



3101889544348

Титульный лист

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

Класс ☐ 8 ☐ 9 ☐ 10 ☒ 11

Фамилия

К Р А Ф Т

Имя

А Н Т О Н

Отчество

А Н Д Р Е Е В И Ч

Дата рождения

2 2 0 8 2 0 0 8

Город участия

Е К А Т Е Р И Н Б У Р Г

Аудитория

С - 1 1 1

Дата

2 2 0 8 2 0 0 8
3 1 0 1 2 0 2 6

Подпись

Крафт

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 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										
Балл члена жюри №2										

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

$$U = - G M_z M_1 / R$$

Рассмотрим собственным вращением Луны

~~момент импульса~~ момент импульса Луны на круговой орбите

$$L = \text{const}$$

$$L = I \omega + m \sqrt{\frac{GM}{a}}$$

момент инерции Земли

Дифференцируем по t

$$I \frac{d\omega}{dt} + \frac{1}{2} m \sqrt{\frac{GM}{a}} \frac{da}{dt} = 0 \Rightarrow I \omega' = - \frac{m}{2} \sqrt{\frac{GM}{a}}$$

$$E_{BP} = \frac{1}{2} I \omega^2$$

скорость удаления от Луны

Дифференцируем по t

подставляем

$$\frac{dE_{BP}}{dt} = I \omega \omega' \Rightarrow \frac{dE}{dt} = \omega \left(-\frac{m}{2} \right)$$

Введем орбитальную скорость Луны $v \Rightarrow v = \sqrt{\frac{GM}{a^3}}$

$$av = \sqrt{\frac{GM}{a}}$$

$$\frac{dE_{BP}}{dt} = - \frac{1}{2} m \omega_{\text{Земли}} av \quad \Delta a \approx 0,038$$

$$\Delta E_{BP} = \int \frac{dE}{dt} dt \approx - \frac{1}{2} m \omega av \Delta a$$

$$\omega = 7,27 \cdot 10^{-5}$$

экстремальным путем

Луна делает оборот за 27,3 суток $\Rightarrow t_1 = 27,3 \text{ сут} \Rightarrow v = \frac{2\pi}{t} =$

$$= 2,6 \cdot 10^{-6}$$

$$\Delta E = - \frac{1}{2} 7,35 \cdot 10^{22} 7,27 \cdot 10^{-5} 2,6 \cdot 10^{-6} 384 \cdot 10^3$$

$$0,038 \Rightarrow \Delta E \approx - 1,03 \cdot 10^{20} \text{ Дж}$$

Ответ E уменьшится на $1,03 \cdot 10^{20} \text{ Дж}$

Линия отреза
№2

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{F(t)} + \frac{1}{f(t)} \quad f(t) - \text{расстояние от линзы до матрицы}$$

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

Координаты ракеты

$$x=0$$

$$y(t) = v_0 t + \frac{a}{2} t^2$$

$$S(t) = \sqrt{L^2 + y^2(t)} = \sqrt{L^2 + (v_0 t)^2}$$

$$L = 400 \text{ м при } y=0$$

Момент после старта $\Rightarrow t \rightarrow 0 \Rightarrow$

$$\Rightarrow S(t) \approx L \left(1 + \frac{1}{2} \frac{(v_0 t)^2}{L^2} \right) = L + \frac{v_0^2 t^2}{2L} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \Delta S = \frac{v_0^2 t^2}{2L}$$

Находим приращение ~~ΔS~~

$$\text{Если } y = \frac{1}{f}, \text{ то } \Delta y = -\frac{1}{f^2} \Delta f$$

Читая $F = \text{const}$, возмем диф

$$-\frac{1}{f^2} \cdot \Delta f = -\left(-\frac{1}{F^2}\right) \Delta S \Rightarrow -\frac{\Delta f}{f^2} = \frac{\Delta S}{S}$$

Сразу после старта $S \approx L$, а так как L много меньше F , $f \approx F \Rightarrow \Delta f = -\frac{F^2}{L^2} \Delta S \Rightarrow$ подставим ΔS

$$\Delta f = -\frac{F^2}{L^2} \frac{v_0^2 t^2}{2L} = -\frac{F^2 v_0^2}{2L^3} t^2$$

Получилось уравнение движения матрицы в виде

$$S = \frac{a t^2}{2} \Rightarrow a = \frac{F^2 v_0^2}{L^3} = \frac{0.8^2 \cdot 12^2 \cdot 10^6}{400^3} \approx \frac{36}{25} \approx 1,44 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

Линия отреза

Бланк ответов

