



1302248564208

Титульный лист

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

Класс ☐ 8 ☐ 9 ☐ 10 ☒ 11

Фамилия Я Р М И Е В

Имя А Н В А Р

Отчество Р А Ф А Э Л Е В И Ч

Дата рождения 1 4 0 2 2 0 0 7

Город участия У Ф А

Аудитория 5 0 1

Телефон 8 9 8 7 0 4 3 3 5 7 9

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



1302248564208

Проверочный лист

Заполняется участниками

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

Класс ☐ 8 ☐ 9 ☐ 10 ☒ 11

Город участия У Ф А

Заполняется организаторами

Количество доп листов 0 Количество черновиков к проверке 0

Время выхода с до

Протокол проверки

Заполняется жюри

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

Итоговый балл 28

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

Задание 1

Решение

Дано

$$M = 2 \cdot 10^{31} \text{ кг}$$

$$v = 20 \text{ км} = 20 \cdot 10^3 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$\Phi = 1 \text{ свет. год}$$

$$R_1 = 300 \text{ км} = 300 \cdot 10^3 \text{ м}$$

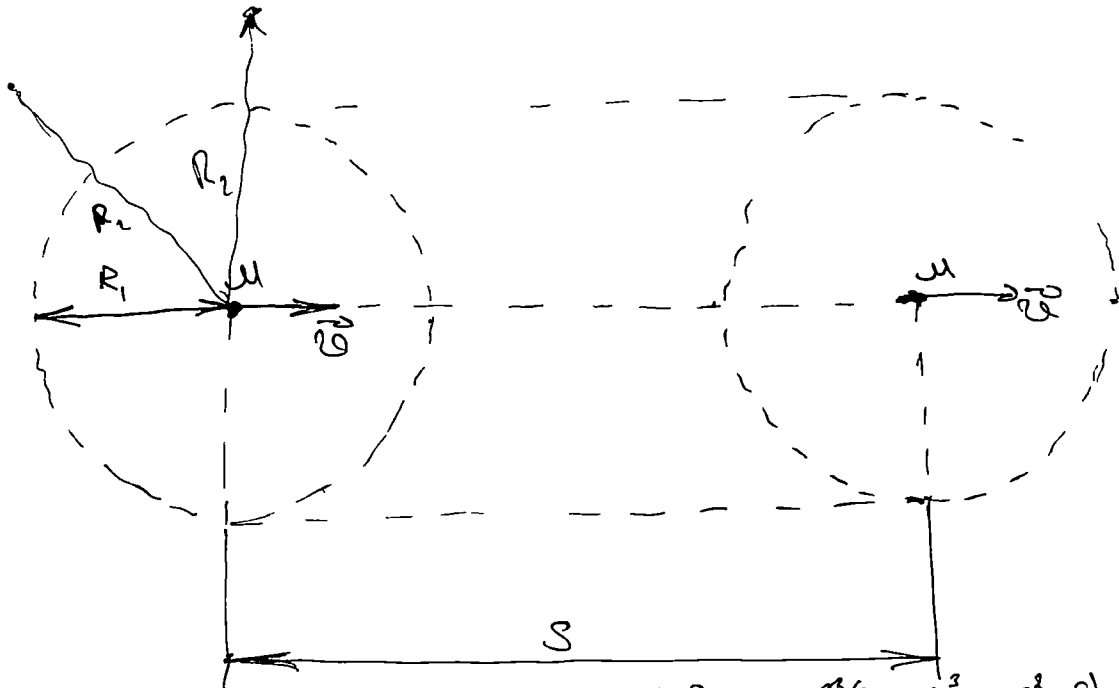
$$E_{\text{пот}} = -\frac{G M m}{R}$$

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

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

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

$M_{\text{ба}} = ?$



Вспомогательная величина $V_{\text{молекулы}}$ воздуха, попавшие в радиус R_2 $\left(\frac{4}{3} \pi R_2^3 + \pi R_1^2 S \right) n$

$$N_{\text{молекулы}} = \pi R_2^2 \left(\frac{4}{3} R_2 + S \right) n, \quad M_{\text{молекулы}} = n = \frac{10^4 \text{ молекул}}{\text{м}^3}$$

$$\text{Энергия } S = v \cdot t$$

Энергетический метод как-то вне радиуса R_2 $\left(\frac{4}{3} \pi R_2^3 + \pi R_1^2 S \right)$ дыры, но на таком расстоянии, система молекулы, вне радиуса R_2 $\left(\frac{4}{3} \pi R_2^3 + \pi R_1^2 S \right)$ дыры, но на таком расстоянии, чтобы гравитационное поле дыры притянуло в этот радиус захвата, дыра

Состояние 1 (молекула на R_{max} расстоянии, чтобы попасть в R_2 захвата)

2 (молекула как-то на расстоянии R_1 от дыры)

$$E_1 = E_2 \text{ (тк внешние силы не действуют на систему, все энергия остается внутри системы)}$$

$$E_1 = E_{\text{пот1}} + E_{\text{к1}}, \quad E_2 = E_{\text{пот2}} + E_{\text{кин2}} + E_{\text{к2}}$$

$$E_{\text{пот1}} + E_{\text{к1}} = E_{\text{пот2}} + E_{\text{кин2}} + E_{\text{к2}}, \quad E_{\text{пот1}} = E_{\text{пот2}} + E_{\text{кин2}}$$

$$E_{\text{пот1}} = -\frac{G m M}{R_{\text{max}}}, \quad E_{\text{пот2}} = -\frac{G m M}{R_1}, \quad E_{\text{кин2}} = \frac{m v^2}{2}$$

$$-\frac{G m M}{R_{\text{max}}} = -\frac{G m M}{R_1} + \frac{m v^2}{2}, \quad \frac{G M}{R_{\text{max}}} = \frac{G M}{R_1} + \frac{v^2}{2}, \quad R_{\text{max}} = \frac{G M}{\frac{G M}{R_1} + \frac{v^2}{2}}$$

$$R_{\text{max}} = \frac{3}{10^6} \text{ м} = 3 \cdot 10^{-6} \text{ м} = 3 \cdot 10^{-6} \cdot 6,6743 \cdot 10^{-12} \text{ м} = 6,6743 \cdot 10^{-3} \text{ км} - \text{на таком расстоянии будет}$$

попавшие молекулы воздуха

$$t = 365 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60 \text{ сек} = 31557600 \text{ сек}$$

прод см на обрат стр листа 1

$$N_{\text{полн молекулы}} = \pi R_2^2 \left(\frac{4}{3} R_2 + v t \right) n$$

$$N_{\text{полн молекулы}} \approx 1,25 \cdot 10^{49} \text{ молекулы} \quad M_{\text{полн молекулы}} = N_{\text{полн молекулы}} m_0$$

~~ответ~~

$$M_{\text{полн молекул}} = N_{\text{полн молекулы}} m_0, \quad m_0 - \text{масса одной молекулы водорода.}$$

$$\text{Ответ: } M_{\text{полн}} = 1,25 \cdot 10^{49} m_0$$

Задача 23

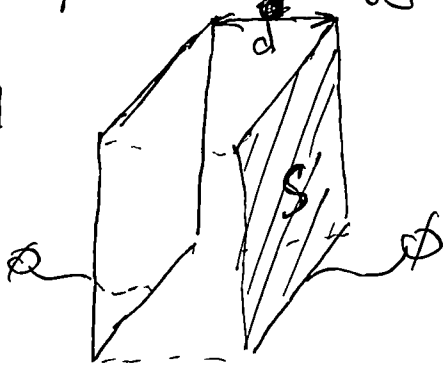
Дано

$C_n = (0,2 - 2) \text{ нФ}$
 $\epsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12} \frac{\text{Ф}}{\text{м}}$
 $\epsilon_r = 1$
 $\epsilon_n = 2,25$

Получить конденсатор переменной емкости $(0,2 - 2) \text{ нФ}$

Решение

Емкость конденсатора $C = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d}$
 ϵ — относительная диэлектрическая среда (между обкладками)
 ϵ_0 — эл. постоянная, S — площадь пов-ти обкладок конденсатора
 d — расстояние между обкладками



- Вариант сборки конденсатора
- 1) из фольги сделать обкладки для конденсатора
 - 2) к ним подсоединить провода, обмотать с помощью изоленты
 - 3) Зная S обкладок, относительно

диэлектрик проложить между обкладками и электрически изолировать, регулировать расстояние между обкладками, да чтоб не было замыканий, емкость конденсатора.

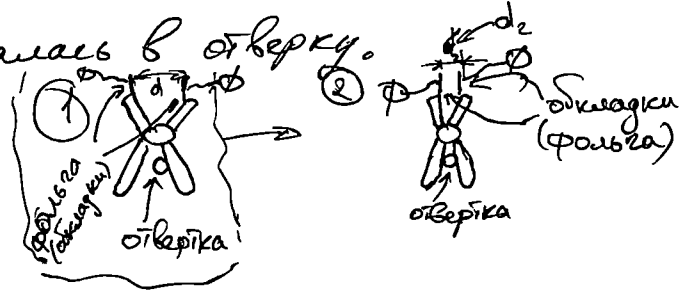
Рассмотрим крайние емкости конденсатора

$$C_1 = 0,2 \text{ нФ} = 0,2 \cdot 10^{-9} \text{ Ф}, C_2 = 2 \text{ нФ} = 2 \cdot 10^{-9} \text{ Ф}$$

$$C_1 = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d_1}, C_2 = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d_2}$$

$$\frac{C_1}{C_2} = \frac{d_2}{d_1}, \frac{d_2}{d_1} = \frac{0,2 \cdot 10^{-9}}{2 \cdot 10^{-9}} = \frac{1}{10}, d_1 = 10 d_2$$

Обе обкладки нужно прикрепить к концам плоскогубцев, чтобы можно было контролировать расстояние между обкладками. Пусть максимальное расстояние, на которое можно раздвинуть плоскогубцы равно $3 \text{ см} = 30 \text{ мм}$, тогда расстояние, на котором они должны макс-ся, чтобы соблюдалось условие $d_1 = 10 d_2$ будет равняться $\frac{30 \text{ мм}}{10} = 3 \text{ мм}$. Чтобы не сдвинуть концы плоскогубцев (обкладки) еще ближе, то можно приложить к одной из ручек отвертку так, чтобы при сжатии плоскогубцев на расстоянии обкладок друг от друга на 3 мм , вторая ручка плоскогубцев упиралась в отвертку.



продолжение см на обратной стороне листа 2

Т.к. м-ду обкладками почти среда.

1 случай Если м-ду обкладками не будет помещена (те только воздух):

$$C_1 = \frac{\epsilon_r \epsilon_0 S_1}{d_1}, C_2 = \frac{\epsilon_r \epsilon_0 S_2}{d_2}$$

Подставим значение d_1/d_2 в формулу емкости, чтобы определить, какой площади должны быть обкладки.

$$C = 0,2 \cdot 10^{-9} \text{ Ф} = \frac{1,8 \cdot 854 \cdot 10^{-12} \frac{\text{Ф}}{\text{м}} S}{0,30 \text{ м}}, S = \frac{0,2 \cdot 10^{-9} \cdot 0,3 \text{ м}^2}{1,8 \cdot 854 \cdot 10^{-12} \frac{\text{Ф}}{\text{м}}} \approx 6,78 \text{ м}^2 \Rightarrow$$

$$S_{\text{на обкл}} = \frac{S_{\text{на обкл}}}{2} \approx 3,39 \text{ м}^2 - \text{это очень большая площадь для фольги} \rightarrow$$

м-ду обкладками лучше проложить полиэтилен, чтобы уменьшить

площадь обкладок (те их размер), $C = \frac{\epsilon_r \epsilon_0 S}{d}$

2

2 случай Если м-ду обкладками только полиэтилен

$$C_1 = \frac{\epsilon_r \epsilon_0 S'_1}{d_1}, C_2 = \frac{\epsilon_r \epsilon_0 S'_2}{d_2}, \text{аналогично первому случаю подставим}$$

значение d_1/d_2 в одну из формул

$$0,2 \cdot 10^{-9} \text{ Ф} = \frac{2,25 \cdot 8,854 \cdot 10^{-12} \frac{\text{Ф}}{\text{м}} S'_1}{0,3 \text{ м}}, S'_1 = \frac{0,2 \cdot 10^{-9} \cdot 0,3 \text{ м}^2}{2,25 \cdot 8,854 \cdot 10^{-12} \frac{\text{Ф}}{\text{м}}} \approx 3,01 \text{ м}^2$$

$$S'_{\text{на обкл}} \approx 1,5 \text{ м}^2 \text{ Такое решение лучше подходит, т.к., при необходимости,}$$

можно уменьшить расстояние м-ду обкладками для их сдвига, т.е. установить

обертку ближе к контакту ручки плоскогубцев, а, чтобы они не развелись

большее необходимое, можно воткнуть в землю палки и линейку

на необходимом расстоянии (при котором плоскогубцы развигаются на

необходимое расстояние) Одну из ручек плоскогубцев также закрепить

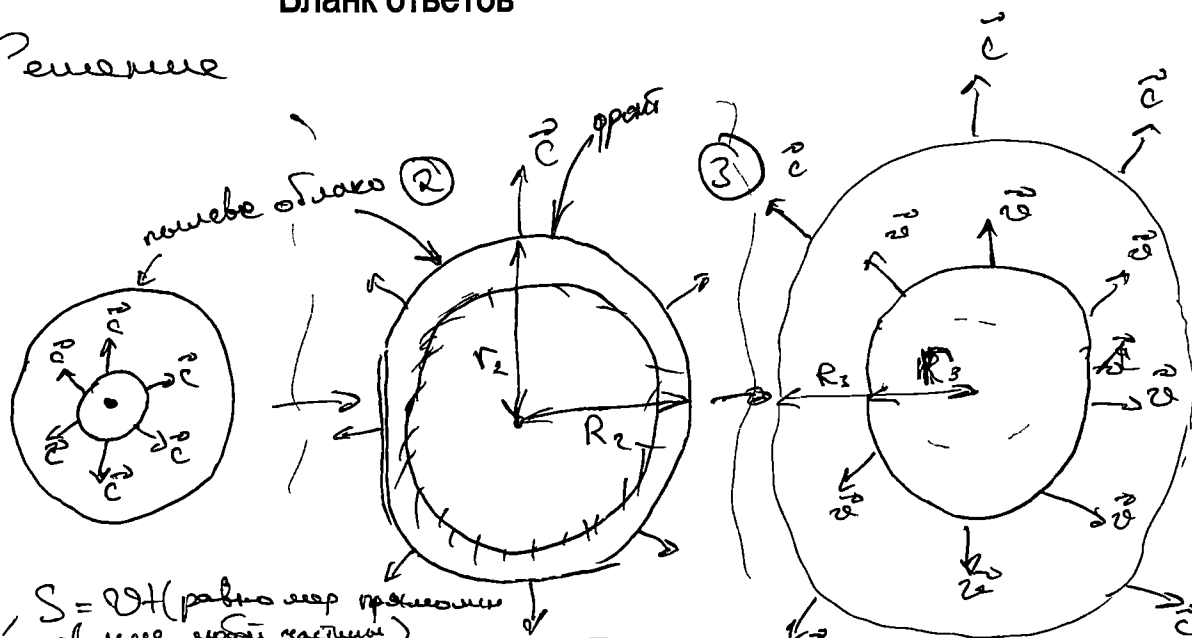
на палке/линейке Второй конец будет удерживаться

Задача 4 Решение

Дано
 c, r
 $R_2, R_3, R = r$
 $\omega = ?$

Р

①



③ $R = 10r$ ($r, R = r$), $S = \omega t$ (равно перемещению в мек любой частицы)

$S_3 = \omega_3 t$, S_3 - расстояние, которое прошла частица на фронт волн, $S_3 = R$

$\omega_3 = c$

$R = c t_3$ & расстояние, которое прошла частица на фронт волн

$S_x = \omega_x t$, $R_3 - R_2 = c \cdot t$

расстояние, которое прошла частица пвем ($S_x = \omega_{ox} t + \frac{a_x t^2}{2}$)

$r_3 - r_2 = \frac{a t^2}{2}$

$R_3 = 10r_3, r_2 = R_2 \Rightarrow$

$\Rightarrow R_3 - R_2 = 10r_3 - r_2 = c t$, $t = \frac{10r_3 - r_2}{c}$

$r_3 - r_2 = \frac{a t^2}{2}$, $a = \frac{2(r_3 - r_2)}{t^2}$

$a = \frac{2(r_3 - r_2) c^2}{(10r_3 - r_2)^2}$, $\omega_x = \omega_{ox} + a_x t$

$\omega = \frac{2(r_3 - r_2) c^2}{(10r_3 - r_2)^2} \cdot \frac{10r_3 - r_2}{c} = \frac{2(r_3 - r_2) c}{10r_3 - r_2}$

Ответ $\frac{2(r_3 - r_2) c}{10r_3 - r_2}$

r_3 - радиус r в положении ③
 r_2 - радиус r в положении ②

