



1302756473090

Титульный лист

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

Класс ☐ 8 ☐ 9 ☐ 10 ☒ 11

Фамилия

К О З И Н

Имя

И Л Б Я

Отчество

С Е Р Г Е Е В И Ч

Дата рождения

27 11 2008

Город участия

Е К А Т Е Р И Н Б У Р Г

Аудитория

М 415

Дата

31 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



1302756473090

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	10	4	25	25						
Балл члена жюри №2	10	4	25	25						

Итоговый балл

Подпись члена жюри №1



Подпись члена жюри №2



Пример заполнения

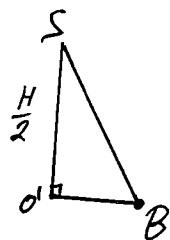
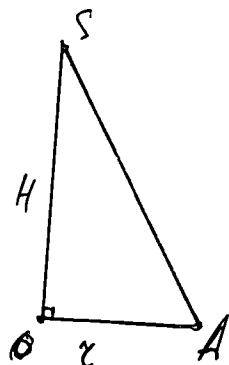
А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З	И	Й	К	Л	М	Н	О	П	Р	С	Т	У	Ф
Х	Ц	Ч	Ш	Щ	Ъ	Ы	Ь	Э	Ю	Я	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0

Пусть ~~даны~~ ~~плотность~~ ρ - плотность заряда на конусе
высотой H в начальный момент тогда заряд конуса
будет равен $q = \frac{1}{3} S_{\text{осн}} H \rho = \frac{1}{3} \pi r^2 H \rho \Rightarrow$

$\Rightarrow \varphi_0 = k \frac{q}{r_0}$, $r_0 = H - \frac{H}{3} = \frac{2}{3} H$, φ_0 - начальный потенциал в S
то расстояние от центра конуса до S

$$\varphi_0 = k \frac{\frac{1}{3} \pi r^2 H \rho}{\frac{2}{3} H} = k \frac{\pi r^2 \rho}{2}$$

5) Рассмотрим "разрезы" двух конусов:



Так конусы одинаковой формы $\Rightarrow$
 $\Rightarrow \angle OSA = \angle O'SB$
 $\angle SOA = \angle SO'B = 90^\circ \parallel \Rightarrow \triangle SOA \sim \triangle SO'B \Rightarrow$
 $\Rightarrow \frac{O'B}{r} = \frac{\frac{H}{2}}{H} \Rightarrow O'B = \frac{r}{2} \Rightarrow \sqrt{\frac{1}{3} \pi r^2 \frac{H}{2}}$
 $= \frac{1}{38} \pi r^2 H = \frac{1}{24} \pi r^2 H$

Так конус с высотой $\frac{H}{2}$ такой же формы, что и тот, который
с высотой H , потому что отношение центра

6) Так конус с высотой $\frac{H}{2}$ (далее второй конус) имеет такую
же форму, что конус с высотой H (далее первый конус), поэтому
центр второго конуса находится на той же прямой
отклонение к высоте, что и у первого. То его центр находится
на прямой SO' на расстоянии $\frac{H}{6}$ от O'

7) По рисунку 1 ~~так~~ O' расположена на высоте $\frac{3H}{2}$, при этом
по осям x и y ее координаты совпадают с координатами O

Линия отреза

Бланк ответов

Тогда центр второго конуса имеет координату по оси z равную $\frac{3H}{2} - \frac{H}{6} - \frac{1}{2} \left(3H - \frac{H}{3} \right) = \frac{1}{2} \left(\frac{9H - H}{3} \right) = \frac{4H}{3}$

А как центр фигуры совпадает с центром масс, то очевидно, что масса первого конуса в 8 раз больше второго

$$m_2 = \frac{m_1}{8} \Rightarrow$$

каждым координату центра масс по оси z

$$\frac{m_1 \cdot \frac{H}{3} + m_2 \cdot \frac{4H}{3}}{m_1 + m_2} = \frac{\frac{H}{3} m_1 \left(1 + \frac{1}{8} \right)}{m_1 \left(1 + \frac{1}{8} \right)} = \frac{\frac{H}{3} \cdot \frac{9}{8}}{\frac{9}{8}} = \frac{4H}{9}$$

Очевидно, что центр будет иметь те же координаты по осям x и y , что и два конуса по отдельности (так их координаты совпадают)

3) Тогда всю конструкцию можно представить, как эл. поле, созданное точечным зарядом, находящимся на высоте $\frac{4H}{9}$, с координатами по осям x и y , что и O или P_1, P_2, P_3

8) Так до соприкосновения второй конус не имел заряда, то

$q_1 + q_2 = q$, где q_1 и q_2 - заряды первого конуса после соприкосновения соответственно

Пусть ρ_1 - объемная плотность заряда после соприкосновения

Тогда

$$q_1 = \frac{1}{3} \pi r^2 H \rho_1$$

$$q_2 = \frac{1}{3} \pi r^2 H \rho_2 \quad \left\| \Rightarrow \frac{1}{3} \pi r^2 H \rho_1 \left(1 + \frac{1}{8}\right) = \frac{1}{3} \pi r^2 H \rho_2$$

$$\rho_1 \frac{9}{8} = \rho_2 \rightarrow \rho_1 = \frac{8}{9} \rho_2$$

$$\Rightarrow q_1 = \frac{1}{3} \frac{8}{9} \pi r^2 H \rho_2$$

$$q_2 = \frac{1}{3} \frac{1}{8} \pi r^2 H \frac{8}{9} \rho_2 = \frac{1}{3} \frac{1}{9} \pi r^2 H \rho_2$$

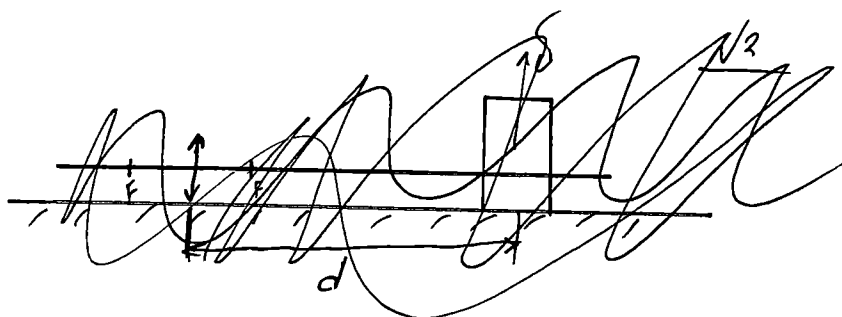
9) Потенциал в S будет соответствовать ^{сумме} потенциалам, в этой точке, созданным точечными зарядами в центре коаксиала

$$\varphi_1 = k \frac{q_1}{\frac{2H}{3}} + k \frac{q_2}{\frac{H}{3}} = k \left(\frac{\frac{1}{3} \frac{8}{9} \pi r^2 H \rho_2}{2H} + \frac{\frac{1}{3} \frac{1}{9} \pi r^2 H \rho_2}{H} \right) =$$

$$= k \pi r^2 \rho_2 \left(\frac{4}{9} + \frac{1}{9} \right) = \frac{5k \pi r^2 \rho_2}{9}$$

$$10) \frac{\varphi_1}{\varphi_0} = \frac{\frac{5k \pi r^2 \rho_2}{9}}{\frac{k \pi r^2 \rho_2}{2}} = \frac{\frac{5}{9}}{\frac{1}{2}} = \frac{10}{9} \rightarrow \text{т.е. } \varphi_1 = \frac{10}{9} \varphi_0 \Rightarrow \text{потенциал увеличится}$$

Ответ потенциал увеличится



Бланк ответов

$\frac{N}{1}$

1) T_k

$y = -0,50$, где $y = \ln(n(d))$, а $x = \ln(d)$, то

$$\ln(n(d)) = -0,5(\ln(d))$$

$\ln(n(d)) = \ln\left(\frac{1}{\sqrt{d}}\right)$, по правилам логарифмирования
можно записать
 $n(d) = \frac{1}{\sqrt{d}} \Rightarrow$

$\Rightarrow$ Если рассмотреть $d=1$, то $n(d)=1$, ~~тогда~~ ~~запишем~~ что
значит, что все частицы остаются, тогда запишем ЗСЗ

$$\frac{m\bar{v}^2}{2} = A_n, \text{ где } A_n - \text{ работа эл поля конденсатора}$$

2) $A_n = qEd$, так $d=1$, то $A_n = qE$

$$n = \frac{N}{V} = \frac{\partial N_A}{V} \frac{\frac{m}{M} N_A}{V}, \text{ где } M - \text{ молярная масса} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow m = \frac{nVM}{N_A} \Rightarrow \frac{nVM\bar{v}^2}{2N_A} = qE \Rightarrow n = \frac{2qEN_A}{VM\bar{v}^2}, \text{ при этом}$$

q, E, V, M — постоянные величины в рассматриваемой
задаче, поэтому данная
формула показывает зависимость
 n от $\bar{v}$

Ответ: $n = \frac{2qEN_A}{VM\bar{v}^2}$

1) Запишем ЗСЭ для данной системы

$$E_{k3} + E_{b3} + E_{b1} + E_{k1} + E_{n1} = \text{const}, \text{ где } E_{k3}, E_{k1} - \text{кинетические энергии}$$

E_{b3}, E_{b1} - энергии вращения

$E_{n1} = 0$ - энергия взаимодействия

2) Рассмотрим ситуацию через год

$$E_{k3} + E_{b3} + E_{b1} + E_{k1} + 0 = E_{k3}' + E_{b3}' + E_{b1}' + E_{k1}' + 0'$$

очевидно, что $E_{k3} = E_{k3}'$
 $E_{b1} = E_{b1}'$

$$\Rightarrow E_{b3} + E_{k1} + 0 = E_{b3}' + E_{k1}' + 0' \Rightarrow E_{b3}' - E_{b3} = E_{k1} - E_{k1}' + 0 - 0'$$

3) Энергия вращения

$$E_{b3} = \frac{I_3 \omega_3^2}{2}, \text{ где } I_3 - \text{момент инерции Земли}$$

$$E_{b1} = \frac{I_1 \omega_1^2}{2}, \text{ где } I_1 - \text{момент инерции Луны} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \omega_1^2 = \frac{2E_{b1}}{I_1} \Rightarrow \omega_1 = \omega_1 R \Rightarrow \sqrt{I_1} - \omega_1^2 R^2 = \frac{2E_{b1}}{I_1} R^2$$

из пункта 2)

$$E_{b1} = E_{b1}' \Rightarrow \frac{I_1 \omega_1^2}{2} = \frac{I_1' (\omega_1')^2}{2}, \text{ при этом } I_1 = I_1' \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \omega_1^2 = (\omega_1')^2 \Rightarrow \omega_1 = \omega_1' \cdot 10^{33}$$

4)

$$E_{k1} = \frac{M_1 \omega_1^2 R^2}{2} = \frac{M_1 \omega_1^2 R^2}{2}$$

$$E_{k1}' = \frac{M_1 \omega_1'^2 R^2}{2}$$

5) $V = -G M_3 M_1 \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{R_1} \right)$

6) $E_{k1} = \frac{M_1 v^2}{2} = \frac{I_3 \omega_3^2}{2} = \frac{I_3 (\omega_3')^2}{2} = \frac{I_3 (\omega_3^2 - (\omega_3')^2)}{2}$

$E_{k1} = \frac{M_1 v^2}{2} = \frac{I_3 \omega_3^2}{2} = \frac{I_3 (\omega_3')^2}{2} = \frac{I_3 (\omega_3^2 - (\omega_3')^2)}{2}$

3) По II з-у Ньютона №4 (продолжение) для Луны

$F = M_1 a_{\text{ц}}$

$$\frac{G M_3 M_1}{R^2} = \frac{M_1 v^2}{R} \Rightarrow v^2 = \frac{G M_3}{R} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{G M_3}{R}} \Rightarrow v_1 = \sqrt{\frac{G M_3}{R_1}}$$

4) $E_{k1} = \frac{M_1 v^2}{2} = \frac{M_1 G M_3}{2R}$

$E_{k1}' = \frac{M_1 G M_3}{2R_1}$

$\Rightarrow K - E_{k1} - E_{k1}' = \frac{M_1 G M_3}{2} \left(\frac{R_1 - R}{R_1 R} \right)$

5) $U = - \frac{G M_3 M_1}{R}$

$U_1 = - \frac{G M_3 M_1}{R_1}$

$\Rightarrow X = -G M_3 M_1 \left(\frac{R_1 - R}{R_1 R} \right)$

$$6) E_{b3}' - E_{b3} = K + X = \frac{G M_1 M_3}{2} \left(\frac{R_1 - R}{R R_1} \right) - G M_1 M_3 \left(\frac{R_1 - R}{R_1 R} \right) =$$

$$= \frac{R_1 - R}{R_1 R} \left(\frac{G M_1 M_3}{2} - G M_1 M_3 \right) = \frac{R - R_1}{R_1 R} \frac{G M_1 M_3}{2}$$

$$R_1 = R + \Delta r$$

$$E_{b3}' - E_{b3} = \frac{R - R + \Delta r}{R (R + \Delta r)} \frac{G M_1 M_3}{2} = \frac{-\Delta r}{R (R + \Delta r)} \frac{G M_1 M_3}{2} =$$

$$= - 3,8 \cdot 10^{-2} \cdot 6,6743 \cdot 10^{-11} \cdot 7,35 \cdot 10^{22} \cdot 5,97 \cdot 10^{24}$$

$$2 \cdot 384400 \cdot 10^3 (384400 \cdot 10^3 + 3,8 \cdot 10^2)$$

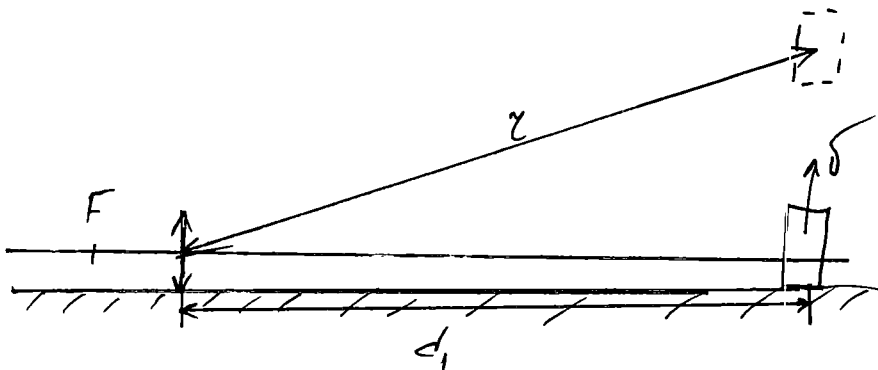
$$\approx - 3,77 \cdot 10^{18} \text{ Дж} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow E_{b3}' < E_{b3} \quad \text{или} \quad \Delta E_{b3} = E_{b3} - E_{b3}' = 3,77 \cdot 10^{18} \text{ Дж}$$

~~Handwritten calculations and scribbles, including values like 1112,886, 10,32, 28, 3688, 384400, 000,008, 10,32, 25, 7688, 384400, 000,008, 10,32.~~

Ответ энергия ~~уменьшится~~ на $3,77 \cdot 10^{18} \text{ Дж}$

$$\sqrt{2}$$



Дополнительный лист №2

1) Пусть f_1 - расстояние от линзы до изображения в начальный момент, тогда

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{d_1} \Rightarrow f_1 d_1 = F d_1 + F f_1 \rightarrow \cancel{f_1 d_1}$$

$$f(d_1 - F) = F d_1 \Rightarrow f_1 = \frac{F d_1}{d_1 - F}$$

2) Пусть r - расстояние от центра линзы до ракеты (в все расчеты будем считать ракету материальной точкой)

$$r = \sqrt{d_1^2 + (\delta t)^2} - \sqrt{d_1^2 + \delta^2 t^2}$$

3) Тогда в любой момент времени верно равенство

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{r} + \frac{1}{f_2} \quad \text{где } f_2 - \text{расстояние в некоторый момент времени}$$

$$\frac{1}{r} + \frac{1}{f_2} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{d_1}$$

4) Рассмотрим ситуацию через t -секунд

$$r f_2 = F f_2 + r F$$

$$f_2(r - F) = r F \Rightarrow f_2 = \frac{r F}{r - F}$$

на

$$\Delta f = \left| f_2 - f_1 \right| = \left| \frac{r F}{r - F} - \frac{d_1 F}{d_1 - F} \right| =$$

$$= F \left(\frac{r}{r - F} - \frac{d_1}{d_1 - F} \right)$$

5) Так в начальный момент скорости на экране линзы 0, то

$$\Delta f = \frac{\alpha t^2}{2} = F \left(\frac{r}{r - F} - \frac{d_1}{d_1 - F} \right) \bigg|_{t=0}, \quad t=t$$

$$a = \left| 2F \left(\frac{\gamma}{\gamma - F} - \frac{d_1}{d_1 - F} \right) \right|$$

$$z = \sqrt{d_1^2 + (\delta +)^2} = \sqrt{d_1^2 + \delta^2} = \sqrt{400^2 + (2 \cdot 10^3)^2} = \sqrt{14416 \cdot 10^4} =$$

$$\approx 120,0666 \cdot 10^4 \mu$$

$$a = \left| 2 \cdot 800 \cdot 10^{-3} \left(\frac{120,0666 \cdot 10^4}{120,0666 \cdot 10^4 - 0,8} - \frac{400}{400 - 0,8} \right) \right| =$$

$$\approx 1,6 \left(\frac{120,0666 \cdot 10^4}{1200665,2} - 1,002004 \right) \approx 0,0032 \frac{m}{c^2}$$

Orbit $0,0032 \frac{m}{c^2}$