



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

**ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА**

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **ФИЗИКА**

ФИО участника олимпиады: **Каналина Мария Ивановна**

Класс: 11

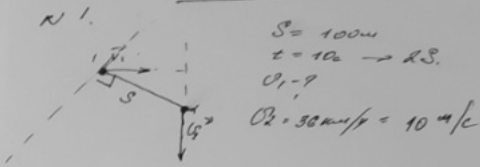
Технический балл: **91**

Дата проведения: 26 февраля 2022 года

ШИФР РАБОТЫ 9053872

|        | 1         | 2         | 3         | 4         | $\Sigma$         |
|--------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------------|
| Задача | <i>15</i> | <i>15</i> | <i>14</i> | <i>15</i> | <b><i>91</i></b> |
| Вопрос | <i>9</i>  | <i>9</i>  | <i>6</i>  | <i>8</i>  |                  |

Условие. рис. 1.



$$S = 100 \text{ м}$$

$$t = 10 \text{ с} \rightarrow 2S$$

$$v_1 = ?$$

$$v_2 = 30 \text{ км/ч} = 10 \text{ м/с}$$



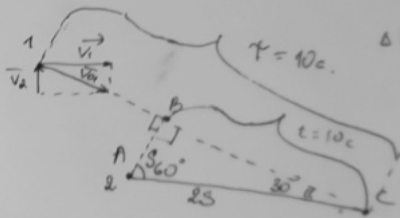
Перейдем к CD 2010:

$$\vec{v}_{\text{полн}} = \vec{v}_{\text{полн}} + \vec{v}_{\text{иск}}$$

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

$$\vec{v}_1 = \vec{v}_1 + (-\vec{v}_2)$$

$$v_1 = \sqrt{v_1^2 + v_2^2} \quad (\text{по т. Пифагора})$$



$\triangle ABC$  - нпг с углами  $30^\circ$  и  $60^\circ$

По т. sin:

$$\frac{2S}{\sin 60} = \frac{t \cdot v_1}{\sin 60}$$

$$v_1 = \frac{2S \sin 60}{t \cdot \sin 60} = \frac{2 \cdot 100 \text{ м}}{10 \text{ с}} = 20 \text{ м/с}$$

$$v_1^2 = \frac{4S^2 \sin^2 60}{t^2} = v_1^2 + v_2^2$$

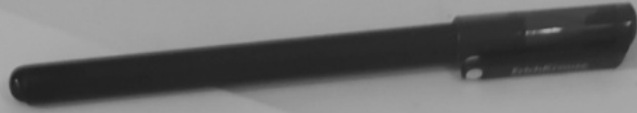
$$v_1 = \sqrt{\frac{4S^2 \sin^2 60}{t^2} - v_2^2} =$$

$$= \sqrt{\frac{4 \cdot 100^2 \cdot 3}{4 \cdot 100^2} - 100^2 \cdot \frac{1}{10^2}} = \sqrt{200} \frac{\text{м}}{\text{с}} =$$

$$= 10\sqrt{2} \frac{\text{м}}{\text{с}} =$$

$$= 36\sqrt{2} \frac{\text{км}}{\text{ч}}$$

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



4. EPLW BLK ALI 910

$$\frac{Kq^2}{(R+x)^2} = \frac{Kq^2/b}{L^2 + 2Lx + x^2} = \frac{Kq^2}{b(L^2 + 2Lx + \frac{x^2}{b})}$$

$$(L+x)^2 = L^2 + 2Lx + x^2$$

$$\frac{Kq^2}{(L+x)^2} - \frac{Kq^2}{L^2} - kx = \mu \mu_0$$

$$\frac{24}{2 \cdot 2} = 6$$

$$\frac{831 \cdot 8}{83} = \frac{279}{21}$$

$$\frac{831 \cdot 293}{833}$$

$$\frac{833 \cdot 3}{83}$$

$$\frac{833 \cdot 4}{83}$$

$$(1+x)^a = 1 + ax$$

24/4

$$36.36 (0.3 \cdot 100 - 1)$$

$$M \cdot 0.1 \cdot 8 \cdot 850 \cdot 360$$

$$36.36$$



Momen

$$10c = \frac{6}{1} \mu \mu_0 = 1$$

$$7.5 \cdot 10^{-4}$$

$$6 \cdot 10^{-6}$$

1  $\frac{18}{5} = 3.6$  203 Умножение лист N 11

$$\frac{kq^2}{(L+x)^2} - \frac{kq^2}{L^2} - kx = \text{рез}$$

~~$$kq^2 - \frac{kq^2(L+x)^2}{L^2}$$~~

~~$$- kq^2 L$$~~

$$kq^2 - \frac{kq^2(L+x)^2}{L^2} - kx(L+x)$$

$$\frac{kq^2}{L+2x}$$

$$\frac{(L+x)^2}{L}$$

$$\frac{(L+x)(L+x)}{L \left(1 + \frac{x}{L}\right) \left(1 + \frac{x}{L}\right)}$$

$$L^2 \left(1 + \frac{x}{L}\right)^2$$

$$L^2 \left(1 + \frac{2x}{L}\right)$$

$$L^2 + 2xL$$

Чертовак. лист N 12  
 надписи  
 черт.  
 + означ.

год.  
 1876.

$$\begin{array}{r} 831 \\ + 293 \\ \hline 1124 \\ 7479 \\ \hline 1739283 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1739283 \\ \times 5 \\ \hline 8696415 \\ - 699 \\ \hline 1706 \\ - 1651 \\ \hline 37323 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 233 \\ \times 3 \\ \hline 699 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 233 \\ - 1233 \\ \hline 466 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 233 \\ \times 6 \\ \hline 1398 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 233 \\ \times 8 \\ \hline 1864 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 233 \\ \times 7 \\ \hline 1631 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 831 \cdot 293 \\ \hline 100 \cdot 100 \cdot 233 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 831 \\ \times 293 \\ \hline 2493 \\ 7479 \\ \hline 1662 \\ 1233183 \\ - 1631 \\ \hline 1082 \\ - 831 \\ \hline 1508 \\ - 1358 \\ \hline 1103 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 233 \\ \times 5 \\ \hline 1165 \end{array}$$

$$\frac{kq^2 - kq^2(1 + \frac{qx}{L}) - kxL^2(1 + \frac{qx}{L})}{L^2(1 + \frac{qx}{L})} = \max \text{ (ПРОБЛЕМА } \#13)$$

$$kq^2 - kq^2 - \frac{2kq^2x}{L} - kL^2x - \frac{2kLx^2}{L} \rightarrow 0$$

$$x \left( -\frac{2kq^2}{L} - kL \right) = 0$$

$$q/C = q$$

$$C = \frac{q}{q} = \frac{kL}{B}$$

$$\frac{k_1 \cdot M^4}{L^2 \cdot M^2} = \frac{B \cdot M \cdot k_1 \cdot L \cdot M + \frac{H}{H}}{H}$$

$$\Phi/M = \frac{kL}{B \cdot M}$$

$$\frac{1}{C} \cdot k_2 \cdot M^2$$

$$\frac{k_1 \cdot k_2 \cdot M \cdot B \cdot M}{k_1 \cdot k_2 \cdot k_1}$$

$$\frac{1}{MC} \cdot \frac{B}{k_1} \cdot \frac{k_2 \cdot M^2}{C} = M^2 B \cdot k_1$$

$$\frac{k_1 \cdot M}{C^2}$$

$$\frac{k_2 \cdot M \cdot M \cdot C}{C^2}$$

$$M \cdot M^3$$

Mq

Черновик. лист N1/1

$$\begin{array}{r} 3147 \\ \times 144 \\ \hline 12588 \\ 125880 \\ 314700 \\ \hline 453132 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1000 \\ \times 3365 \\ \hline 3365 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1593 \\ \times 19 \\ \hline 14337 \\ 15930 \\ \hline 30270 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 21609 \\ \times 3363 \\ \hline 64822 \\ 648220 \\ 2160900 \\ \hline 72671157 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 3363 \\ \times 25000 \\ \hline 84075000 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 72671157 \\ + 850000000 \\ \hline 922671157 \end{array}$$

85000000

$$\begin{array}{r} 831 \\ \times 293 \\ \hline 2493 \\ 17479 \\ 16620 \\ \hline 243483 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 283 \\ \times 165 \\ \hline 1698 \\ 5640 \\ 28300 \\ \hline 46695 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 515 \\ - 466 \\ \hline 49 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 831 \cdot 293 \\ 100 \cdot 100 \cdot 293 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{l} Kx^2 - Kx + K^2 = ma \\ Kx^2 - Kx + K^2 = ma \\ Kx^2 - Kx + K^2 = ma \end{array}$$



$$\frac{2x^2 - 2x(1 + \frac{2x}{5}) - 2x(2(2+2x))}{2(2+2x)}$$
 (перевик чис N15)

$$\frac{2x^2 - 2x - \frac{4x^2}{5} - 4x(2+2x)}{2(2+2x)}$$

$$\frac{1000000}{149} = 671141.1$$

$$\frac{1000000}{314 \cdot 885} = 314.885$$

$$\frac{1000000}{1000} = 1000$$

$$\frac{885}{5} = 177$$

$$\frac{885}{30} = 29.5$$

$$\frac{160000}{314 \cdot 177} = 29.5$$

$$\frac{160000}{76 \cdot 177} = 120.8$$

$$\frac{160000}{38 \cdot 177} = 241.6$$

$$\frac{C}{K1} = H \cdot C$$

$$\frac{C2}{K2} = H$$

$$\frac{K2}{H \cdot M} = \frac{C2}{M}$$

$$\frac{K2 \cdot M}{H \cdot M} = \frac{C2 \cdot M}{M}$$

$$\frac{314}{24} = 13.08$$

$$\frac{314}{28} = 11.21$$

$$\frac{M \cdot K2}{M \cdot M} = \frac{M \cdot K2}{M^2}$$

$$\frac{C}{M} = \frac{K2}{M \cdot H}$$

$$C = \frac{K2}{H} \cdot \frac{M}{M}$$

$$C = \frac{K2}{H}$$

№ 2.8.1. Умноживик. АИСТ №2.

$$V = 0,1 \text{ м}^3$$

$$p_1 = 0,05 \text{ атмос} \rightarrow H_2 \rightarrow L = 5$$

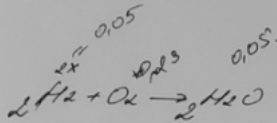
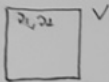
$$p_2 = 1 \text{ атмос} \rightarrow \text{дождь}$$

φ = ?

$$t = 20^\circ\text{C} = 293 \text{ K}$$

$$p_{\text{H}_2\text{O}}(20^\circ\text{C}) = 2330 \text{ Па}$$

$$W(\text{O}) = 23\%$$



$$1) \nu(\text{O}_2) = W(\text{O}) \cdot \nu = 0,23 \text{ атмос} \cdot \frac{23}{100} \cdot \nu_{\text{O}_2} =$$

$\Rightarrow$  вычислить количество вещества для воздуха = 0,23 атмос  
 всего 0,23 атмос. (вычитать по известному)

$$2) \nu(\text{O}_2) = \nu(\text{H}_2) = 2 \cdot \nu = 2 \cdot 0,05 \text{ атмос} = 0,1 \text{ атмос}$$

$$3) \nu(\text{H}_2\text{O}) = \nu(\text{O}_2)$$

$$2) \text{ H}_2 \quad \nu(\text{O}_2) = \frac{\nu(\text{H}_2)}{2} = \frac{\nu_1}{2} = \frac{0,05 \text{ атмос}}{2} =$$

$$= 0,025 \text{ атмос}$$

$$3) \nu(\text{H}_2\text{O}) = 2 \cdot \nu(\text{O}_2) = 0,05 \text{ атмос} \leftarrow \text{напр.}$$

$$4) \text{ PPH}_2\text{O} V = \nu(\text{H}_2\text{O}) RT$$

$$\varphi = \frac{0,05 \text{ атмос} \cdot 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{K}} \cdot 293 \text{ K}}{0,1 \text{ м}^3 \cdot 2330}$$

$$5) m_{\text{H}_2\text{O}} = \nu(\text{H}_2\text{O}) \cdot M(\text{H}_2\text{O}) = 0,05 \text{ моль} \cdot 18 \text{ г/моль} = 0,9 \text{ г}$$

$$4) \text{ PPH}_2\text{O} V = \nu(\text{H}_2\text{O}) RT$$

$$\varphi = \frac{\text{PPH}_2\text{O} V}{p_{\text{H}_2\text{O}} V} = \frac{0,05 \text{ моль} \cdot 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{K}} \cdot 293 \text{ K}}{2330 \text{ Па} \cdot 0,1 \text{ м}^3} =$$

$$= 0,5224 (\approx 52\%)$$

$$\text{Ответ: } \varphi = 52\%$$

Центровек. лист N3

3.3.2.

$$m = 0,01 \text{ кг}$$

$$q = 10^{-6} \text{ Кл}$$

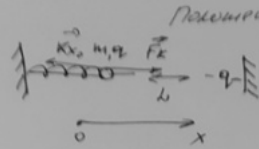
-q

$$L = 50 \text{ см} = 0,5 \text{ м}$$

$$\gamma = 1,47 \text{ Гг}$$

k - ?

(1)



Рассмотрим равновесие.

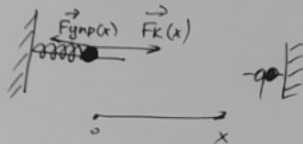
ЗДН:

$$Ox: F_k = kx_0$$

$$\frac{kq^2}{L^2} = kx_0$$

(2)

Рассмотрим произвольное (правильное) положение:



~~ЗДН:~~  
ЗДН:  $Ox: \frac{kq^2}{(L+x)^2} - k(x_0 + x) = ma_x$

$$\frac{kq^2}{(L+x)^2} - kx_0 + kx = ma_x$$

$$\frac{kq^2}{(L+x)^2} - \frac{kq^2}{L^2} + kx = ma_x$$

$$\frac{kq^2}{L^2 \left(1 + \frac{x}{L}\right)^2} - \frac{kq^2}{L^2} + kx = ma_x$$

$$\frac{kq^2}{L^2} \cdot \frac{1}{\left(1 + \frac{x}{L}\right)^2} - \frac{kq^2}{L^2} + kx = ma_x$$

$$\frac{kq^2}{L^2} \cdot \frac{1}{\left(1 + \frac{x}{L}\right)^2} - \frac{kq^2}{L^2} + kx = ma_x$$

$$\frac{kq^2}{L^2} + \frac{kq^2 \left(1 + \frac{2x}{L}\right)}{L^2} - kx_0 = ma_x$$

Продолжим на листе N4

Учёмобиле лист N4

$$\frac{kq^2 - kq^2(1 + \frac{Rx}{L}) + Rx(1 + \frac{Rx}{L})L^2}{L^2(1 + \frac{Rx}{L})} = \max$$

$$\frac{kq^2 - kq^2 - \frac{kq^2 Rx}{L} + Rx + \frac{R^2 x^2}{L}}{L^2(1 + \frac{Rx}{L})} = \max$$

$$\ddot{x} \left( \frac{2kq^2 Rx}{L^3 m} + \frac{R}{L^2 m} \right) x = 0$$

$$W^2 = \frac{2kq^2 Rx + R}{L^3 m}$$

$$\ddot{x} - \frac{2kq^2 Rx}{L^3 m} + \frac{R}{L^2 m} x = 0$$

$$\ddot{x} - x \left( \frac{2kq^2 Rx}{L^3 m} + \frac{R}{L^2 m} \right) = 0$$

$$\ddot{x} - x$$

$$\ddot{x} - x \left( \frac{R}{m} - \frac{2kq^2}{L^3 m} \right) = 0.$$

$W^2$ .

Продолжение на листе N5

③  $T = \frac{2H}{W}$  Uremwack, Alter NS

$$D = \frac{q}{r} = \frac{W}{2H}$$

$$W = 2H \cdot D$$

$$W^2 = 4H^2 D^2 = \frac{2Kq^2}{2Hm} + \frac{K}{m} - K \left( \frac{q^2}{2Hm} + \frac{1}{m} \right)$$

$$K = \frac{4H^2 D^2 q (L^3 m)}{2q^2 + W^2}$$

$$W^2 = 4H^2 D^2 = \frac{2Kq^2}{L^3 m} + \frac{R}{m}$$

$$4H^2 D^2 m L^3 - 2Kq^2 = R$$

$$= 4H^2 D^2 m L^3 - \frac{2q^2 L}{4H \epsilon_0} = R$$

$$4H^2 D^2$$

$$+ \frac{2Kq^2}{L^3 m} + 4H^2 D^2 = \frac{R}{m}$$

$$+ \frac{2 \cdot q^2}{4H \epsilon_0 \cdot L^3 \cdot m} + 4H^2 D^2 m = R$$

$$R = 2 \cdot 0,01 \text{ kg}$$

$$R = \frac{2 \cdot 10^{-6} \cdot 10^{-6}}{2 \cdot 4 \cdot 3,14 \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \cdot 0,5 \cdot 0,5 \cdot 0,5} + 4 \cdot 10 \cdot 1,47 \cdot 1,47 \cdot 901 -$$

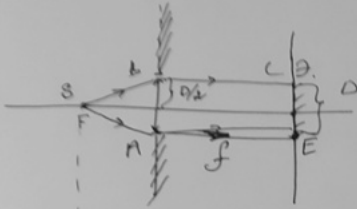
$$= \left( \frac{21609}{85000} + \frac{1000}{3363} \right) \frac{H}{M} = \frac{72671157 + 28000000}{84075000} = \frac{97671157 H}{84075000 M}$$

Orbit ↗

4.11

Учебное задание. Алгебра N. 6.

(I)

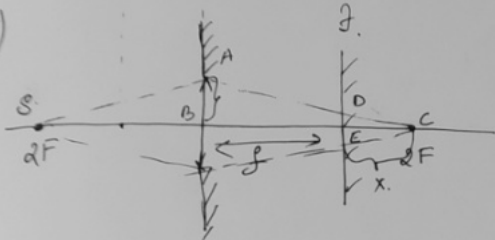


$$l = f = 8 \text{ cm.}$$

$$D = 5 \text{ cm}$$

П.к. перпендикуляр оптической оси  
 → лучи после преломления  
 будут параллельны  $FOO$ .  
 $FO \perp FOO$ ;  $MM \perp FOO$   
 $\Rightarrow \square ABCE - \square \Rightarrow AB = CE = D.$

(II)



$$l = 3 \text{ cm}$$

$$F = ?$$

$$1) \triangle ABC \sim \triangle DEC$$

$$\frac{AB}{DE} = \frac{BC}{EC} = \frac{D}{d} = \frac{f+x}{x}$$

$$\frac{D}{d} = \frac{f+x}{x}$$

$$Dx = fd + xd$$

$$x(D-d) = fd$$

$$x = \frac{fd}{D-d}$$

$$2) f+x = 2F$$

$$F = \frac{f+x}{2} = \frac{f}{2} + \frac{fd}{(D-d)2} = \frac{8 \text{ cm}}{2} + \frac{8 \text{ cm} \cdot 3 \text{ cm}}{(5 \text{ cm} - 3 \text{ cm})2}$$

$$= 4 \text{ cm} + 6 \text{ cm} = 10 \text{ cm.}$$

Ответ:  $F = 10 \text{ cm.}$

Теоретические вопросы. Числовик. Лист №2

4.1.1

Фокусное расстояние — это расстояние от фокуса линзы до главного оптического центра линзы  
(Фокус — это такая точка на главной оптической оси, где ~~собираются~~ после прохождения линзы собираются все параллельные лучи, идущие излучение параллельно главной оптической до преломления в линзе)

Оптическая сила тонкой линзы

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

"+" ставится в том случае, если линза собирающая

"-" ставится в том случае, если линза рассеивающая.

~~→~~  $\rightarrow$  ~~опт. сила~~  $\rightarrow$  опт. сила ~~собирающей~~ линзы  $> 0$ ; ~~рассеивающей~~  $< 0$ .

$\rightarrow$  фокусная величина, обратно пропорциональна фокусу линзы

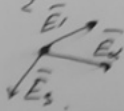
Измеряется в диоптриях (Дптр.)

4.3.2. Напряженность электрического поля — это характеристика поля, в к-ой электрическое поле действует в определенной точке на пробный заряд  
пробный заряд — единичный положительный заряд

Принцип суперпозиции электрических полей:

Если на тело действует несколько электрических полей, то их действие равносильно действию результирующей векторной суммы:

$$\vec{E}_2 = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{E}_3 + \dots + \vec{E}_N$$



2.2.1

Чистовик. Лист N.3

Парообразование — явление, на переходе жидкости или ~~жидкости~~ ~~жидкости~~ в газообразное состояние.

Виды парообразования:

- испарение — явление парообразования с поверхности, происходит при любой температуре.

- кипение — явление интенсивного парообразования, которое происходит по всей объему жидкости. Существует для жидкости  $\neq$  различное бесцветное паровое пространство кипения. Температура кипения зависит от давления. Если давление увеличивается, температура кипения также увеличивается, и наоборот.

Удельная теплота парообразования — такое кол-во теплоты, которое необходимо для испарения одной единицы массы жидкости какой-либо жидкости. Для паров жидкости в с.с.б. удельная теплота парообразования находится обычно измеряется в  $\frac{Дж}{кг}$ .

1.2.1

Скорость — векторная физическая величина, характеризующая изменение положения тела и в пространстве относительно других тел за единицу времени.

Закон сложения скоростей. При переходе из одной системы отсчета в другую скорости складываются векторно.

$$\vec{v}_{абс} = \vec{v}_{отн} + \vec{v}_{др}, \text{ где } \vec{v}_{абс} - \text{абсолютная скорость тела отн-но инерциальной СС.}$$

$\vec{v}_{отн}$  — скорость тела отн-но другой инерциальной СС

$\vec{v}_{др}$  — скорость другой инерциальной СС отн-но инерциальной СС



Упробет. Мис N 9.

$$\frac{kq^2}{L} - \frac{kq^2L + kq^2x}{L^2} - kx = \max_x$$

$$\frac{kq^2}{L} - \frac{kq^2L}{L^2} - \frac{kq^2x}{L^2} - kx = \max_x$$

$$-x \left( \frac{2kq^2}{L^2} - k \right) = \max_x \quad | : m$$

$$+x \left( \frac{2kq^2 - kL^2}{L^2 \cdot m} \right) = 0$$

$$d - \frac{2kq^2 - kL^2}{L^2 \cdot m} x = 0$$

$$L^2$$

$$W^2 = \frac{1}{1 + \frac{L^2}{m}} = \frac{1}{\frac{L^2 + m}{m}} = \frac{m}{L^2 + m} = \frac{m \left( \frac{2kq^2 - L^2}{L^2 \cdot m} \right)}{L^2 + m}$$

$$k = \frac{m \cdot L^2}{L^2 + m}$$

$$-kq^2$$

$$-x \left( \frac{2kq^2}{L^2} + k \right) = \max_x$$

$$\frac{2kq^2}{L^2} + k$$

$$-x \left( \frac{2kq^2}{L^2 + m} + \frac{k}{m} \right) = \max_x$$

Оценки  
не судите

Маш

Председателю апелляционной комиссии  
олимпиады школьников «Ломоносов»  
Ректору МГУ имени М.В. Ломоносова  
академику В.А. Садовничему

ученицы 11 класса

ГБОУ Московской школы на Юго-Западе №1543

города Москва

Каналиной Марии Ивановны

### Апелляция

Прошу пересмотреть выставленные технические баллы (91) за мою работу заключительного этапа по физике, поскольку считаю, что ответы на все теоретические вопросы являются полными: содержат по обеим частям каждого вопроса необходимые физические понятия и величины с пояснением их смысла. Поэтому оценка за каждый теоретический вопрос должна быть 10 баллов.

Дата

24.03.2022.

Маш