



**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В. ЛОМОНОСОВА**

ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **ФИЗИКА**

ФИО участника олимпиады: **Харламов Петр Сергеевич**

Класс: 11

Технический балл: **87**

Дата проведения: 26 февраля 2022 года

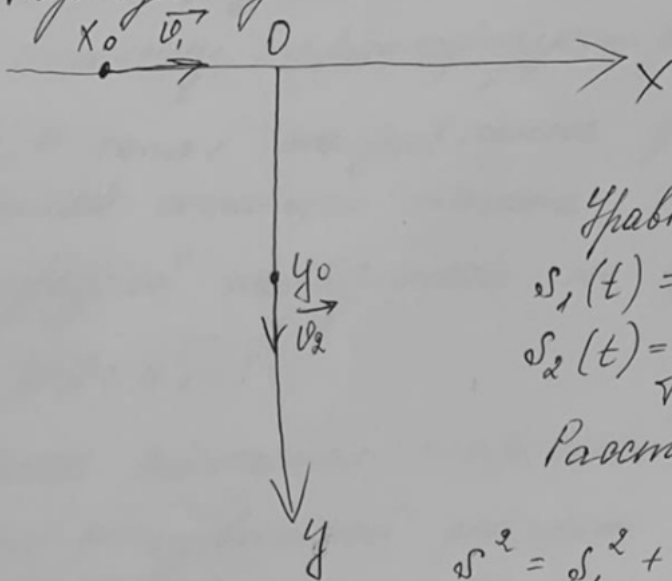
ШИФР РАБОТЫ 9996880

	1	2	3	4	Σ
Задача	<i>13</i>	<i>15</i>	<i>8</i>	<i>13</i>	<i>87</i>
Вопрос	<i>10</i>	<i>10</i>	<i>9</i>	<i>9</i>	

Чистовик

①

Задача № 1.2.1.

Нарисуй движение автомобиля в системе xOy :

Уравнения движения:

$$s_1(t) = x_0 + v_1 t$$

$$s_2(t) = y_0 + v_2 t$$

Расстояние между автомобилями:

$$s^2 = s_1^2 + s_2^2 = (x_0 + v_1 t)^2 + (y_0 + v_2 t)^2$$

$$s^2 = x_0^2 + 2x_0 v_1 t + v_1^2 t^2 + y_0^2 + 2y_0 v_2 t + v_2^2 t^2$$

$$s^2 = x_0^2 + y_0^2 + (2x_0 v_1 + 2y_0 v_2) t + (v_1^2 + v_2^2) t^2$$

Найдем s_{\min} .

$$s^{2'} = 2x_0 v_1 + 2y_0 v_2 + 2(v_1^2 + v_2^2) t$$

Мы знаем, что $s_{\min} = 100\text{ м}$ будет достигнуто в момент $t=0$

$$s^{2'} = 0; \quad 2x_0 v_1 + 2y_0 v_2 = 0; \quad x_0 v_1 = -y_0 v_2; \quad \frac{v_1}{v_2} = \frac{y_0}{-x_0}$$

При этом $s_{\min}^2 = x_0^2 + y_0^2$; тогда:

$$(200\text{ м})^2 = (100\text{ м})^2 + (2y_0 v_2 - 2 \frac{v_2 y_0}{v_1} v_1) t + (v_1^2 + v_2^2) t^2$$

$$(200\text{ м})^2 = (100\text{ м})^2 + (v_1^2 + v_2^2) \cdot (10\text{ с})^2$$

$$30000\text{ м}^2 = (v_1^2 + v_2^2) \cdot 100\text{ с}^2;$$

$$(v_1^2 + v_2^2) = 300\text{ м}^2/\text{с}^2; \quad v_2 = 30\text{ м}/\text{с} = 10\text{ км}/\text{ч}$$

$$v_1^2 + 100\text{ м}^2/\text{с}^2 = 300\text{ м}^2/\text{с}^2; \quad v_1^2 = 200\text{ м}^2/\text{с}^2; \quad v_1 = 10\sqrt{2}\text{ м}/\text{с} = 36\sqrt{2}\text{ км}/\text{ч}$$

Ответ: $v_1 = 36\sqrt{2}\text{ км}/\text{ч}$

Чистович

(2)

Ответа на вопросы к задаче 1.2.1.

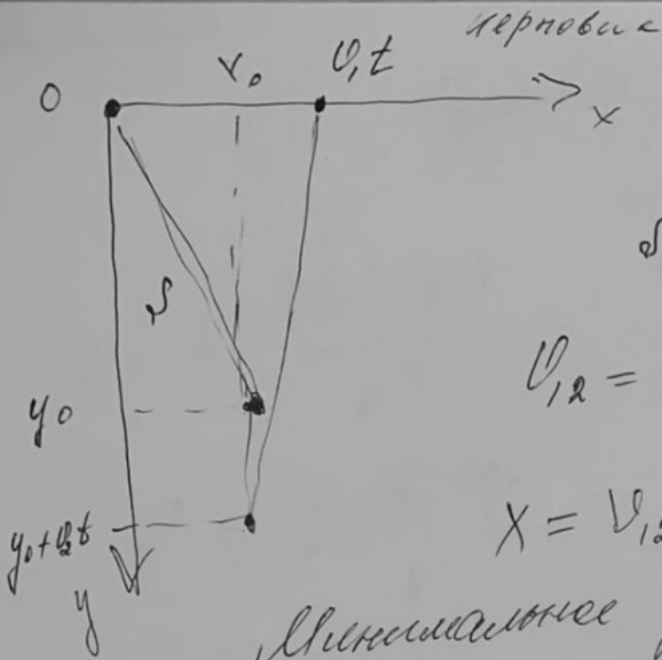
Скорость представляет собой векторную физическую величину, характеризующую быстроту движения тела, а также направление движения относительно выбранной системы отсчета. Скорость равна первой производной координаты по времени.

$$v(t) = x'(t).$$

Закон сложения скоростей: скорость тела относительно неподвижной системы отсчета (\vec{v}) равна геометрической сумме скорости тела относительно подвижной системы отсчета (\vec{v}_1) и скорости подвижной системы отсчета относительно неподвижной системы отсчета (\vec{v}_2).

$$\vec{v} = \vec{v}_1 + \vec{v}_2$$

(11)



$$v =$$

$$v_{1,2} = \sqrt{v_1^2 + v_2^2}$$

$$x = v_{1,2} t.$$

Минимальное значение

$$x = 100 \text{ при } t = 0$$

$$x = x_0 + v_{1,2} t$$

$$200 = 100 + v_{1,2} t$$

$$v_{1,2} t = 100$$

$$v_{1,2} = 10 \text{ м/с}$$

$$x = x_0 + v_1 t$$

$$y = y_0 + v_2 t.$$

$$2x_0 v_1 + 2y_0 v_2 + 2(v_1^2 + v_2^2)t = 0$$

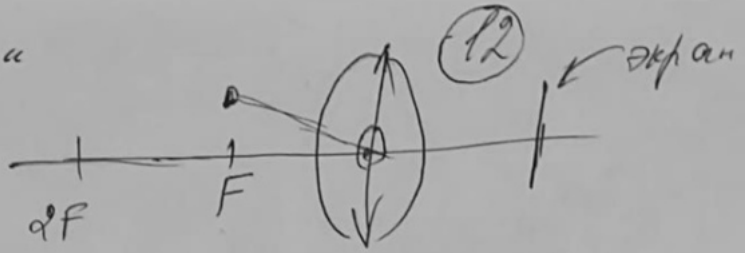
$$t = 0$$

$$2x_0 v_1 + 2y_0 v_2 = 0$$

$$x_0 v_1 + y_0 v_2 = 0$$

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{y_0}{-x_0}$$

Черновики



$$F = k \cdot \frac{|q_1| |q_2|}{R^2}$$

$$R^2 = \frac{k |q_1| |q_2|}{F}$$

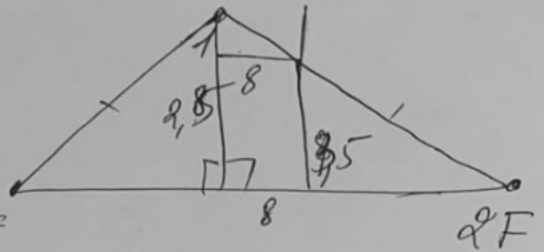
$$F = \frac{1}{D}$$

$$F_0 = \frac{8,85 \cdot 10^{-12} \cdot 10^{-12}}{0,5 \mu} = 1,77 \cdot 10^{-23}$$

mm

$$v = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega} \quad 2F$$



$$F = ma \quad F = -kx + \frac{k |q_1| |q_2|}{x^2}$$

$$a = -\omega^2 x$$

$$F = -\omega^2 m x$$

$$kx + \frac{\epsilon_0 q^2}{(L+x)^2} = -\omega^2 m x$$

В пол. равновесии $F_{\text{упр}} = F_c$

$$-kx = \frac{k |q_1| |q_2|}{x^2} = \frac{k q^2}{x^2}$$

$$k + \frac{\epsilon_0 q^2}{(L+x)^2} = -\omega^2 m$$

$$c = \frac{kq}{r^2}$$

$$-\frac{kx}{m} + \frac{\epsilon_0 q^2}{(L+x)^2} = -\omega^2 x$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

$$v = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k'}{m}}$$

$$k' = \frac{F_{\text{упр}}}{\Delta x}$$

$$F_{\text{упр}} + F_{\text{эл}} = ma$$

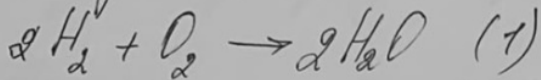
$$kx + \frac{\epsilon_0 q^2}{(L+x)^2} = 0$$

Чистовик

③

Задача № 8.1.

Когда водород сжигает, он соединяется с кислородом.



Для сжигания водорода необходимо в 2 раза меньше молей кислорода. Нам в задаче хватает такого количества кислорода, т.к. нужно всего $\frac{2}{2} = 0,025$ моль кислорода.

Безразлично, сколько сухого воздуха останется, а также это не влияет на давление насыщенного водяного пара согласно закону Дальтона.

$\nu_{\text{H}_2} = \nu_{\text{H}_2\text{O}}$, т.к. в реакции (1) равны их коэффициенты.

Следовательно, $\nu_{\text{H}_2\text{O}} = 0,025$ моль.

Исходя из уравнения Менделеева - Клапейрона:

$$p = \frac{\nu RT}{V}; \quad p = \frac{0,025 \text{ моль} \cdot 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 293 \text{ К}}{0,1 \text{ м}^3} = 1217,415 \text{ Па}$$

Это давление водяного пара (молекул воды) при температуре $T = 293 \text{ К}$. ($t = 20^\circ \text{C}$)

Найдём искомую влажность воздуха f .

$$f = \frac{p}{p_H} \cdot 100\%; \quad f = \frac{1217,415 \text{ Па}}{2330 \text{ Па}} \approx 52\%$$

Ответ: $f = 52\%$

Чистовик.

(4)

Ответы на вопросы к задаче 2.8.1.

Я знаю две разновидности процесса парообразования:

- Испарение - превращение жидк. переход жидкости в газ (пар) со свободной поверхностью жидкости.
- Кипение - процесс интенсивного образования пара, который происходит в жидкости при определенной температуре (в кипении определяется таблично).

Удельная теплота парообразования - это скалярная физическая величина, которая показывает, какое количество теплоты необходимо для того, чтобы обратить количество жидкости с единичной массой в пар.

$$[L] = 1 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$$

Например, для воды $L = 2,3 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$. Это означает, что для превращения 1 кг воды при температуре кипения (для воды $t_{\text{кип}} = 100^\circ\text{C}$) в пар необходимо $2,3 \cdot 10^6$ Дж теплоты.

Чистов И.

(5)

Задача № 3.8.2

На шарик будет действовать две силы - сила упругости и сила притяжения Земли (силы тяжести).

По второму закону Ньютона:

$$F = ma$$

В то же время $a = -\omega^2 \Delta x$.

Объединив функции, получим равенство:

$$m \vec{F}_{упр} + \vec{F}_{эл} = -m \omega^2 \Delta x;$$

$$F_{эл} = \frac{\epsilon_0 \cdot (q) \cdot (q)}{R^2} = \frac{\epsilon_0 \cdot q^2}{(L + \Delta x)^2};$$

$$F_{упр} = -k \Delta x;$$

$$-k \Delta x + \frac{\epsilon_0 q^2}{(L + \Delta x)^2} = -m \omega^2 \Delta x;$$

$$-k + \frac{\epsilon_0 q^2}{(L + \Delta x)^2 \Delta x} = -m \omega^2;$$

$$k = \frac{\epsilon_0 q^2}{(L + \Delta x)^2 \Delta x} + m \omega^2;$$

Т.к. Δx мало, то им можно пренебречь.

$$k \approx \frac{\epsilon_0 q^2}{L^2} + m \omega^2$$

$$k \approx \frac{8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м} \cdot 10^{-12} \text{ Кл}^2}{(0,5 \text{ м})^2} + 0,01 \text{ кг} \cdot (1,47 \text{ Гц})^2 \approx 0,02$$

Ответ: $k \approx 0,02$.

Чистович

Ответ на вопрос к задаче 13.8.2.

(6)

Напряженность электрического поля представляем собой физическую величину, которая характеризует, с какой силой действует электрическое поле на заряд, помещенный в данную точку электрического поля:

$$E = \frac{F}{q}$$

Принцип суперпозиции электрических полей:

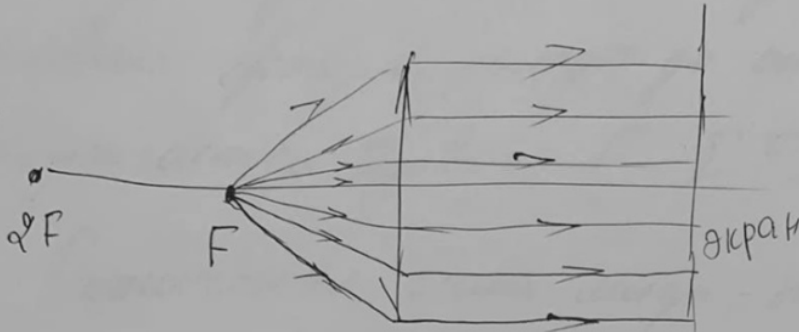
Если в данной точке пространства есть поле, которое создается несколькими зарядами, то напряженность в этой точке будет равна векторной сумме напряженностей этих полей, создаваемых каждым из зарядов:

$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \dots + \vec{E}_n$$

Источники
Задача №4.1.1.

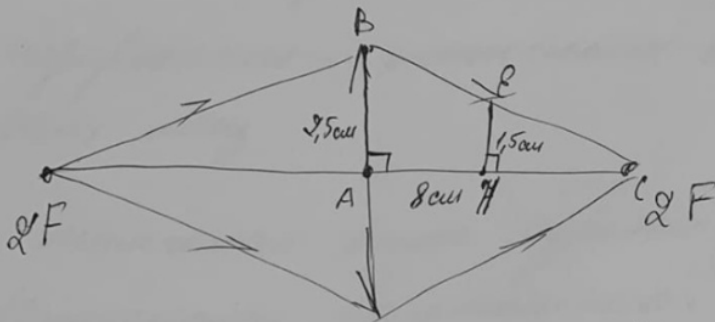
(27)

Т.е. источники накрываются в тавтоном фокусе,
то:



Следовательно,
диаметр линзы
6 см.

При двойном фокусе:



$$\triangle ABC \sim \triangle HPC. \quad k = \frac{CH}{AB} = \frac{1,5 \text{ см}}{8,5 \text{ см}} = 0,6.$$

$$k = \frac{HC}{AC} = \frac{AC - AH}{AC}; \quad k = \frac{AC - 8 \text{ см}}{AC}; \quad \frac{AC - 8 \text{ см}}{AC} = 0,6.$$

$$AC - 8 \text{ см} = 0,6 AC$$

$$0,4 AC = 8 \text{ см}$$

$$AC = 20 \text{ см.} \Rightarrow \angle F = 20 \text{ см} \Rightarrow F = 10 \text{ см.}$$

Ответ: фокусное расстояние линзы $F = 10 \text{ см.}$

Чистовик



Ответ на вопрос к задаче № 4.1.1.

Фокусное расстояние - это расстояние от главной фокуса линзы до оптического центра. Обозначается буквой F . $[F] = 1 \text{ м}$.

Оптическая сила линзы - это величина, которая характеризует преломляющую способность симметричных относительно оси линзы и центрированных оптических систем, состоящих из таких линз.

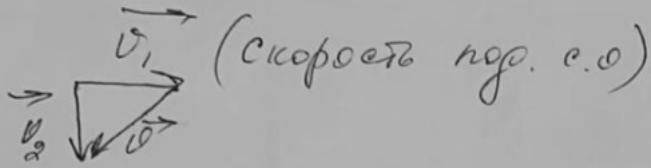
Оптическая сила обратнопропорциональна фокусному расстоянию.

$$D = \pm \frac{1}{F}$$

Знак (+ или -) зависит от типа линзы (собирающая или рассеивающая)

Черновик

9



(скорость тило, относ. к пог. с.о.)

$$v = \sqrt{v_1^2 + v_2^2}$$

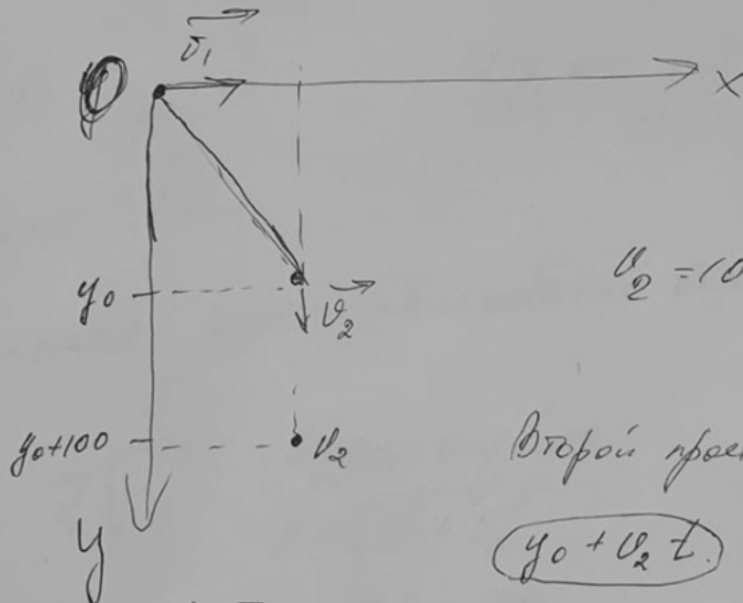
$$x = x_0 + v_{ox}t$$

$$200 = 100 - v_x t$$

$$100 = -v t$$

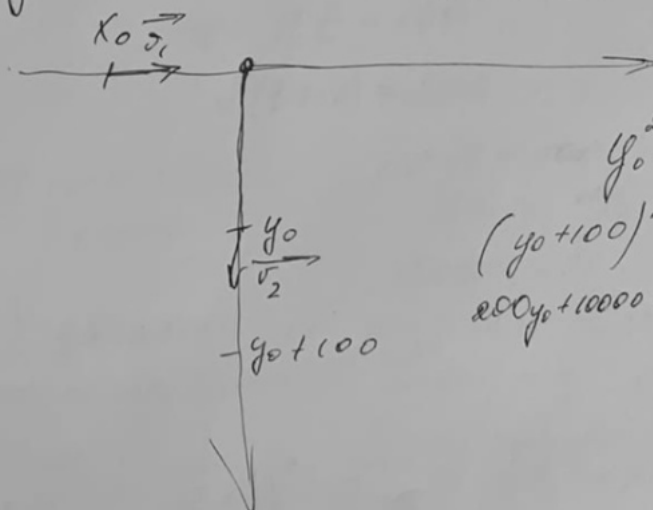
$$-v = 10 \text{ м/с}$$

$$v = -36 \text{ м/с}$$



$$v_1 t \neq$$

$$v_2 t$$



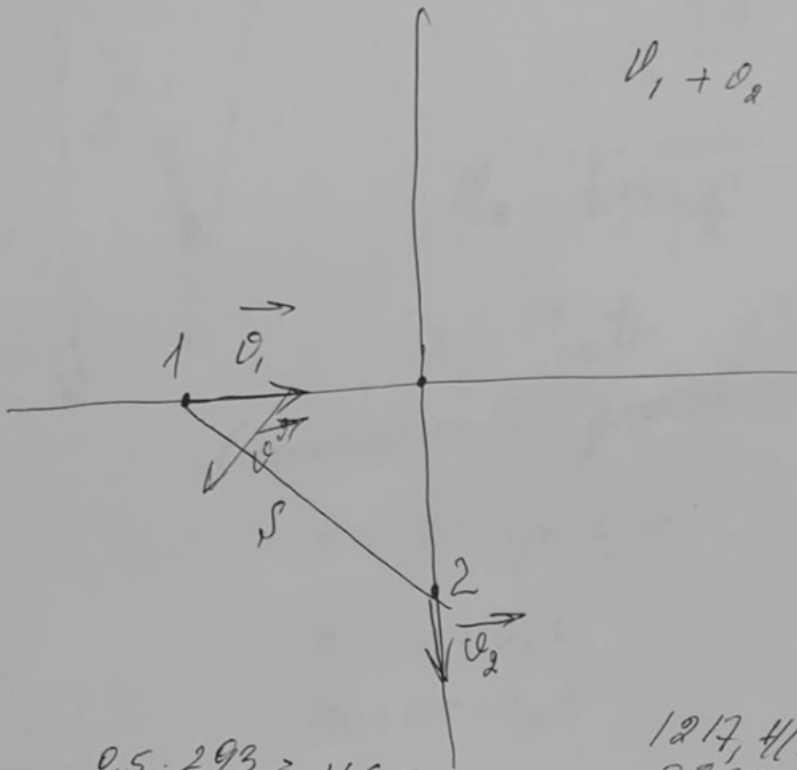
$$y_0^2 + x_0^2 = 5^2$$

$$(y_0 + 100)^2 + (x_0 + 100)^2 = 45^2$$

$$200y_0 + 10000 + 200x_0 + 10000 = 35^2$$

Черновик

(10)

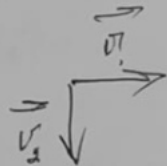


$$0,5 \cdot 293 = 146,5$$

$$\begin{array}{r} 146,5 \\ \times 8,31 \\ \hline 1217,415 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1217,415 \\ \underline{222} \\ 220,52 \end{array}$$

Движение первого автомобиля относительно второго:



Общая скорость:

$$v = \sqrt{v_1^2 + v_2^2}$$

$$v t = 100$$

$$v(t+10) = 200$$

$$\begin{array}{l} v t + 10v = 200 \\ v t = 100 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} 10v = 100 \\ v = 10 \text{ м/с} \end{array}$$

$$v = 36 \text{ км/ч}$$

Система (v_1) движется со скоростью $\times v_1$. Само тело относительно неподвижной системы v_2

$$\vec{v}_2 = \vec{v}_1 + \vec{v} \quad \vec{v} = \vec{v}_2 - \vec{v}_1 \quad v = \sqrt{v_2^2 - v_1^2}$$

$$36 =$$

*Оценки
не изменились
2011*

Председателю апелляционной комиссии
олимпиады школьников «Ломоносов»
Ректору МГУ имени М.В. Ломоносова
академику В.А. Садовничему
ученика 11Б класса МБОУ «Лицей №1
им. академика Б.Н. Петрова» г. Смоленска
Харламова Петра Сергеевича

апелляция.

Прошу пересмотреть выставленные технические баллы (87) за мою работу заключительного этапа по физике, поскольку считаю, что:

- Задача 1 решена в полном объеме (15 баллов из 15 баллов. Если смущает ответ, то 36 корней из двух это и есть 50,9);
- Теоретические вопросы полностью расписаны (40 баллов из 40 баллов);
- Задача 2 решена в полном объеме (15 баллов из 15 баллов);
- Задача 3 не решена, но правильно сформулированы физические законы и правильно записаны основные уравнения, необходимые для решения задачи (7/8 баллов из 15 баллов. Вы можете увидеть необходимые законы – Гука, Кулона и Ньютона (5 баллов), а также минимальные необходимые выкладки (2 балла), которые в последствии из-за некоторых ошибок привели к неправильному ответу);
- Задача 4 решена в полном объеме (15 баллов из 15 баллов)

Итого: 92/93 балла.

Прошу удовлетворить мое апелляционное заявление. Для меня это очень важно в поступлении.

24.03.2022 г.



(Харламов П.С.)