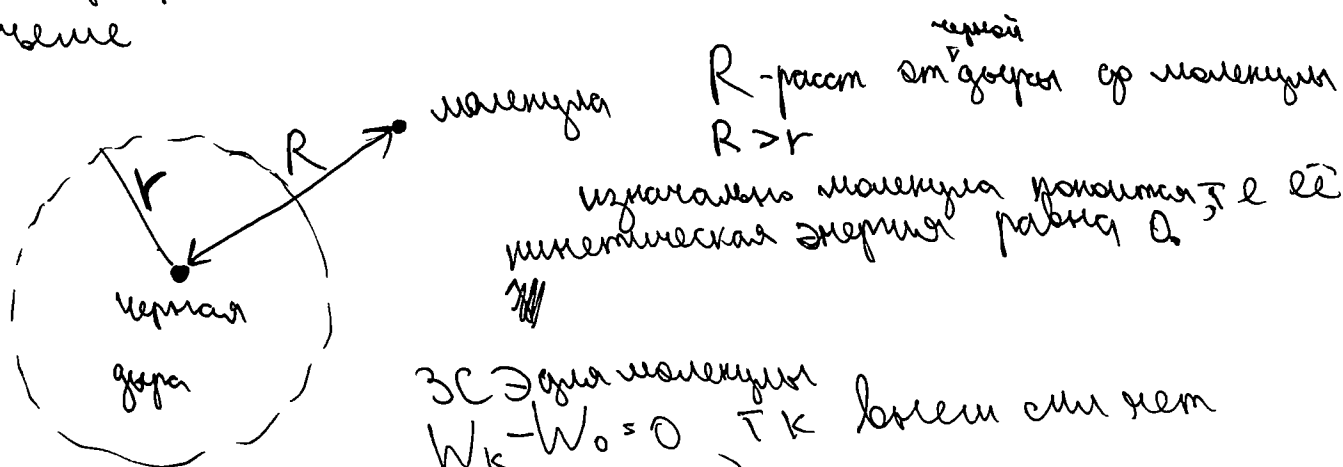
$$n = \frac{N}{V_{\text{зам}}} \Rightarrow N = n V_{\text{зам}} = n \pi r^2 \left(\frac{4r}{3} + c t \right)$$

$$n = 10^4 \frac{\text{г}}{\text{см}^3} = 10^{10} \frac{\text{г}}{\text{м}^3}$$

~~Н-число N-число~~

N-число молекул, которое черная дыра точно поглотит, так как в заметном объеме находятся молекулы, которые на протяжении пути будут на расстоянии $< r$ от черной дыры. Черная дыра их поглотит.

Теперь рассмотрим молекулы, которые не находятся в заметном объеме.



$$\left[\frac{mu^2}{2} + E_{\text{пот к}} \right]_k - \left[\frac{m \cdot 0^2}{2} + E_{\text{пот к}} \right]_0 = 0$$

и-е молекулы, когда она заходит в область, где ее поглотит черная дыра

$$\left[\frac{mu^2}{2} + \left(-\frac{GMm}{r} \right) \right]_k - \left[0 + \left(-\frac{GMm}{R} \right) \right]_0 = 0 \quad | : m$$

$R = r$, тк молекула заходит в поглотительную область

$$\frac{u^2}{2} - \frac{GM}{r} + \frac{GM}{R} = 0 \Rightarrow \frac{u^2}{2} = GM \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{R} \right)$$

$$u = \sqrt{2GM \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{R} \right)}$$

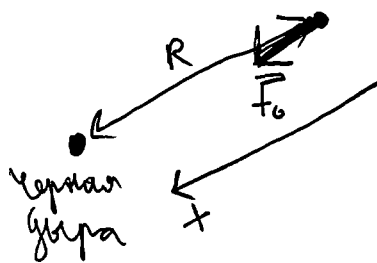
$m_1 = \frac{N_0}{N_A} M$, где N_0 - число всех молекул, которые поглотит черная дыра
 M - молярная масса водорода

N_A - число Авогадро

$$N_0 = N + N' = \underbrace{n \pi r^2 \left(\frac{4r}{3} + ct \right)}_N + N', \text{ где } N' - \text{число молекул, которые изначально не находились в заметном объеме, а пришли потом}$$

Бланк ответов

Так и силы, действующие на шарик, когда она находится на расстоянии $R > r$ от черной дыры



$$T \text{ к } E_{\text{пот}} = G \frac{Mm}{R} \Rightarrow F_0 = \frac{GMm}{R^2} \text{ — сила со стороны шарика, которая сбросит черную дыру}$$

Проведем ось $x \parallel \vec{F}_0$
2-ой закон Ньютона

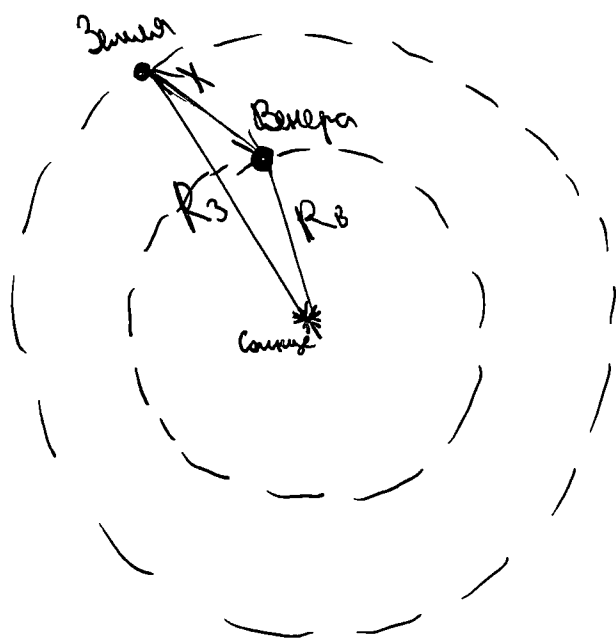
$$F_0 = ma_x$$

$$\frac{GMm}{R^2} = ma_x \Rightarrow a_x = \frac{GM}{R^2} \Rightarrow \text{уск не постоянный}$$

Задача 2

$$R_3 = 147 \cdot 10^6 \text{ км}$$

$$R_B = 108 \cdot 10^6 \text{ км}$$



~~J_B~~ $\sim$ Солнце

J_B - площадь Венеры

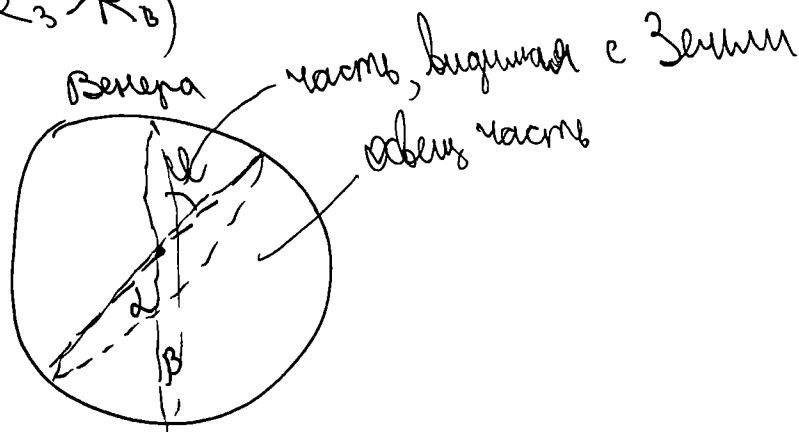
~~$J_B(X)$~~ $J_B(X) - ?$

α - угол между Венерой и Землей

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

r - радиус видимого диска

$(R_3 > R_B)$



Задача 3

Берем нулевой заряд для заземления. Зарядка является проводником. Зарядку можно снять определенным образом. Так, чтобы из зарядки получились 2 пластинки - это и будут пластинки конденсатора. И к пластинкам надо подсоединить провод.

Внутри конденсатора - воздух, это диэлектрик

$$C = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d}$$

S - площадь пластины
 d - расстояние между пластинками

$$\epsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12} \frac{\text{Ф}}{\text{м}}$$

- Знач можно менять C - емкость
- менять размер пластины (S), например отрезать часть зарядки
 - менять расстояние между пластинками (d), т.е. раздвигать и сдвигать пластинки
 - менять ϵ - диэлектрик между пластинками, например стейк или диэлектрик или стейк - диэлектрик

Возьмем $\epsilon = 2,25$ (внутри будет воздух)

$d = 3 \text{ см} = 0,03 \text{ м}$ - расстояние между пластинками

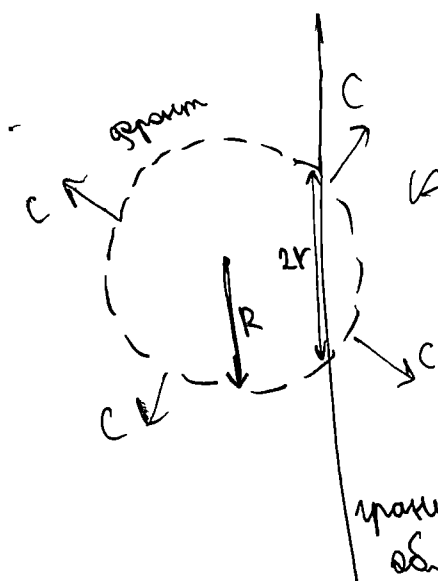
$S = 50 \text{ см}^2$ - площадь пластины

$$S = 5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$$

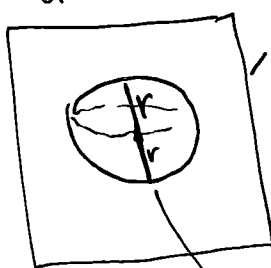
$$C = \frac{2,25 \cdot 8,854 \cdot 10^{-12} \frac{\text{Ф}}{\text{м}} \cdot 5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2}{0,03 \text{ м}} \approx 3,32 \cdot 10^{-12} \text{ Ф}$$

$$C = 3,32 \text{ пФ}$$

Задача ~ 4



R - радиус горизонтали
горизонтальная ось



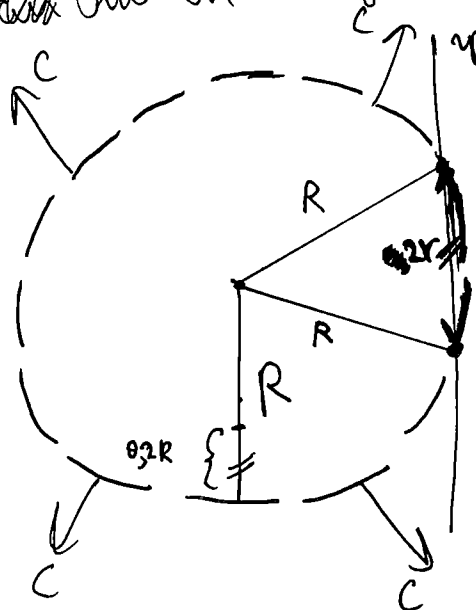
горизонтальная ось

горизонтальная ось

горизонтальная ось
 $r = 0,1R$, найдем
 $\frac{dr}{dt} = ?$

Решение - рассмотрим, перемещение
вектора центра круга

Решение - рассмотрим, перемещение
вектора центра круга

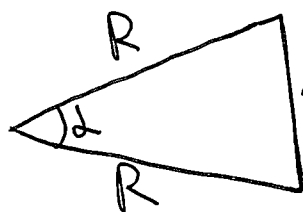


Т.к. горизонтальная ось
горизонтальная ось, то
горизонтальная ось

$$\Delta R = C \cdot t$$

$$R(t) = C \cdot t$$

в момент времени t , когда $r = 0,1R$, т.е. $2r = 0,2R$



$$2r = 0,2R$$

по теореме косинусов

$$(0,2R)^2 = R^2 + R^2 - 2R \cdot R \cdot \cos \alpha$$

$$0,04R^2 = 2R^2 - 2R^2 \cos \alpha$$

$$2R^2 \cos \alpha = 1,96R^2 \Rightarrow \cos \alpha = 0,98$$

$$\alpha \approx 11^\circ$$

в момент времени

в момент времени t , когда $r = 0,1R \Rightarrow R = 10r$

$$R(t) = C \cdot t = 10r \Rightarrow t = \frac{10r}{C} = \frac{R}{C}$$