



## 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

И В А Н

Отчество

М И Х А И Л О В И Ч

Дата рождения

25 06 2008

Город участия

Е К А Т Е Р Ц И Б У Р Г

Аудитория

Э-503

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 ЕКАТЕРИНБУРГ

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 | 5 | — | 16 | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| Балл члена жюри №2 | 10 | 5 | — | 16 | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |

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



# Задача 51 Поток частиц

1) Рассмотрим график, изображенный на рисунке. Мы видим, что зависимость доли частиц, прошедших внутри конденсатора до остановки расстояние  $d$ , от этого расстояния является линейной и задается прямой  $y = -0,5x$ . Отсюда коэффициент наклона в прямой равен тангенсу:  $\Rightarrow \frac{\ln(n(d))}{\ln(d)} = -0,5$

$$2) \log_d(n(d)) = -0,5 \Rightarrow d^{-\frac{1}{2}} = n(d) \Rightarrow$$

$\Rightarrow \boxed{n = \frac{1}{\sqrt{d}}}$  - зависимость концентрации частиц в потоке от ~~расстояния~~ расстояния  $d$  до остановки

$$\vec{m}\vec{a} = \vec{F}_Э - \text{II закон Ньютона}$$

3)  $m\vec{a} = q\vec{E}$  Необходимо получить зависимость скорости частиц от расстояния  $d$ .  
 $a = \frac{qE}{m}$

$$S = \frac{v^2 - v_0^2}{2a} - \text{расстояние, пройденное до остановки, конечная скорость равна нулю}$$

$$d = \frac{(0 - v_0^2)m}{2qE}$$

$E = \text{const}$ , т.к. поле однородное  
 $m = \text{const}$ ,  $q = \text{const}$

$$\boxed{\frac{m}{2qE} = \alpha = \text{const}} \Rightarrow d = -\frac{v_H^2}{\alpha}, \alpha < 0$$

$$\hookrightarrow n = \frac{1}{\sqrt{d}} = \frac{1}{\sqrt{-\frac{v_H^2}{\alpha}}}$$

$v_H$  - начальная скорость частиц

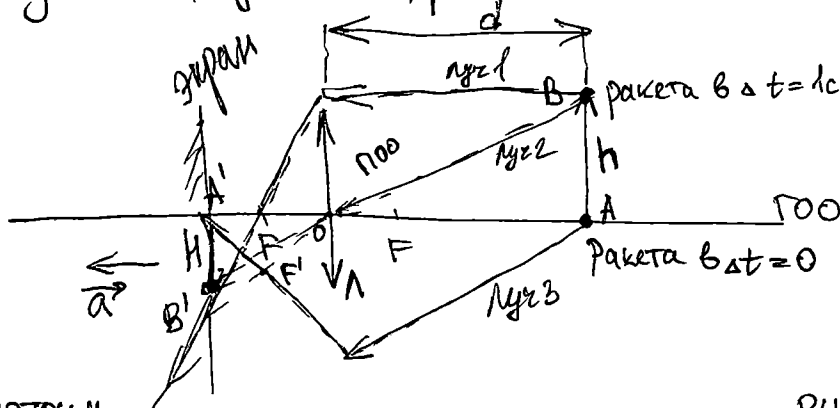
т.к.  $d > 0, v_H \neq 0$

Ответ:  $n = \frac{1}{\sqrt{-\frac{v_H^2}{\alpha}}}$



Задача 2 Видеосъёмка ракет

$F \approx 0,8 \text{ м}$   
 $d \approx 400$



- 1) Рассмотрим систему, как собирающую линзу.

Рисунок сделан (без учёта масштаба)

По правилам построения найдём изображение ракет в  $\Delta t = 0$  и

- (Экран сдвинут на  $\Delta x$ )
- Линза 1  $\parallel$  ГОО и после преломления через фокус
  - Линза 2 через оптич. центр без преломления
  - Линза 3  $\parallel$  Подложной Опти. оси и через  $F'$  на той же плоскости

Нужно найти ускорение матрицы (экрана), чтобы изображение было чётко на нём в каждый момент времени

ФТЛ:  $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d} = \frac{d-F}{Fd} \Rightarrow f = \frac{Fd}{d-F}$

В момент  $\Delta t = 0$ :  $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f_1} \Rightarrow \frac{1}{f_1} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d} = \frac{d-F}{Fd} \Rightarrow f_1 = \frac{Fd}{d-F} = \frac{0,8 \cdot 400}{400 - 0,8} \approx 0,8 \text{ м}$  (изображение находится на фокусе)

- 2) Теперь через  $\Delta t = 1 \text{ с}$  ракета взлетит на  $12000 \text{ м} \Rightarrow h = 12000$

Из подобия  $\Delta A'BO$  и  $\Delta ABO$  (подобие по двум углам  $\angle A'OB = \angle BOA$  и  $90^\circ$ )

$\frac{f_1}{d} = \frac{h}{H}$  Ракета взлетает вертикально, поэтому  $d$  и  $f$  const

$\frac{H}{h} = \frac{0,8}{400} \Rightarrow H = \frac{h \cdot 0,8}{400} = \frac{12000 \cdot 0,8}{400} = 24 \text{ м}$ , но

такая длина не помещается на матрицу  $\Rightarrow$  она должна отбрасывать на расстояние  $x$

поперечное увеличение  $\Gamma = \frac{|f|}{d}$  — расст. до узор — расст. от предмета до линзы

Так как ракета должна быть сфокусирована, то

$\Gamma$  при  $\Delta t = 0$  должно равняться  $\Gamma$  при  $\Delta t = 1 \text{ с}$

Задача 2, прогоняется

$$\Pi_0 = \frac{s}{d} = \frac{H_0}{h_0} = \underline{2 \cdot 10^{-3}}$$

$$y = \frac{1}{x}$$

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

Ответ  $a = 5,75 \text{ мс}$

Задача 4 Отдаление Луны

Бланк ответов

(энергия вращения)

Увеличение кинетической энергии Луны

$$\Delta E_k = \frac{M_3 v_k^2}{2} - \frac{M_3 v_n^2}{2} = \frac{M_3 (v_k^2 - v_n^2)}{2}$$

Считаем, что Луна обладает кинетической энергией и энергией взаимодействия

$$\Delta L = 3,8 \text{ см} = 0,038 \text{ м}$$



$$M_3 a_n = F$$

$$a = \frac{v^2}{R}$$

$$\text{ЗСЭ: } M_3 v_n^2 = F R$$

$$E_k + U_1 = E_k + U_2 \quad E_{\text{вращ1}} + E_{\text{взаим1}} = E_{\text{вращ2}} + E_{\text{взаим2}}$$

Для Земли.

$$\frac{M_3 v_{k1}^2}{2} + U_1 = \frac{M_3 v_{k2}^2}{2} + U_2$$

$$\left| \Delta E_{\text{вр}} \right| = \left| \frac{M_3 v_{k2}^2}{2} - \frac{v_{k1}^2}{2} \right| = \left| U_1 - U_2 \right| = \left| \frac{G M_3 M_1}{R_1} - \frac{G M_3 M_1}{R_1 + \Delta L} \right|$$

$$= \frac{6,6743 \cdot 10^{-11} \cdot 5,9716 \cdot 10^{24} \cdot 7,35 \cdot 10^{22}}{384400000} - \frac{6,6743 \cdot 10^{-11} \cdot 5,9716 \cdot 10^{24} \cdot 7,35 \cdot 10^{22}}{384400000 + 0,038} =$$

$$= 7,5316 \cdot 10^{18} \text{ Дж}$$

Энергия взаимодействия уменьшится, т.к. Луна отдалится  $\Rightarrow$

$\Rightarrow$  энергия вращения увеличится

Ответ: Увеличится на  $7,5316 \cdot 10^{18} \text{ Дж}$

