ИЗУМРУД
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

3101461545854

Титульный лист

Направление

- ☐ анализ данных
- ☐ информатика
- ☐ история
- ☐ математика
- ☐ обществознание
- ☐ русский язык
- ■ физика
- ☐ химия

Класс ☐ 8 ☐ 9 ☐ 10 ■ 11

Фамилия ИВАНОВ

Имя НИКИТА

Отчество МИХАЙЛОВИЧ

Дата рождения 06 08 2008

Город участия УФА

Аудитория 8АКТ

Дата 31 01 2026 **Подпись** ИИ

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

ИЗУМРУД
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

3101461545854

Проверочный лист

Заполняется участниками

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

Класс ☐ 8 ☐ 9 ☐ 10 ■ 11

Город участия У Ф А

Заполняется организаторами

Количество доп листов 0 Количество черновиков к проверке 2

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	0	5	0						
Балл члена жюри №2	10	0	5	0						

Итоговый балл 35

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

Линия отреза

① Поток заряженных частиц, летящих вдоль электрического поля

$$d = \frac{mv^2}{2qE}, \quad qE = const$$

Связь между потоком и скоростью

$$d \infty v^2$$

$$v \infty \sqrt{d} \Rightarrow \ln v = \frac{1}{2} \ln d + const$$

По графику видно

по оси X $\ln d$

по оси y $\ln(n(d))$

Значит $\ln(n) = -0{,}5 \ln d + const \Rightarrow n(d) \infty (d)^{-\frac{1}{2}}$

Переход от d к скорости

$$n(v) \infty (v^2)^{-\frac{1}{2}} = v^{-1}$$

То есть число частиц со скоростями больше v

$$N(>v) \infty v^{-1}$$

Концентрация частиц по скоростям

$$n(v) = -\frac{dN}{dv} \infty v^{-2}$$

В исследованном диапазоне энергии, концентрация частиц зависит от скорости как

$$n(v) \infty v^{-2}$$

Ответ $n(v) \infty v^{-2}$

② Дано

$V = 12\ км/с = 1{,}2 \cdot 10^4\ м/с$

$L = 400\ м$

$F = 800\ мм = 0{,}8\ м$

$\Delta y = -\frac{1}{x^2}\Delta x$

$a - ?$

Расстояние от линзы до ракеты

$x = \sqrt{L^2 + h^2}$, при $h = 0$, значит $x_0 = 400\ м$

Ракета поднимается, $h = Vt$ и расстояние увеличивается, поэтому фокус удаляется

Изменение расстояния

Производная $\frac{dx}{dt} = \frac{h}{\sqrt{L^2+h^2}} V$

В момент времени $h = 0$

$\int_{t=0} \frac{dx}{dt} = 0$, значит фокус в начале движения

Малое приращение расстояния

$$x \approx L + \frac{h^2}{2L} \Rightarrow \Delta x = \frac{(Vt)^2}{2L}$$

Смещение фокальной плоскости

$$\Delta y = -\frac{1}{L^2}\Delta x = -\frac{1}{L^2}\frac{V^2 t^2}{2L}$$

$$\Delta y = -\frac{V^2 t^2}{2L^3} \approx -1{,}125 t^2\ м$$

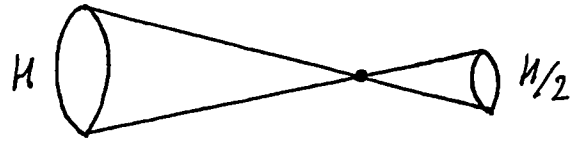
Матрица начинает уходить из фокуса квадратично по времени

$\Delta y(t) = -\frac{V^2 t^2}{2L^3} \approx -1{,}1 t^2\ м$ (фокальная плоскость смещается к линзе, т к $-$)

Ответ $\Delta y(t) \approx -1{,}1 t^2\ м$

Линия отреза

③



Потенциал в точке $\varphi = k\int \frac{dq}{r}$ (расстояние r совпадает с расстоянием от элемента до вершины конуса)

Посчитаем вклад в потенциал от слоя на расстоянии r пропорционален

$$\rho \frac{S(r)\,dr}{r}, \text{ где } S(r) - \text{площадь сечения конуса}$$

Геометрия конуса

Для подобных конусов $S(r) \sim r^2 \Rightarrow$ вклад слоя $d\varphi \sim \rho \frac{r^2}{r} dr = \rho r\,dr$

Интегрируем

$$\varphi \sim \rho \int_0^H r\,dr = \rho \frac{H^2}{2}$$ (Потенциал в вершине конуса пропорционален ρH^2)

Потенциал до перераспределения $\varphi_0 \sim \rho_0 H^2$

После распределения зарядов

От нижнего конуса $\varphi_1 \sim \rho H^2$

$$\varphi_2 \sim \rho\left(\frac{H}{2}\right)^2 = \rho\frac{H^2}{4}$$

Имеем

$$\varphi = \rho H^2\left(1+\frac{1}{4}\right) = \frac{5}{4}\rho H^2$$

Закон сохранения заряда

Был заряд $q_0 \sim \rho_0 H^2$

Стало

$$Q \propto \rho\left(R^3 + \left(\frac{R}{2}\right)^3\right) = \rho R^3\left(1 + \frac{1}{8}\right) = \frac{9}{8}\rho R^3$$

Из сохранения заряда

$$\rho_0 R^3 = \frac{9}{8}\rho R^3 \Rightarrow \rho = \frac{8}{9}\rho_0$$

Сравниваем ~~заряды~~ потенциалы

$$\varphi = \frac{5}{4}\,\frac{8}{9}\,\rho_0 R^2 = \frac{10}{9}\rho_0 R^2$$

Было

$$\varphi_0 = \rho_0 R^2$$

Ответ Электрический потенциал увеличился в точке соприкосновения в $\frac{10}{9}$ раз

Линия отреза

Бланк ответов