



3101842566489

Титульный лист

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

Класс ☐ 8 ☐ 9 ☐ 10 ☒ 11

Фамилия

М О Р О К О В

Имя

А Л Е К С А Н Д Р

Отчество

С Е Р Г Е Е В И Ч

Дата рождения

06 06 2006

Город участия

Е К А Т Е Р И Н Б У Р Г

Аудитория

ИЗ 29

Дата

21 01 2026

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



3101842566489

Проверочный лист

Заполняется участниками

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

Класс ☐ 8 ☐ 9 ☐ 10 ☒ 11

Город участия Е К А Т Е Р И Н Б У Р Г

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	2	4	4	12						
Балл члена жюри №2	2	4	4	12						

Итоговый балл

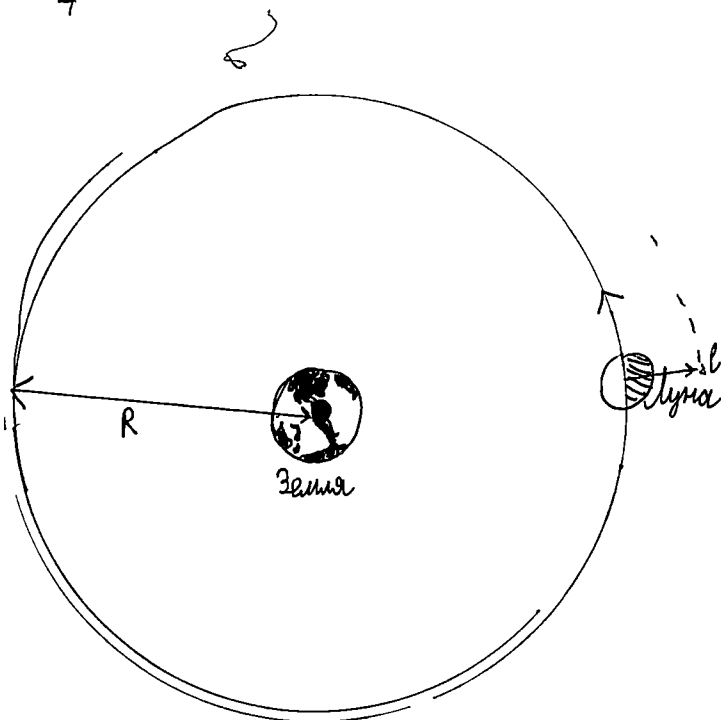
Подпись
члена жюри №1

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

4



$$\Delta l = 3,8 \text{ см} = 0,038 \text{ м} = 3,8 \cdot 10^{-5} \text{ км}$$

Δl - расстояние, на которое отодвигается

Луна от Земли в течение года

$$\Delta l = 1,2 \cdot 10^{-7} \text{ м/с} = 1,2 \cdot 10^{-12} \text{ км/с}$$

Найдем, чему равны энергия гравитационного взаимодействия и сила притяжения между космическими телами в начальный момент

$$U_0 = -G \cdot \frac{M_3 \cdot M_1}{R} = -6,6743 \cdot 10^{-11} \cdot$$

$$\frac{5,97 \cdot 10^{24} \cdot 7,35 \cdot 10^{22}}{384400} \approx -7,61876 \cdot 10^{31} \text{ Дж}$$

$$F_0 = 6,6743 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{5,97 \cdot 10^{24} \cdot 7,35 \cdot 10^{22}}{(384400)^2} = 1,9819 \cdot 10^{26} \text{ Н}$$

Отметим, что $F = ma$, а энергию можно представить в виде $E = \frac{mV^2}{2}$

Так же следует отметить, что $\Delta l \ll R$, поэтому будем рассматривать длительные периоды, когда изменения более заметны

Энергию так же можно представить в виде: $E = F \cdot l$, однако в данной формуле (от $E = mgh$) используется земная сила притяжения, тем самым будем рассматривать через формулу со скоростью отодвигается от Земли Луна $\Rightarrow$ формула E будет для Луны;

$$|U| = |E|$$

$$G \cdot \frac{M_3 \cdot M_1}{(R + \Delta l)^2} = \frac{M_1 V_1^2}{2} = E, \text{ где } n - \text{ка-во лет. Рассмотрим случай, где}$$

$n=1$,

$$U_1 = -G \cdot \frac{M_3 \cdot M_1}{R + \Delta l} = -6,6743 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{5,97 \cdot 10^{24} \cdot 7,35 \cdot 10^{22}}{384400 + 3,8 \cdot 10^{-5}} \approx -7,61876 \cdot 10^{31} \text{ Дж}$$

При $n=100$;

$$U_{100} = -G \cdot \frac{M_3 \cdot M_1}{R + \Delta l_{100}} = -7,61876 \cdot 10^{31} \text{ Дж}$$

При $n=1000$, $n=10^{12}$

$$U_{1000} = -G \cdot \frac{M_3 \cdot M_1}{R + \Delta l_{1000}} \approx -7,61876 \cdot 10^{31} \text{ Дж}$$

Тем самым за 1000 лет энергия изменится на ΔU :

$$|\Delta U| = |U_{1000} - U_0| \approx 3 \cdot 10^{26} \text{ Дж}$$

$$\Delta U = \Delta E = \left| \frac{M_L V_{L0}^2}{2} - \frac{M_L V_{L1000}^2}{2} \right|$$

M_L (масса Луны) остается неизменной $\rightarrow \frac{\Delta U \cdot 2}{M_L} = |V_{L0}^2 - V_{L1000}^2|$

Найдём V_{L0}

$$V_{L0} = \sqrt{\frac{2 \cdot 4,16876 \cdot 10^{31}}{7,35 \cdot 10^{22}}} \approx 45531,7 \frac{\text{км}}{\text{год}}$$

$L_L = 2\pi R = 2 \cdot 384400 \cdot 3,14 = 2414032 \text{ км}$ — длина орбиты Луны

Каждый оборот вокруг своей оси Земля совершает в течение суток, как и Луна вокруг Земли. Итого за год (365,25 суток в среднем за 4 года с учетом високосного) Луна проходит путь равный:

$L_0 = 365,25 \cdot L_L \approx 881725188 \text{ км}$

За это же время Луна отдаляется от Земли на 3,8 см, т.е. примерно на 0,01 см ежегодно

Если за ~~1000~~¹² лет энергия изменяется на $\Delta U = 3 \cdot 10^{26} \text{ Дж}$ $\rightarrow$ на столько же за ~~1000~~¹² лет изменяется энергия Земли, т.к. система закрытая и $E = \text{const}$

$$\Delta U_1 = \frac{|U_{1000} - U_0|}{1000} = \frac{|4,61875 \cdot 10^{31} + 7,61876 \cdot 10^{31}|}{1000} \approx 6,3 \cdot 10^{26} \text{ Дж}$$

Проверим, ~~будет ли~~^{как будет} эта энергия влиять на начальную энергию Земли

$$F_{1000} = G \frac{M_3 M_L}{(R + \Delta r \cdot 10^{12})^2} = 6,6743 \cdot 10^{-11} \frac{5,97 \cdot 10^{24} \cdot 7,35 \cdot 10^{22}}{(384400 + 1,2 \cdot 10^{12})^2} = 1,9819 \cdot 10^{26} \text{ Н}$$

Тем самым сила практически не меняется, однако т.к. мы рассматривали U через Луна, то энергию получит Земля:

$$\Delta U_1 = \frac{\Delta U}{10^{12}} = \frac{3 \cdot 10^{26}}{10^{12}} = 3 \cdot 10^{14} \text{ Дж}$$

Ответ энергия Земли изменится на $3 \cdot 10^{14} \text{ Дж}$

Бланк ответов

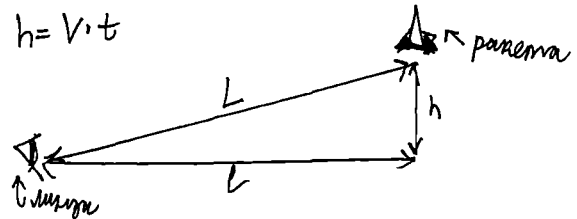
2. $F = 800 \text{ мкм} = 80 \text{ см} = 0,8 \text{ м} = 8 \cdot 10^{-4} \text{ км}$
 $v = 400 \text{ м} = 0,4 \text{ км}$

Отметим, что в начальный момент расстояние от линзы до ракеты = v
 Запишем, как изменяется расстояние от линзы до ракеты с момента старта.

$t, \text{с}$	$h, \text{км}$	$L, \text{км}$
1	12	12,007
2	24	24,003
3	36	36,002
4	48	48,002
5	60	60,001
7	84	84,001
10	120	120,001

$$L = \sqrt{h^2 + v^2}$$

$$h = v \cdot t$$



Отметим, что так $v \ll h \Rightarrow v$ не сильно влияет на L .

Фокусное расстояние $F = \text{const}$, в нем должно собираться изображение в камере, а так как линза проекцирующая $\Rightarrow$ собирающая.

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{f} + \frac{1}{d}, \text{ где } f - \text{от объекта до линзы, } d - \text{от линзы до изображения}$$

$$F = \left(\frac{1}{f} + \frac{1}{d} \right)^{-1}$$

$$F_0 = \left(\frac{1}{0,4} + \frac{1}{d_0} \right) = 8 \cdot 10^{-4} \Rightarrow d_0 \approx 8,076 \cdot 10^{-4} \text{ км}$$

$$F_1 = \left(\frac{1}{12} + \frac{1}{d_1} \right) = 8 \cdot 10^{-4} \Rightarrow d_1 \approx 8,001 \cdot 10^{-4} \text{ км}$$

$$\Rightarrow \text{За } 1 \text{ с } \Delta d \approx 9,015 \cdot 10^{-4} \text{ км} = 1,5 \cdot 10^{-6} \text{ км}$$

$$y = \frac{1}{x} \Leftrightarrow \frac{1}{F} = \frac{1}{f} + \frac{1}{d} \quad \text{изм-ся } f, \text{ значит он будет } \propto x \rightarrow d = y$$

$$d = \left(\frac{1}{F} - \frac{1}{f} \right)^{-1} = \frac{1}{\frac{1}{F} - \frac{1}{f}} = \frac{1}{x}$$

$$\Delta y = -\frac{1}{x^2} = -\frac{1}{\left(\frac{1}{F} - \frac{1}{f} \right)^2}, \text{ где } f \text{ стремится к } 0,4 \text{ км, но будет больше данного значения на малую величину}$$

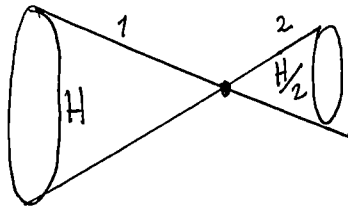
$$\Delta y = -\frac{1}{\left(\frac{1}{F} - \frac{1}{f} \right)^2} \approx -6,4 \cdot 10^{-7} \text{ км} = \Delta d_{\text{мал}} \text{ малое приращение } d \text{ за одну секунду, когда ракета стартовала}$$

Однако при продолжительном движении ракеты d должно изм-ся за секунду на 2

просчитаеме разнее Δd .

Ответ: $\Delta d = 1,5 \cdot 10^{-6} \frac{\text{мм}}{\text{с}}$
 $\Delta d_{\text{max}} = 6,4 \cdot 10^{-7} \frac{\text{мм}}{\text{с}} \rightarrow 0$

3.



Отметим, что т.к. конусы подобны, то соотношения объемов равно кубу соотношения высот фигур

$$V_1 = V \Rightarrow V_2 = \frac{V}{8} = \frac{V}{2^3}$$

Это связано с тем, что в осевом сечении конуса будут подобны Δ , а при половине высоты берется

соответственно средняя линия Δ , где боковая сторона и радиус при основании у мал. фигуры делится пополам.

$$V_{\text{кон1}} = \frac{1}{3} h \cdot S_{\text{осн}} = \frac{1}{3} \cdot h \cdot \pi \cdot R^2 \Rightarrow V_{\text{кон1}} = \frac{1}{3} h \pi R^2 = V$$

$$V_{\text{кон2}} = \frac{1}{3} \cdot \frac{h}{2} \cdot \pi \cdot \left(\frac{R}{2}\right)^2 = \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{8} h \pi R^2 = \frac{V}{8}$$

Пусть заряд в 1 конусе в начале опыта равен Q . Тогда плотность заряда в первом конусе будет равна ρ_0 .

$$\rho_0 = \frac{Q}{V} \left[\frac{\text{Кл}}{\text{м}^3} \right]$$

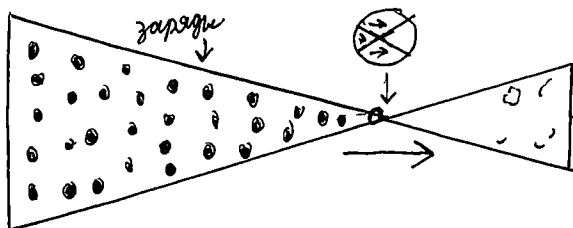
При присоединении незаряженного второго конуса объем системы будет равен $V_0 = V_1 + V_2 = \frac{9}{8} V$, а заряд в системе останется тем же $= Q$.

В этом случае образуется объемная плотность ρ_{12} .

$$\rho_{12} = \frac{Q}{V_0} = \frac{Q}{\frac{9}{8} V} = \frac{8}{9} \frac{Q}{V} = \frac{8}{9} \rho_0 \Rightarrow \text{Общая объемная плотность уменьшается на } \frac{1}{9} \text{ своей величины.}$$

Вершина конуса - точка, размеры которой минимальны, но т.к. заряд распределен равномерно по конусу $\Rightarrow$ в его вершине есть заряд $\bar{e}$ как минимум один.

При присоединении конуса, который может пропускать заряд через вершину, образуется "переход" для заряда, при этом сами размеры этого "моста" будем считать очень малыми. Размеры могут быть настолько малы, пока возможен переход электронов.

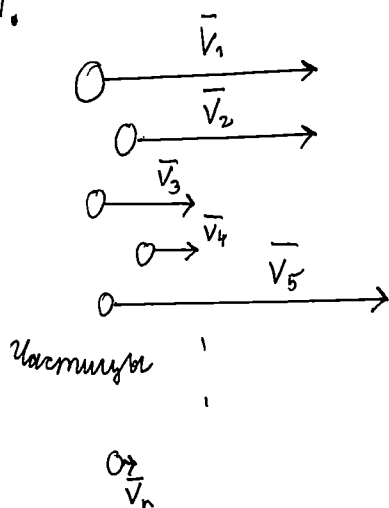


$A = I^2 R t$, где A - электрический потенциал, т.к. Q осталось неизменным, заряд в вершине 1 конуса станет зарядом общим для вершин двух конусов при их соединении, сопротивление в среде нет ($R \rightarrow 0$), а заряды распределены за очень малое время ($t \rightarrow 0$), то A зависит только от I , но $Q = \text{const} \Rightarrow$

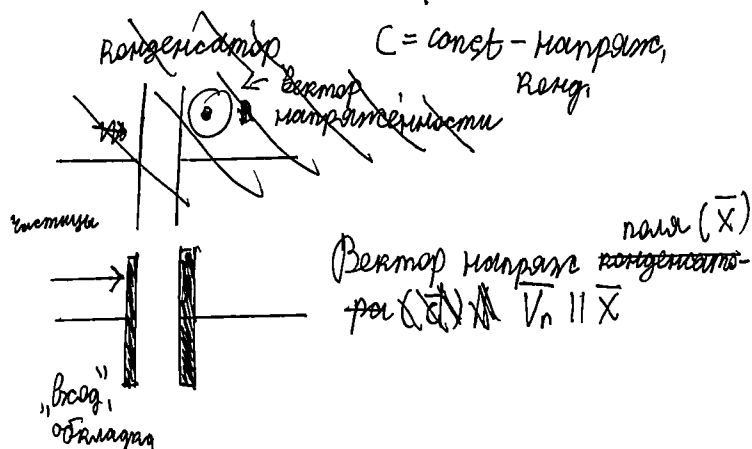
$$\Rightarrow A = I^2 R \cdot t = \text{const}^2 \frac{R}{t} \rightarrow 0 \frac{t}{t} = \text{const} \Rightarrow A \text{ не изменилось.}$$

Ответ: A не изменилось.

1.



$$\vec{V}_n \parallel \vec{V}_1 \parallel \vec{V}_2 \parallel \vec{V}_3 \parallel \vec{V}_4 \parallel \vec{V}_5, \text{ но } |\vec{V}_1| \neq |\vec{V}_2| \neq |\vec{V}_3| \neq |\vec{V}_4| \neq |\vec{V}_5| \neq |\vec{V}_n|$$



$n(d)$ - для частиц, прошедших внутри конденсатора до остановки
 d - расстояние до остановки

Отметим, что $\ln(x) = \log_e(x) \Rightarrow \ln(n(d)) = \log_e(n(d)) \Leftrightarrow \log_e(n(d)) = a$
 $n(d) = e^a$

$y = -0,56x$

$\ln(n(d)) = -0,5 \cdot \ln(d) = -\frac{1}{2} \ln(d) \Rightarrow \ln(n(d)) = \ln(d^{-1/2}) = \ln\left(\frac{1}{\sqrt{d}}\right)$

$n(d) = \frac{1}{\sqrt{d}}$, т.к. у логарифмов имеют одинаковые основания, равные e
 Возьмём значения из графика

1) $\ln(n(d)) = 1 \Rightarrow n(d) = e$
 $\uparrow$ из графика

$$\left. \begin{aligned} n(d) &= e \\ d &= \frac{1}{e^2} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{n(d)}{d} = e^3$$

$\ln(d) = -2 \Rightarrow d = e^{-2} = \frac{1}{e^2}$

2) $\ln(n(d)) = 1,5$
 $\ln(d) = -3$

$$\left. \begin{aligned} n(d) &= e^{1,5} \\ d &= e^{-3} = \frac{1}{e^3} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{n(d)}{d} = e^{4,5}$$

Получим, с учетом того, что график линейен, при увеличении расстояния d в $\frac{1}{e}$ раз концентрация увеличивается в $\sqrt{e}$. П.т.к. $d = V \cdot t$, а время движения у всех частиц одинаковое, то чем больше скорость, тем больше и расстояние d , а следовательно и концентрация

$\frac{1}{e^2} = V_1 \cdot t$ и $\frac{1}{e^3} = V_2 \cdot t$ - система, в которой $t = \text{const}$

$$\frac{n(\Delta d)}{\Delta d} = e^{-\Delta d + 1.5}, \text{ где } \Delta d - \text{генное расстояние}$$

$$n(\Delta d) = e^{-\Delta d + 1.5} \Delta d = e^{-\Delta V t + 1.5} \cdot (\Delta V t), \text{ где } n(\Delta d) - \text{конвергентность,}$$

$t - \text{const, а } \Delta V t - \text{генное расстояние}$

Пример: $n(\Delta d) = e^{-\Delta V t + 1.5} \Delta V \cdot t$