



3101414886295

Титульный лист

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

Класс ☐ 8 ☐ 9 ☐ 10 ☒ 11

Фамилия

С Е М Е Н О В

Имя

С Е М Е Н

Отчество

А Л Е К С Е Е В И Ч

Дата рождения

22 12 2007

Город участия

Т Ю М Е Н Ь

Аудитория

316

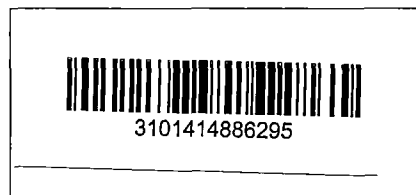
Дата

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



Проверочный лист

Заполняется участниками

Направление

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

Класс

☐ 8
 ☐ 9
 ☐ 10
 ☒ 11

Город участия

Т Ю М Е Н 6

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	5	25	20	21						
Балл члена жюри №2	5	25	20	21						

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

✓1

ξ₁

3-ть из графика $\ln(h(d)) = -\frac{1}{2} \ln d + \text{const}$

$$h(d) = d^{-\frac{1}{2}} \quad C$$

$$h(d) \propto d^{-\frac{1}{2}}$$

Частица тормозится в конденсаторе его кинет

$$\frac{1}{2} m v^2 = q E d \Rightarrow d \propto v^2$$

$$\left. \begin{array}{l} h(d) \propto d^{-\frac{1}{2}} \\ d \propto v^2 \end{array} \right\} h(v) \propto (v^2)^{-\frac{1}{2}} = v^{-1}$$

3-ть концы от ск-ти $h(v) \propto v^{-1}$

Ответ $h(v) \propto v^{-1}$

✓2

1) Основные данные

Ракета стартует вертикально вверх из т.О, килера находится на горизонтальном расстоянии $L = 400 \text{ м}$ от О $F_{\text{кин}} = 0,8 \text{ м}$

2) Пусть u - расстояние от линзы до ракеты, v - расстояние от линзы до изображения (матрицы)

По формуле тонкой линзы

$$\frac{1}{u} + \frac{1}{v} = \frac{1}{F}$$

3) В момент $t = 0$ ракета находится в точке старта ^{на} земле

Продолжение задач 2

расстояние от прямой до ракеты ио найдан по теореме

$u_0 = 400 \text{ м}$, тк ракета никуда не двигалась

$$\Rightarrow v_0 \frac{1}{400} \neq \frac{1}{v_0} = 0,8 \Rightarrow v_0 \approx 0,8016 \text{ м}$$

4) Ракета взлетает вверх с $V = 12 \text{ км/с} = 12000 \text{ м/с}$
в момент t_0 ее координаты

$$\left. \begin{array}{l} v = L = 400 \text{ м} \\ y = v(t) \end{array} \right\} \Rightarrow u(t) = \sqrt{L^2 + (vt)^2}$$

5) Из формулы линзы

$$v(t) = \frac{1}{\frac{1}{F} - \frac{1}{u(t)}}$$

6) дано $y = \frac{1}{x}$, $\Delta y = -\frac{1}{x^2} \Delta x$ и из нее следует

$$\frac{1}{v} = \frac{1}{F} - \frac{1}{u}$$

Дифференцируем

$$-\frac{1}{v^2} \frac{dv}{dt} = \frac{1}{u^2} - \frac{du}{dt} \Rightarrow \frac{dv}{dt} = -\frac{v^2}{u^2} \frac{du}{dt}$$

$$7) \frac{du}{dt} \Big|_{t=0}$$

$$u = \sqrt{L^2 + v^2 t^2}$$

$$\frac{du}{dt} = \frac{v^2 t}{u} \Rightarrow \frac{du}{dt} (0) = 0$$

8) Продифференцируем $\frac{dv}{dt} = -\frac{v^2}{u^2} \frac{du}{dt}$ по времени

$$\frac{d^2 v}{dt^2} = - \left[\frac{v^2}{u^2} \frac{d^2 u}{dt^2} + \frac{dv}{dt} \frac{d}{dt} \left[\frac{v^2}{u^2} \right] \right], \text{ где } t=0, \frac{du}{dt} = 0$$

$$\frac{d^2 v}{dt^2} (0) = -\frac{v_0^2}{u_0^2} \frac{d^2 u}{dt^2} (0)$$

9) $\frac{du}{dt} = \frac{v^2 t}{u}, u(0) = L$

$$\frac{d^2 u}{dt^2} = \frac{v^2 u - v^2 t \frac{du}{dt}}{u^2}$$

$$\left. \frac{d^2 u}{dt^2} \right|_{t=0} = \frac{v^2 L - 0}{L^2} = \frac{v^2}{L}$$

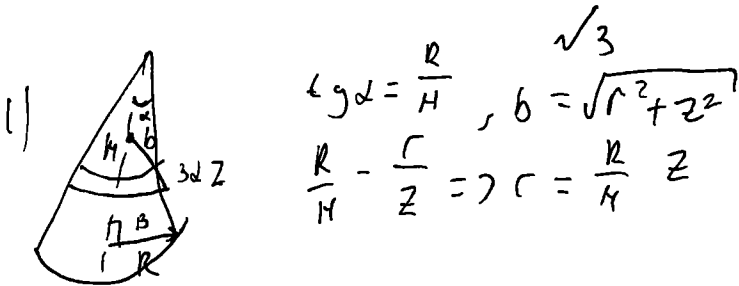
$$\frac{d^2 v}{dt^2}(0) = \frac{v_0^2}{L^2} \frac{v^2}{L} = \frac{v_0^2 v^2}{L^3}$$

10) $v^2 = 1,44 \cdot 10^6 \text{ м}^2/\text{с}^2$

$L^3 = 6,4 \cdot 10^7 \text{ м}^3$

$$\frac{d^2 u}{dt^2}(0) = \frac{0,64256 \cdot 1,44 \cdot 10^6}{6,4 \cdot 10^7} \approx 1,44576 \text{ м/с}^2$$

Ответ $\approx 1,446 \text{ м/с}^2$ ~~при макс. скорости~~



2) В элементе $dV_{\text{max}} = r \alpha r^2 \beta dz = r^2 \alpha \beta dr dz$ $dq = \rho dV = \rho r^2 \alpha \beta dr dz$

$$d\varphi = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{dq}{b} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{\rho r^2 \alpha \beta dr dz}{\sqrt{r^2 + z^2}}$$

3) $\varphi = \frac{\rho}{4\pi\epsilon_0} \int_0^{2\pi} d\beta \int_0^H dz \int_0^{\frac{R}{H}z} \frac{r dr}{\sqrt{r^2 + z^2}} = \frac{\rho}{2\epsilon_0} \int_0^H \left[z \left(\frac{R^2}{H^2} + 1 \right)^{\frac{1}{2}} - z \right] dz$

$$= \frac{\rho}{2\epsilon_0} \int_0^H \left(z \left(\frac{R^2}{H^2} + 1 \right)^{\frac{1}{2}} - z \right) dz = \frac{\rho H^2}{4\epsilon_0} \left(\left(\frac{R^2}{H^2} + 1 \right)^{\frac{1}{2}} - 1 \right) - \text{формула потенциал в вершине}$$

3) $Q = pV_1$ - полный заряд V_1 - объем конуса с вершиной

в центре перереза, $q_1 + q_2 = Q$

$$3C2 \quad p'V_1 + p'V_2 = pV_1$$

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{4}{3} \pi R^2 H \quad \frac{3}{4} \pi R^2 H \cdot 8 \Rightarrow V_2 = \frac{4}{8} V_1 = \frac{1}{2} V_1$$

$$4) \quad V_1 p' + p' \frac{1}{8} V_1 = pV_1$$

$$p' + \frac{1}{8} p' = p \Rightarrow \frac{9}{8} p' = p$$

$$p' = \frac{8}{9} p$$

$$\text{по формуле } \varphi_1 = \frac{pH^2}{4\epsilon_0} \left(\left(\frac{R^2}{H^2} + 1 \right)^{\frac{1}{2}} - 1 \right)$$

$$\text{после } \varphi_1' = \frac{pH^2}{4\epsilon_0} \left(\left(\frac{R^2}{H^2} + 1 \right)^{\frac{1}{2}} - 1 \right) = \varphi = \varphi_1' + \varphi_2'$$

$$= \frac{8pH^2}{9 \cdot 4\epsilon_0} \left(\left(\frac{R^2}{H^2} + 1 \right)^{\frac{1}{2}} - 1 \right)$$

$$\varphi_2' = \frac{8pH^2}{9 \cdot 4\epsilon_0} \left(\left(\frac{R^2}{H^2} + 1 \right)^{\frac{1}{2}} - 1 \right)$$

$$\varphi = \frac{pH^2}{4\epsilon_0} \left(\left(\frac{R^2}{H^2} + 1 \right)^{\frac{1}{2}} - 1 \right) \left(\frac{8}{36} + \frac{6}{9} \right) = \frac{pH^2}{4\epsilon_0} \left(\left(\frac{R^2}{H^2} + 1 \right)^{\frac{1}{2}} - 1 \right) \frac{10}{9}$$

$$\frac{\varphi}{\varphi_1} = \frac{10}{9}$$

Ответ $\frac{10}{9}$

$\sqrt{4}$

Дано

$$u = -G \frac{M_3 M_A}{R}$$

$$F = G \frac{M_3 M_A}{R^2}$$

$$V = 0,038 \text{ м/с}$$

$$R = 384400 \text{ км}$$

$$M_3 = M_2 = 5,97 \cdot 10^{24} \text{ кг}$$

$$M_A = 7,35 \cdot 10^{22} \text{ кг}$$

$$G = 6,6745 \cdot 10^{-11} \frac{\text{м}^3}{\text{кг} \cdot \text{с}^2}$$



Линия отреза

Решение

$$1) F_T = G \frac{M_2 M_1}{R^2} - \text{на луну с земли}$$

т.к. орбита считается ~~круговой~~ ^{замкнутой} с радиусом R

$$\alpha_{\text{центр}} = \frac{V_{\text{орб}}^2}{R}, \text{ где } V_{\text{орб}} - \text{орб. скорость земли}$$

По 2-му 3 Ньютону

$$G \frac{M_2 M_1}{R^2} = M_1 \frac{V_{\text{орб}}^2}{R} \Rightarrow \frac{G M_2}{R} = V_{\text{орб}}^2$$

2) Т.к. Земля тоже движется вокруг общего центра масс системы Земля - Луна, то в формуле должна быть сумма, но т.к.

$$\frac{M_1}{M_2} \approx 0,0123, \text{ для оценки можно принять } M_1 \approx M_2 + M_1 \approx M_2$$

Если рассматривать движение Луны относительно Земли, то системе центра масс для круговой орбиты центр инерции $\Rightarrow$ уравнение имеет вид

$$\frac{G(M_2 \overset{\sim}{+} M_1)}{R} = V_{\text{орб}}^2$$

$$3) V_{\text{орб}} = \sqrt{\frac{G M_2}{R}}$$

4) По закону сохранения углового момента в системе 3+1

$$L_3 + L_{\text{орб}} = \text{const}$$

5) Зависимость $E_{\text{вращ}} от $L_3$$

$$E_{\text{вращ}} = \frac{L_3^2}{2I}$$

Масса Земли M_2 и ее момент импульса не меняются, угасением от Луны $\Rightarrow \frac{dE_{\text{справ}}}{dt} \approx \frac{L_2}{I} \frac{dL_3}{dt}$

из 3) $\frac{dL_3}{dt} \approx - \frac{dL_{\text{спр}}}{dt}$

6) $L_{\text{спр}} = M_1 \sqrt{GM_2 R}$

$$\frac{dL_{\text{спр}}}{dt} \approx M_1 \sqrt{GM_2} \frac{1}{2\sqrt{R}} \frac{dR}{dt}$$

$$\frac{dL_{\text{спр}}}{dt} \approx \frac{L_{\text{спр}}}{2R} \frac{dR}{dt}$$

7) $L_{\text{спр}} \approx M_1 \sqrt{GM_2 R} = 2,876 \cdot 10^{39} \text{ кг} \frac{\text{м}^2}{\text{с}}$

8) Момент импульса Земли

$$I \approx \frac{2}{5} M_2 R_3^2 \approx 9,69 \cdot 10^{37} \text{ кг м}^2$$

$$\omega_3 = \frac{2\pi}{24 \cdot 3600} \approx 7,272 \cdot 10^{-5} \text{ рад/с}$$

$$L_3 = I \omega_3 = 9,69 \cdot 10^{37} \cdot 7,272 \cdot 10^{-5} \approx 7,05 \cdot 10^{33} \text{ кг} \frac{\text{м}^2}{\text{с}}$$

10) $\frac{dE_{\text{справ}}}{dt} = \frac{L_3}{I} \frac{dL_3}{dt} = \omega_3 \frac{dL_3}{dt}$

$\approx 3,274 \cdot 10^{22} \text{ Вт}$

11) $\Delta t \approx 120 \text{ г}$

$$\Delta E_{\text{справ}} \approx -3,274 \cdot 10^{11} \cdot 3,15576 \approx -1,033 \cdot 10^{20} \frac{\text{Дж}}{\text{с}}$$

Ответ $-1,033 \cdot 10^{20} \frac{\text{Дж}}{\text{с}}$