



1302739557925

Титульный лист

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

Класс ☐ 8 ☐ 9 ☐ 10 ☒ 11

Фамилия П О Л У Б О Я Р Ц Е В

Имя Д А Н И Л

Отчество А М И Т Р И Е В И Ч

Дата рождения 0 5 1 2 2 0 0 7

Город участия К Е М Е Р О В О

Аудитория 4 3

Телефон 8 9 1 3 8 8 8 4 1 3 5

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



1302739557925

Проверочный лист

Заполняется участниками

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

Класс ☐ 8 ☐ 9 ☐ 10 ☒ 11

Город участия К Е М Е Р О В О

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	10	—	8	10						
Балл члена жюри №2	10	—	8	10						

Итоговый балл 28

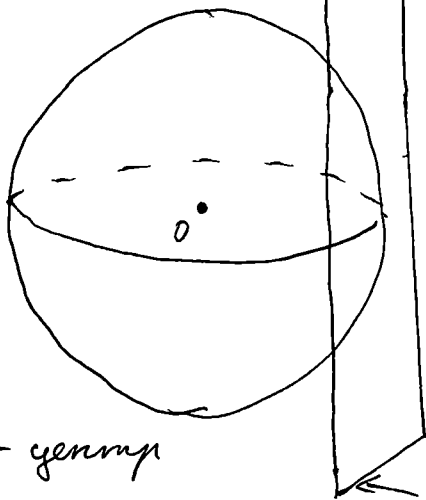
Подпись
члена жюри №1

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

Вариант 1
№ 4

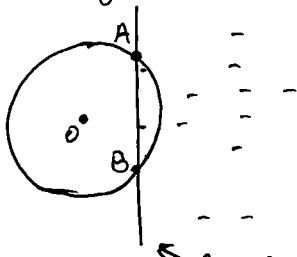


Точка O - центр
сферы

Граница пылевого облака

Решение

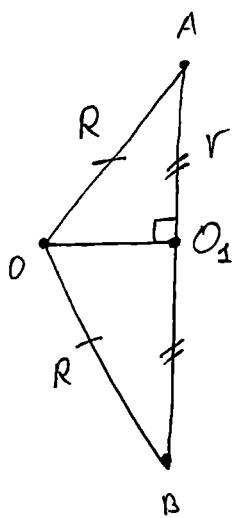
1) Нарисуем все сбоку так, чтобы границу пылевого облака мы видели в виде прямой



← граница пылевого облака

Пусть Теперь мы имеем плоский рисунок, на котором изображена окружность с центром в точке O и радиусом R и прямая, пересекающая эту окружность. Пусть она пересекает окружность в точках A и B . При пересечении сферы плоскостью диаметр полученной окружности при проецировании окружность перешла в прямую $AB \Rightarrow AB$ - диаметр окружности, которое образуется при пересечении сферой той границей пылевого облака

2)



Пусть точка O_1 - центр этой окружности

$\triangle OAB$ - равнобедренный, так

как $OA = OB = R$

$O_1A = O_1B$ как радиусы окружности

Тогда медиана OO_1 $\triangle OAB$ будет являться и его высотой

По условию, наступил момент времени t_1 , в который $AO_1 = 0,1R$ ~~и~~

~~и~~

После пересечения сферой границы облака пыли, расстояние OO_1 не будет меняться, так как OO_1 - расстояние от центра сферы до фиксированной плоскости границы облака. Посчитаем расстояние OO_1 в момент времени t_1

$OO_1^2 + O_1A^2 = OA^2$ - теорема Пифагора для $\triangle OAO_1$

~~$OO_1^2 + O_1A^2 = OA^2$~~

$$OO_1^2 = OA^2 - O_1A^2$$

$$OO_1^2 = R^2 - 0,01R^2 = 0,99R^2$$

3) По условию, фронт волны распространяется со скоростью света $\Rightarrow$ радиус сферы тоже меняется со скоростью света

$$R = ct$$

Пусть r меняется со скоростью x , которую нам необходимо найти, тогда $r = xt$

4) По теореме Пифагора

$$R^2 = r^2 + OO_1^2$$

$$c^2 t^2 = x^2 t^2 + 0,99 R^2$$

$$c^2 t^2 = x^2 t^2 + 0,99 c^2 t^2$$

$$x^2 = c^2 - 0,99 c^2$$

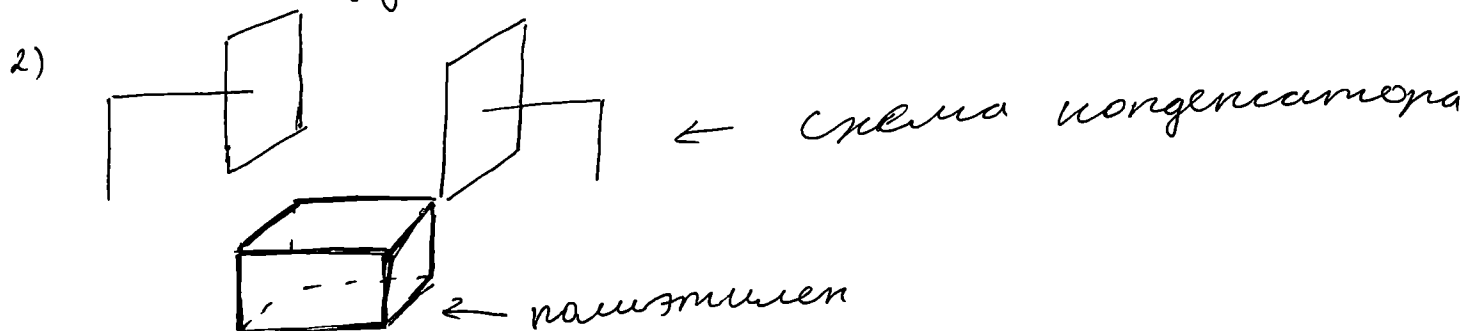
$$x^2 = 0,01 c^2$$

$$x = 0,1 c = 0,1 \cdot 3 \cdot 10^8 \text{ м/с} = 3 \cdot 10^7 \text{ м/с}$$

Ответ $x = 3 \cdot 10^7 \text{ м/с} = 0,1 c$

и 3

1) Из перегибленного набора материалов можно собрать конденсатор с пластинами из фольги. Чтобы конденсатор был переменной ёмкости, туда можно вставить кусочек полистилена и выносить его от туда



3) Конденсатор без полистилена имеет ёмкость меньше, чем конденсатор, в котором есть полистилен. Чтобы ~~достичь~~ максимального значения

4) Пусть параметры нашего конденсатора d и S , где d - расстояние между пластинами (6 метров)
 S - площадь пластины конденсатора

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

5) Минимальная ёмкость когда конденсатор полностью заполнен воздухом, а максимальная - когда пластмассовом
Зная это, найдём d и S :

$$\begin{cases} C_1 = \frac{\epsilon_v \epsilon_0 S}{d} = 0,2 \text{ } 10 \\ C_2 = \frac{\epsilon_p \epsilon_0 S}{d} = 2 \text{ } 10 \end{cases}$$

ϵ_v и ϵ_p - диэлектрические проницаемости воздуха и пластмассы
 ϵ_0 - ~~диэлектрическая~~ электрическая постоянная

Решив систему, можем получить
ответ

1) За год свет проходит ~ 1

$$S = c \cdot 365 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60 \text{ м} = \cancel{3 \cdot 10^8} \cdot 365 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60 \text{ м}$$

2) Скорость дыры $20 \text{ км/с} = 20000 \text{ м/с} \Rightarrow$

$\Rightarrow$ ее ~~потенциальная~~ ~~энергия~~ ~~вырабатываемая~~
на ~~поплавление~~ ~~равна~~
кинетическая энергия равна

$$E = \frac{M v^2}{2} = \frac{2 \cdot 10^{31} \cdot 4 \cdot 10^8}{2} = 4 \cdot 10^{39}$$

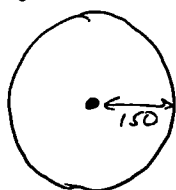
Эта энергия тратится на поплавление водорода $\Rightarrow$ если энергия сферы станет равна 0, она не сможет поплавить водород

3) Чёрная дыра поплавляет водород, лежащий внутри сферы радиусом 300 км и центром которой является "точечный источник гравитационного поля" Сечение сферы, проходящее через ее центр - окружность, радиус которой равен радиусу сферы.

Рассмотрим полусферу в ней радиус сечение ~~меньше~~, параллельного основанию сферы ~~меньше~~ от 300 до 0 $\Rightarrow$ средний радиус такого сечения равен



150 км



Среднее расстояние от точки круга до его центра равно половине

радиуса круга, но есть $\frac{150}{2} = 75 \text{ км}$

Значит при своём ~~наблюдении~~ ~~сфере~~ движении через облако, сфера дыра

попадает в момент времени $t=0$

попадает кол-во частиц, равное

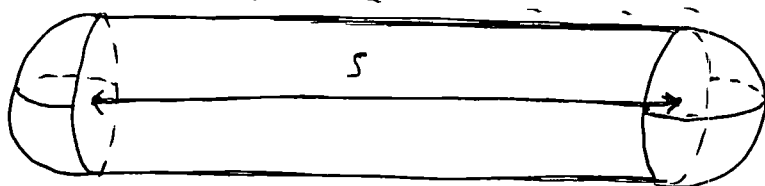
~~сфере~~ $V_{\text{шара}} 10^4$ по условию, где $V_{\text{шара}}$ измеряется в см^3

$$V_{\text{шара}} 10^4 = \frac{4}{3} \pi R^3 10^4 = \frac{4}{3} \pi 3 \cdot 10^7 10^4 = \frac{4}{3} \pi 10^{11} \text{ штук}$$

Суммарная энергия этих частиц равна

$$E_{\text{пот}} = \frac{4}{3} \pi 10^{11} 6,6743 \cdot 10^{-11} \cdot 2 \cdot 10^{31} \frac{\text{м}}{75000}$$

Траектория сферы дыры



4) При движении, ~~сфера~~ дыра проходит расстояние S , тогда объём помечённой дырой области равен объёму цилиндра, высота которого равна S , а радиус основания равен 300 км

$$5) V = S \pi (3 \cdot 10^7)^2 = S \pi 9 \cdot 10^{14}$$

кол-во молекул водорода в этой области

$S \pi 9 \cdot 10^{18}$, причем ~~при~~ расстояние от каждой молекулы до центра сферы (дыры) будет 300 км

6) $9 S \pi 10^{18} \text{ м}^3 + \frac{4}{3} \pi 10^{11} \text{ м}^3$ - общая масса помечённой массы

7) Подставив в формулу из пункта 6) формулу из пункта 1), получим выражение для массы через m (массу одной молекулы) Это и будет ответом