

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 1

Место проведения г. Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наименование олимпиады

по физике
профиль олимпиады

Рюшиной Миланы Николаевны
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

вышла в 13:18
вернулась в 13:28
выдан зап. лист-выдачи балл

Дата
«14» февраля 2025 года

Подпись участника
[подпись]

Черновик Чистовик

1 дио.

2 ТД

3 Магнетизм

4 Линзы

5 Волновая оп.

$$\epsilon_{\text{эф}} = \frac{\Delta P}{\Delta t} = \frac{V_k S}{\Delta t} \cdot C = \frac{SE_0}{d} \cdot Ed = u \cdot u = \frac{q}{C}$$

$$\omega_c = \frac{q^2}{2C}$$

$$\frac{n_a}{a} + \frac{n_b}{b} = \frac{n_a - n_a}{R_a} - \frac{n_a - n_b}{R_b}$$

$$\rightarrow \begin{matrix} \text{+R} & \text{R} \rightarrow \end{matrix} \quad \begin{matrix} \text{R} \rightarrow & \text{-R} \end{matrix}$$

$$\Gamma_{AB} = \Gamma_A \cdot \Gamma_B$$

$$\Delta x = \frac{\lambda \cdot L}{d} \text{ период дифр.}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{2m}}$$

$$\frac{2m u^2}{2} + \frac{k x_0^2}{2} = \frac{k x_0^2}{2} + \frac{2m v_m^2}{2} \Rightarrow \sqrt{\frac{2m u^2 + 3k x_0^2}{2m}} = v_m = \sqrt{u^2 + \frac{3k x_0^2}{2m}}$$

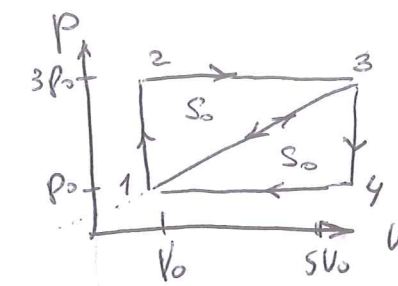
$$\Rightarrow \Delta p = 2m(v_m - v_k) = 2m \left(u \sqrt{1 + \frac{3k x_0^2}{2u^2 m}} - u \right) = F_{\text{внеш}} \cdot \Delta t = 2mg + \text{Z}$$

Черновик Чистовик

Задача 2

1) одноатомный $\Rightarrow i=3$

$$2) \eta_{1231} = \frac{A_{1231}}{Q_{H1231}} = \frac{S_0}{Q_{H1231}}$$



Анализ - площадь под графиком $\Rightarrow$ за цикл - это площадь внутри $\Rightarrow$. Заметим это из геометр. соображений

$$S_{\Delta 1231} = S_{\Delta 1341}$$

$$\eta_{1341} = \frac{A_{1341}}{Q_{H1341}} = \frac{S_0}{Q_{H1231}} = \frac{S_0}{|Q_{12}|}$$

из графика Q подводится только на 12

$$3) \Rightarrow \frac{|Q_{1231}|}{|Q_{1341}|} = \frac{Q_{12}}{Q_{13}} = \frac{Q_{12}}{S_0 + Q_{H1231}} = \frac{1}{1 + \frac{S_0}{|Q_{12}|}}$$

$Q_{H1231} = S_0 + Q_{H1231}$ по 1 началу термодинамики

$$= \frac{1}{1 + \frac{2p_0 \cdot 4V_0}{\frac{3}{2}p_0 V_0 + 4V_0 p_0 + \frac{2p_0 \cdot 4V_0}{2}}} = \frac{1}{1 + \frac{4p_0 V_0}{\frac{3}{2}(15p_0 V_0 - p_0 V_0) + 8p_0 V_0}}$$

$$\frac{\frac{3}{2}(p_3 V_3 - p_1 V_1)}{\frac{3}{2}(p_3 V_3 - p_1 V_1) + \text{ур с менз. Клапейр.}} = \frac{1}{1 + \frac{4}{\frac{3}{2} \cdot 14 + 8}} = \frac{1}{\frac{29}{29} \cdot 22 + 8} = \frac{1}{\frac{39}{29}} = \frac{29}{39}$$

$$\frac{\frac{3}{2}(15p_0 V_0 - p_0 V_0) + 4V_0 p_0 + 4p_0 V_0}{\frac{3}{2}(3p_0 V_0 - p_0 V_0) + 4V_0 p_0 + \frac{3}{2}(15p_0 V_0 - 3p_0 V_0)} = \frac{\frac{3}{2} \cdot 14 + 8}{\frac{3}{2} \cdot 2 + 12 + \frac{3}{2} \cdot 12} = \frac{29}{39}$$

Ответ: $\frac{29}{39}$

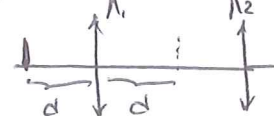
~~Черновик~~ Чистовик

$$\frac{d}{2x-d} = \frac{d}{2x-d}$$

$$\frac{d+2x-d}{(2x-d)(x+d)} = \frac{2x}{d(x+d)} = \frac{4}{3d} \Rightarrow 6x^2 = 4x^2 + 4d^2$$

$$2x^2 = 4d^2 \Rightarrow x = 2d$$

Т.е. тогда стержень будет ~~переворачиваться~~ линзой (и его изобр. е. л. - действ.) $\Rightarrow$ для линзы Λ_2 изображение не будет, только уже как для системы линз.



а) если первое изобр. действ., а второе мнимое

$$\frac{d+1}{(d-x)d} = \frac{2}{d} \Rightarrow \frac{d+1}{d} \cdot \frac{1}{(d-x)} = \frac{2}{d} \Rightarrow \frac{d+1}{d-x} = 2$$

$$\frac{d-1}{(d+x)d} = \frac{2}{3d} \Rightarrow \frac{d-1}{d+x} = \frac{2}{3}$$

$$d \cdot 3d - 2d = 4(d+x)d \Rightarrow 2(3d-4d-4x) = +3d$$

$$\frac{2}{d} = \frac{3d-(d+4x)}{(d-x)3d} \Rightarrow \frac{2}{d} = \frac{2d-4x}{3d(d-x)}$$

$$2(3d(d-x)) = d(2d-4x) \Rightarrow 6d^2 - 6dx = 2d^2 - 4dx \Rightarrow 4d = 2x \Rightarrow 2d = x$$

$$\frac{2}{1} = \frac{(2d-4x)(d+d+x)}{3(d-x)} \Rightarrow 6(d-x) = 2d-4x \Rightarrow 2d-2x = 2d-4x \Rightarrow 2x=0 \Rightarrow x=0$$

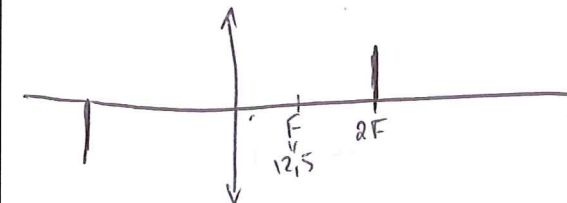
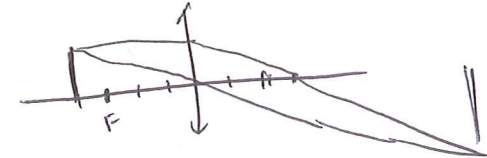
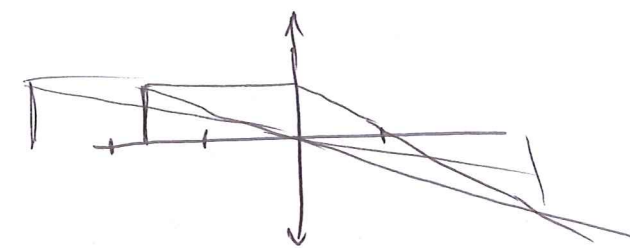
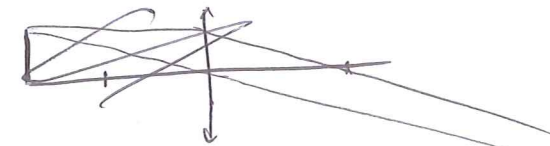
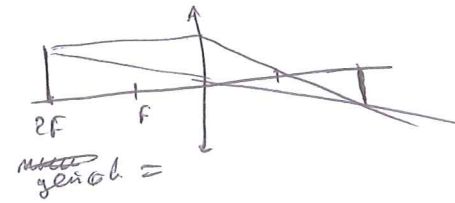
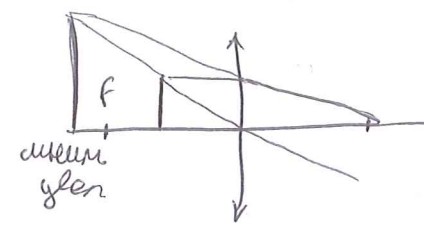
$$6d-6x = 2d-4x \Rightarrow 4d = 2x \Rightarrow 2d = x$$

не подходит в ответ ~~аналогично~~ выводу п.3.

Ответ: 5 см

59-90-72-51
(1.9)

~~Черновик~~ Чистовик



$$\frac{1}{3F} + \frac{1}{F} = \frac{1}{F} \Rightarrow \frac{1}{F} = \frac{3F-F}{3F^2} = \frac{2}{3F}$$

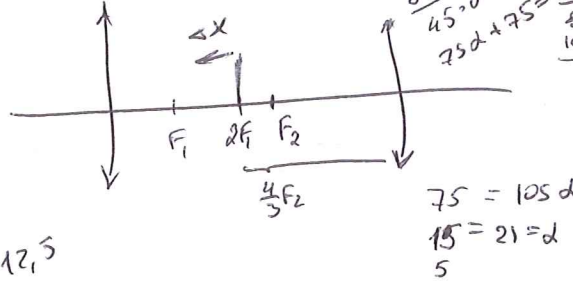
$$F = \frac{3F}{2 \cdot 3F} = \frac{1}{2}$$

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{3a} = \frac{1}{F}$$

$$\frac{4a}{3a^2} = F \Rightarrow \frac{4}{3a} = \frac{F}{1}$$

$$a = \frac{4}{3F}$$

$$\frac{1}{45} + \frac{1}{45 \cdot d} = \frac{1}{75} \Rightarrow \frac{d+1}{45 \cdot d} = \frac{1}{75} \Rightarrow 75d+75 = 45d \Rightarrow 30d = -75 \Rightarrow d = -2.5$$



$$F_1 = 12.5$$

$$\frac{1}{d-x} + \frac{1}{(d-x)d} = \frac{1}{F_1} = \frac{2}{d} \Rightarrow \frac{d+1}{(d-x)d} = \frac{2}{d}$$

$$\frac{1}{d+x} + \frac{1}{(d+x)d} = \frac{1}{F_2} = \frac{4}{3d} \Rightarrow \frac{d+1}{(d+x)d} = \frac{4}{3d}$$

$$\frac{(d+1)(d-x)d}{(d+x)d \cdot (d+1)} = \frac{4 \cdot d}{3 \cdot d \cdot 2}$$

$$\frac{d-x}{d+x} = \frac{2}{3}$$

$$3d-3x = 2d+2x \Rightarrow d = 5x$$

$$d/5 = x = 5 \text{ см}$$

$$\frac{1}{5} + \frac{1}{5 \cdot d} = \frac{2}{25} \Rightarrow \frac{d+1}{5 \cdot d} = \frac{2}{25} \Rightarrow 25d+25 = 10d \Rightarrow 15d = -25 \Rightarrow d = -1.67$$

$$\frac{3(15-1)+4+4}{2(3-1)+2(15-3)+12} = \frac{38}{21+12} = \frac{38}{33}$$

2)  $\Delta s = \lambda/2$
 $\Delta s_0 = 0$ (оптическая разность хода лучей)
первый интерференц-й max
нулевой инт. max

$$\lambda = \Delta_1 = l_1 - l_2 = \sqrt{(\Delta x + h)^2 + L^2} - \sqrt{(\Delta x - h)^2 + L^2} =$$

мы применяем формулу разности квадратов

$$= L \sqrt{1 + \left(\frac{\Delta x + h}{L}\right)^2} - L \sqrt{1 + \left(\frac{\Delta x - h}{L}\right)^2} = L \left(1 + \frac{(\Delta x + h)^2}{2L^2} - 1 - \frac{(\Delta x - h)^2}{2L^2} \right) =$$

$$\frac{4\Delta x h}{2L} = \frac{2\Delta x h}{L} \Rightarrow \Delta x = \frac{\lambda L}{2h}$$

3)

Diagram of a solenoid with N turns, length h , and cross-sectional area S . A small segment of length δx is highlighted, containing $N \delta x$ turns. The magnetic field B is shown inside the solenoid.

$$\Rightarrow \underbrace{N}_{\text{genre micro}} = \frac{h}{\delta x} = \frac{h \cdot 2}{\lambda \Delta} = \frac{50 \text{ mm} \cdot 2}{0,5 \text{ mm}}$$

$$= \frac{0,05 \text{ m} \cdot 2 \cdot 10^{-3} \text{ m}}{0,5 \cdot 10^{-6} \text{ m} \cdot 1 \text{ m}} = \frac{0,1 \cdot 10^{-3}}{0,5 \cdot 10^{-6}} = \frac{2}{10^{-2}} = 2 \cdot 10^2 = 200$$

Ошибки: 200 ~~накисил~~
штероп-бл понос

$$\frac{\pi \cdot 10^7}{\tau} = \frac{2 \mu m^2}{Z}$$

Черновик - ~~Чирков~~

Σx_{reg}
 $\pi / 2 reg$

$\omega = \frac{1}{5} cen \quad \frac{1}{20}$

~~Aceccccc~~

$\rightarrow C D$

$\overline{\Sigma u}$

$I d$

A diagram showing a horizontal beam of length $2m$. A downward force W is applied at the center of the beam. The beam is supported by a spring with stiffness k at its midpoint.

$$2mg = kx_0 \quad \text{--- (2)}$$

~~$mg = k(x)$~~

$$\frac{k \cdot x \cdot x \cdot x'}{2} + mg x' = 0$$

pl

$$2mg - k(x_0 + x) = 2ma,$$

$$2mg - kx_0 - kx = 2mx$$

$$\frac{T}{u} = \frac{2\pi}{\omega \cdot a} =$$

$$u_{\text{ном. T}} = t_2 - t_3 + \frac{1}{5} c$$

$$u = A \sqrt{\frac{k}{m}} \sin \omega t$$

$$\frac{\sqrt{gh}}{x_0} = \omega \text{ of SHM}$$

$$\frac{\sqrt{gh}}{mg} \quad \frac{\sqrt{ghk}}{mg} = \frac{1}{2} \omega$$

$$2m x'' + kx = 0$$

$$x^4 + \frac{k}{m}x = 0$$

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{2m}} = 5$$

$x(t) = A \cos(\omega t)$ $x_{\max}, v_{\max} \cos(\omega t) = 1 \Rightarrow t = \frac{1}{\omega} = \frac{1}{5\pi} = \frac{1}{5\pi} \text{ sec}$
 $v(t) = A \omega \sin(\omega t)$
 $\cos(5\pi t) = \frac{1}{5}$

$$\Delta E_{\text{кин}} = \Delta E_{\text{кин. сис. вое}} = \Delta E_{\text{кин. сис. вое}}^{\text{Рис. 1}} + \Delta E_{\text{кин. сис. вое}}^{\text{Рис. 2}} + \Delta E_{\text{кин. сис. вое}}^{\text{Рис. 3}}$$

$$\Delta E_{\text{пот}} = - A_{\text{потенц. сил}}$$

$$\Delta F_{\text{неиз}} = \frac{\Delta \text{неиз.}}{0} + \frac{\Delta \text{неиз. сох.}}{\text{неиз. сох.}}$$

The diagrams illustrate the relationship between the perimeter and area of a square and a rectangle. The top diagram shows a square with a downward arrow labeled 'perimeter' and a rightward arrow labeled 'area'. The bottom diagram shows a rectangle with a downward arrow labeled 'perimeter' and a rightward arrow labeled 'area'.

1)  $mg + \frac{kx^2}{2} = \frac{kx^2}{2} + \frac{2mg}{2}$

=> ungeschl.
 $\sqrt{gh} = u$
 $x_0 = \sqrt{x_0 \left(2h - \frac{3}{2} x_0 \right)} \cos \alpha$

2)

$$mg = kx$$

$$\text{N.D. } 2mg = 2kx_0 \Rightarrow 2mg - (k(2x_0 + x)) = ma_x$$

$$2x^4 + kx = 0$$

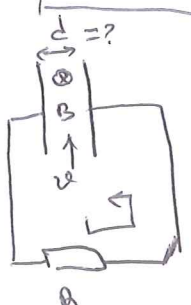
$u_3 = 3C_1$
 $\frac{mg}{2} + kx_0^2 = \frac{2mv_m^2}{2} + \frac{k(4x_0^2)}{2}$
 $v_m = \frac{mg - \frac{3kx_0^2}{2}}{m} \Rightarrow A = \sqrt{\frac{2gh - \frac{3kx_0^2}{2m}}{\frac{2g}{k}}} = \sqrt{2x_0h - \frac{3x_0^2}{2}}$

$$\begin{aligned} x(t) &= A \cos \omega t \\ \phi(t) &= A \frac{k}{2m} \sin \omega t \\ q(t) &= A \cdot \frac{k}{2m} \cdot \cos \omega t \end{aligned}$$

Grp. 9

~~Черновик~~ Чистовик

Задача 3



Дано: $B = 1 \text{ Тл}$, $v = 10 \text{ см/с} = 10 \cdot 10^{-2} \text{ м/с} = 10^{-1} \text{ м/с}$
 $R = 94 \text{ Ом}$, $P_m = 1 \text{ Вт} = 10^{-3} \text{ Вт}$

Найти: d

- 1) проводящая жижкость ~~содержит~~ содержит заряженные частицы. Пусть они заряжены q . Тогда на них действует сила Лоренца

$F_L = qBV$ напр. влево по пр-лу Ленца $\Rightarrow$

~~частицы будут двигаться направо~~
 $\Rightarrow$ для частиц, многократно двигавшихся вправо по правой стороне пути до левой d ~~позволят~~ позволит поглотить разности потенциалов, возникнувшую из-за ~~наведенных~~ наведенных зарядов

2) $\varphi_1 - \varphi_2 = E_{12} \cdot d = \frac{F_L}{q} \cdot d$

возн-ет разность Эл. полей благодаря F_L

$\Rightarrow U_c = \frac{qBV}{2} \cdot d = BVD$

- 3) ~~континент~~ по 2-му Кирхгофа: $U_a - U_c = 0 \Rightarrow U_a = U_c$

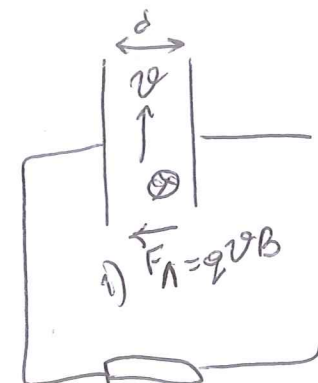
$P_R = I^2 R$ $i_{U_c} = \frac{U_c^2}{R} = \frac{U_c^2}{R} = \frac{(BVD)^2}{R}$

3-й закон - Мелуи $\uparrow$ 3-й Ом

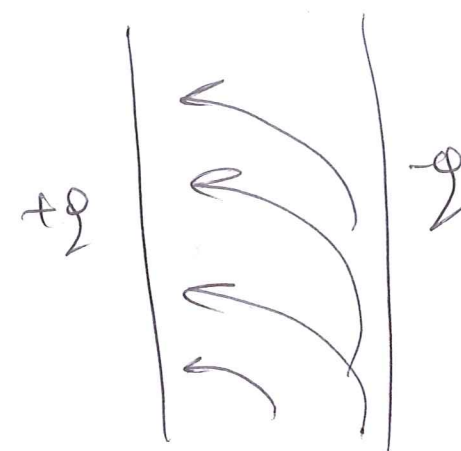
$\Rightarrow \frac{PR}{(BV)^2} = d^2 \Rightarrow d = \frac{\sqrt{PR}}{BV} = \frac{\sqrt{10^{-3} \text{ Вт} \cdot 94 \text{ Ом}}}{1 \text{ Тл} \cdot 10^{-1} \text{ м/с}} = 0,2 \text{ м}$

Ответ: 20 см

~~Черновик~~ Чистовик



1) $\cos \alpha = 1 \Rightarrow E = \frac{F_L}{q} = vB \Rightarrow U = E \cdot d = vBd$
 $E \cdot q = F$
 $q \cdot q = \text{энерг.}$
 $P = \frac{U^2}{R}$
 $U_c = \frac{q \cdot \Delta \varphi}{q}$
 $i = \frac{U}{R}$
 $P_m = 0,1 \cdot 10^{-6} \text{ Вт} = U_c^2 / R = \frac{U^2}{R} = \frac{v^2 B^2 d^2}{R} \Rightarrow d = \frac{\sqrt{PR}}{vB} = \frac{\sqrt{PR}}{vB}$



~~F = qE~~ $E \cdot q = F$
 $q \cdot q = A$

да минимизировать

$\frac{d-1}{(d-x)d} = \frac{2}{d}$
 $\frac{d-1}{(d+x)d} = \frac{4}{3d}$
 $d+x$

$\frac{\sqrt{1000 \cdot \frac{4}{10}}}{1/10} = \frac{\sqrt{100 \cdot 4}}{1/10} = \frac{10 \cdot 2 \cdot 10}{1/10} = 200$

$\frac{\sqrt{1000 \cdot \frac{4}{10}}}{1/10} = 10 \sqrt{\frac{4}{100 \cdot 10}} = 10 \cdot \frac{2}{100} = \frac{2}{10} = 0,2$

$\frac{\sqrt{10^{-3} \cdot \frac{4}{10}}}{10 \cdot 1} = \frac{2}{100} \cdot 10 = \frac{2}{10}$

59-90-72-51
(1.9)

Задача 1

~~с удерживающей силой~~ с удерживающей силой

Умножить

б) за малое dt : ~~по~~ $\Delta p = F \cdot dt$ (по закону сум. импульсов):

$$m \frac{dv}{dt} = (mg - kx(t)) dt = mg dt - kx(t) dt$$

$$= mg dt - kx_0 dt - k \frac{v^2}{g} dt$$

$$= mg dt - kx_0 dt - k \frac{v^2}{g} dt$$

$$m(v_m - u) = \underbrace{(mg - kx_0)}_0 dt - k \frac{v^2}{g} dt$$

Заявление участника
олимпиады об апелляции

11

Оценки
и решения
ВАН

Председателю апелляционной комиссии
олимпиады школьников «Ломоносов»
Ректору МГУ имени М.В. Ломоносова
академику В.А. Садовничему от участника
заключительного этапа по профилю
«физика» Рюминой Миланы Николаевны

апелляция.

Прошу пересмотреть мой индивидуальный предварительный результат заключительного этапа, а именно 80 баллов, поскольку считаю, что в задаче 3 варианта 1 формулировку «выделяется максимальная возможная при **данных условиях** мощность» можно трактовать двояко.

Кроме варианта, представленного в авторских решениях (максимизация P от изменяемой величины R . Это следует из того, что в официальных решениях берётся производная по dR , то есть $R \neq \text{const}$), под «данными условиями» можно понимать $R = 0.4 \text{ Ом}$, $V = 10 \text{ см/с}$, $B = 1 \text{ Тл}$ (эти величины фиксированы и заданы в условии).

Условия задачи не задают конструкцию однозначно, а при проведении олимпиады задавать вопросы по условиям задач запрещено, поэтому моя трактовка основано лишь на формулировке условия. В моём решении (на сканах страница 6) не рассматривается зависимость $P(R)$ для нахождения максимальной P (ведь в условии сказано «на резистор с сопротивлением $R = 0.4 \text{ Ом}$ » и нет намёков, что R является реостатом), а считается, что P зависит от факторов, связанных с устройством (размерами и расположением) пластин.

Таким образом, единственной изменяемой величиной в моём решении является внутреннее сопротивление источника (конструкции пластин).

Если обозначить r сопротивление пластин, то выделяющаяся на R мощность $P(r) = I^2 R = R \cdot (BVd)^2 / (r+R)^2$. То есть P максимально при $r = 0$, что и принято мной (в решении эти рассуждения опущены из-за очевидности). Тот же результат можно получить, беря производную по dr , а не по dR , как в авторских решениях. При таком понимании условий задачи приведённое мной решение верно. Из-за двоякости трактовки условия полученный мной ответ меньше авторского в 2 раза.

Прошу засчитать решение верным и выставить полный балл 20 за задачу 3.

Подтверждаю, что я ознакомлен с Положением об апелляциях на результаты олимпиады школьников «Ломоносов» и осознаю, что мой индивидуальный предварительный результат может быть изменён, в том числе в сторону уменьшения количества баллов.

07.03.2025



Рюмина М.Н.