



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

**ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА**

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **ФИЗИКА**

ФИО участника олимпиады: **Кухарук Иван Андреевич**

Класс: 11

Технический балл: **81**

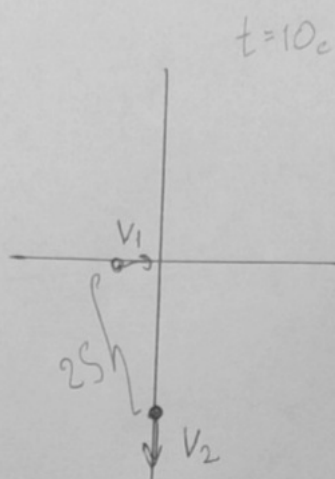
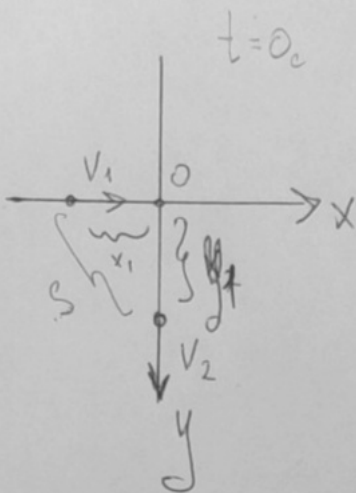
Дата проведения: 25 февраля 2022 года

ШИФР РАБОТЫ 9121676

	1	2	3	4	$\Sigma$
Задача	5	14	10	15	<b>81</b>
Вопрос	8	10	9	10	

№ 1.2.1

Зап № 1



$$V_2 = 36 \text{ км/ч} = \frac{36 \cdot 10^3}{3600} = 100 \text{ м/с}$$

$$S = 100 \text{ м}$$

$$t = 10_c$$

пусть рассмотрим от  $O$   
до автомобиля с  $V_1 = x_1$ ;  
с  $V_2 = y_1$ , то за  
время равное  $t$ :

первый автомобиль:  $x(t) = -x_1 + V_1 t$

второй:  $y(t) = y_1 + V_2 t$

$$\begin{cases} x_1^2 + y_1^2 = S^2 \\ (V_1 t - x_1)^2 + (y_1 + V_2 t)^2 = 4S^2 \end{cases}$$

$$V_1^2 t^2 - 2V_1 x_1 t + x_1^2 + y_1^2 + 2V_2 y_1 t + V_2^2 t^2 = 4S^2$$

$$V_1^2 t^2 - 2V_1 x_1 t + 2V_2 y_1 t + V_2^2 t^2 = 3S^2$$

$$\begin{cases} V_1^2 t - 2V_1 x_1 + 2V_2 y_1 + V_2^2 t = \frac{3S^2}{t} \\ x_1^2 + y_1^2 = S^2 \end{cases}$$

т.к.  $S_0$  - мин расстояние между автомобилями, то  
рассмотрим ситуацию через очень малое  $\Delta t$  после  $t = 0_c$

тогда:  $x(\Delta t) = V_1 \Delta t - x_1$ ,  $y(\Delta t) = y_1 + V_2 \Delta t$ ;  $S_2 \rightarrow S$ :  $S_2^2 = (V_1 \Delta t - x_1)^2 + (y_1 + V_2 \Delta t)^2$

$$S = x_1^2 + y_1^2 \Rightarrow (V_1 \Delta t - x_1)^2 + (y_1 + V_2 \Delta t)^2 \geq x_1^2 + y_1^2$$

Лист 1  
Евстиев

к т. 21 (продолжение)

$$V_1^2 \Delta t^2 - 2V_1 x_1 \Delta t + x_1^2 + y_1^2 + 2V_2 y_1 \Delta t + V_2^2 \Delta t^2 \geq x_1^2 + y_1^2$$

$$\Delta t^2 \geq 0$$

$$\Rightarrow -2V_1 x_1 \Delta t + 2V_2 y_1 \Delta t \geq 0$$

$$\Rightarrow V_2 y_1 \geq V_1 x_1$$

Если рассмотреть ситуацию за малое  $\Delta t$  до  $t=0$ ,  
то:

$$V_1 x_1 \geq V_2 y_1 \quad (\text{аналогично})$$

$$\Rightarrow V_1 x_1 = V_2 y_1 \Rightarrow x_1 = \frac{V_2 y_1}{V_1} \Rightarrow x_1^2 = \frac{V_2^2 y_1^2}{V_1^2}$$

$$\Rightarrow \frac{V_2^2 y_1^2}{V_1^2} + y_1^2 = S^2 \Rightarrow y_1^2 \left( \frac{V_2^2}{V_1^2} + 1 \right) = S^2 \Rightarrow y_1^2 = \frac{S^2}{\left( \frac{V_2^2}{V_1^2} + 1 \right)}$$

$$\Rightarrow x_1 = \frac{V_2 S}{V_1 \sqrt{\frac{V_2^2}{V_1^2} + 1}}$$

$$\Rightarrow V_1^2 t - 2V_1 \cdot \frac{V_2 S}{V_1 \sqrt{\frac{V_2^2}{V_1^2} + 1}} + 2V_2 \frac{S}{\sqrt{\frac{V_2^2}{V_1^2} + 1}} + V_2^2 t = \frac{3S^2}{t}$$

$$\Rightarrow V_1^2 t + V_2^2 t = \frac{3S^2}{t}$$

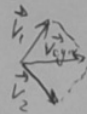
$$\Rightarrow V_1^2 = \frac{3S^2}{t^2} - V_2^2 \Rightarrow V_1 = \sqrt{\frac{3S^2}{t^2} - V_2^2} = \sqrt{\frac{3 \cdot 10^4}{10^2} - 10^2} = \sqrt{2 \cdot 10^2} =$$

$$= 10\sqrt{2} \text{ м/с} \approx 14,2 \text{ м/с} = 10\sqrt{2} \cdot 3,6 \frac{\text{км}}{\text{ч}} =$$

$$= 36\sqrt{2} \frac{\text{км}}{\text{ч}} \approx 50,4 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$$

Скорость - это физическая величина описывающая быстроту перемещения объекта в пространстве  $V = \dot{x}$

$$\vec{V}_{\text{сум}} = \vec{V}_1 + \vec{V}_2 + \dots + \vec{V}_n$$



Системное  
Лист 2

$$\begin{array}{r} 2 \\ 36 \\ 1,4 \\ \hline 14,4 \\ 36 \\ \hline 50,4 \end{array}$$

N 2.81  $V = 0,1 \text{ м}^3$   $V_{\text{H}_2} = V_1 = 0,05 \text{ моль (H}_2)$

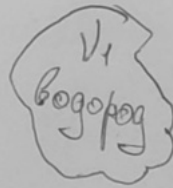
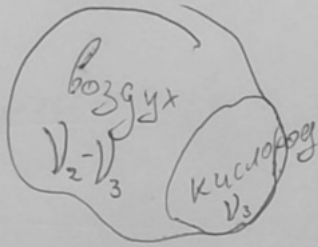
$V_{\text{воз}} = V_2 = 1 \text{ моль (воздуха)}$

Вар I

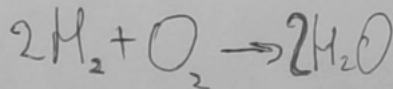
$\varphi = ?$

$t_2 = 20^\circ \text{C} = 293 \text{ K}$

$V = \frac{m}{\mu}$   
 $\frac{V_{\text{O}_2}}{V_2} = 0,23$



$V_{\text{в}} = V_{\text{H}_2\text{O}}$



я считаю, что после сгорания происходит процесс, описанный выше;

$\frac{m_{\text{O}_2}}{m_{\text{воз}}} = 0,23$

$V = \frac{m}{\mu} \Rightarrow m = V\mu$

$\Rightarrow \frac{V_{\text{O}_2} \mu_{\text{O}_2}}{V_{\text{воз}} \mu_{\text{воз}}} = 0,23$

по молекулам  
 $\mu_{\text{воз}} = 29 \text{ г/моль}$   
 $\mu_{\text{O}_2} = 32 \text{ г/моль}$   
 $\mu_{\text{H}_2} = 2 \text{ г/моль}$   
 $\mu_{\text{O}} = 16 \text{ г/моль}$

~~$\Rightarrow V_{\text{O}_2} = 0,23 V_{\text{воз}}$~~  (я считаю, что в воздухе содержится 23%  $\text{O}_2$ )

$\Rightarrow V_{\text{O}_2} = 0,23 \frac{V_{\text{воз}} \mu_{\text{воз}}}{\mu_{\text{O}_2}} = 0,23 \cdot 1 \cdot \frac{29}{32} \approx 0,2 > V_{\text{H}_2} \rightarrow 2V_{\text{H}_2}$

$\Rightarrow V_{\text{H}_2\text{O}} = 2V_{\text{H}_2}$  (т.к.  $\text{O}_2 > \text{H}_2$ )

Лист 3  
 Елисовик

№ 2.81 (продолжение)

⇒ в сосуде осталось:  $\nu_{H_2O} = 0,05 \text{ моль}$

$$\nu_{O_2}' = \nu_{O_2} - \frac{\nu_{H_2O}}{2} \quad \nu_{O_2} \text{ и } \nu_{CO_2}'$$

$$\varphi = \frac{P_{п}}{P_{н}} \cdot 100\%$$

$$P_{п} V = \nu_{п} R T \quad (\text{при } P_{п} \leq P_{н})$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ 293 \\ 42 \\ \hline 586 \\ 3 \\ 1172 \\ \hline 12306 \end{array}$$

$$P_{п} = \frac{\nu_{H_2O} R T_2}{V} = \frac{0,05 \cdot 8,31 \cdot 293}{0,1} =$$

$$\approx 4,2 \cdot 293 \approx 1200 \text{ Па}$$

$$1200 < 2330$$

⇒ пар не насыщен

$$\begin{array}{r|l} 12306 & 233 \\ \hline 1165 & 52 \\ 656 & \\ 466 & \\ \hline 190 & \end{array}$$

$$\varphi = \frac{\nu_{п} R T}{V P_{н}} \cdot 100\% = \frac{0,05 \cdot 8,31 \cdot 293}{0,1 \cdot 2330} \cdot 100\% =$$

$$= \frac{0,5 \cdot 8,31 \cdot 293}{2330} \cdot 100\% = \frac{0,5 \cdot 8,31 \cdot 293}{233} \% =$$

$$= \frac{42 \cdot 293}{233} \approx 52,8\%$$

Парообразование: (из ж. в газ) испарение; сублимация (из тв. в газ)

$\lambda$  (уд. теплот. паробр.)

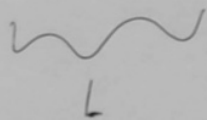
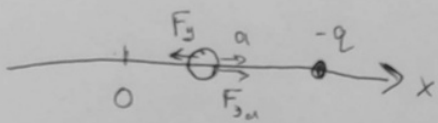
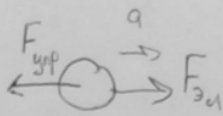
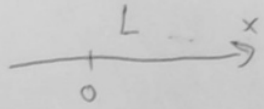
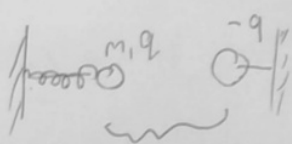
$$Q = \lambda m \Rightarrow \lambda = \frac{Q}{m}$$

$\lambda$  — скалярная физ. величина, равная отношению подводенной теплоты к единице массы жидкости, для превращения ее в газ (при температуре кипения (и жид. и газ))

Гистовик

Лист 4

№ 8.2



$$) = 1,47 \sqrt{g} \quad k^{-?}$$

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

$$(1+x)^4 \approx 1+4x$$

при  $x \rightarrow 0$

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

$$-kx + \frac{kq^2}{L^2} \left(1 + \frac{2x}{L}\right) - ma = 0$$

$$ma + kx - \frac{2kq^2}{L^3} x \Rightarrow \frac{kq^2}{L} = 0$$

$$a = \ddot{x}$$

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

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$

$$\Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{k}{m} - \frac{2kq^2}{L^3 m}}$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega} \quad \nu = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{\sqrt{\frac{k}{m} - \frac{2kq^2}{L^3 m}}}{2\pi}$$

$$2\pi\nu = \sqrt{\frac{k}{m} - \frac{2kq^2}{L^3 m}}$$

$$4\pi^2\nu^2 = \frac{k}{m} - \frac{2q^2}{L^3 m \pi \epsilon_0} \Rightarrow \frac{k}{m} = 4\pi^2\nu^2 + \frac{q^2}{2L^3 m \pi \epsilon_0}$$

$$\Rightarrow k = 4\pi^2\nu^2 m + \frac{q^2}{2L^3 \pi \epsilon_0} = 4 \cdot 3,14^2 \cdot 1,47^2 \cdot 10^{-2} + \frac{1}{2 \cdot 0,5^3 \cdot 3,14 \cdot 8,85 \cdot 10^{-12}}$$

зачетник  
лист 5

$$= 4 \cdot 3,14^2 \cdot 1,47^2 \cdot 10^{-2} + \frac{1}{0,5^3 \cdot 3,14 \cdot 8,85} \approx 0,38 \frac{к}{с^2}$$

ответ очень приближен  
я считал без калькулятора

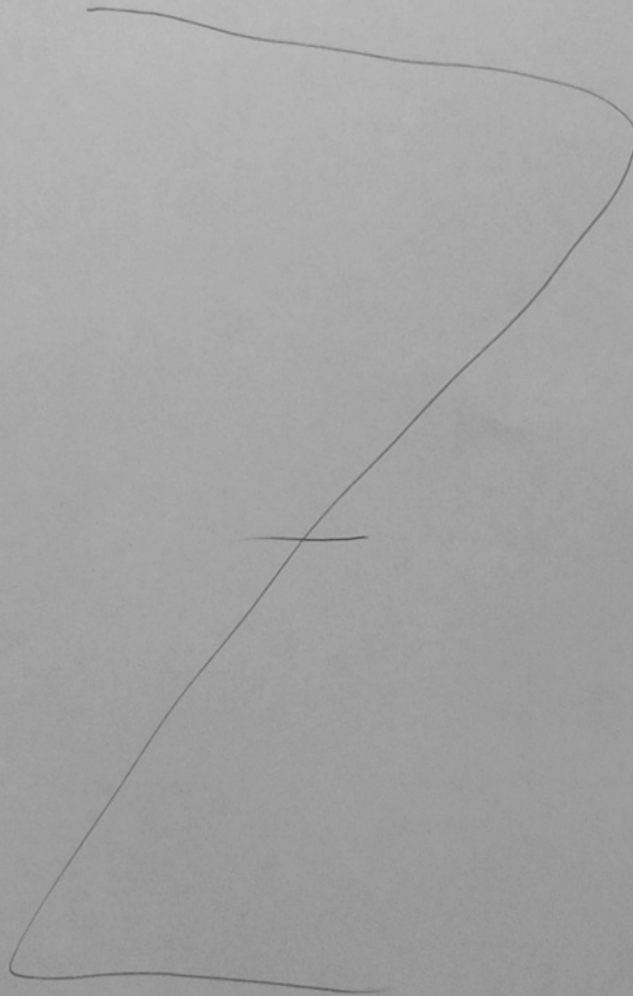
кз.8.2 (продолжение)

Ответ:  $k \approx 0,38 \frac{\text{Кл}}{\text{с}^2}$

Напряжённость эл. поля - векторная физ. величина,  
описывающая эл. поле

$$E = E \quad [E] = \frac{\text{Н}}{\text{Кл}} = \frac{\text{Кл} \cdot \text{м}}{\text{с}^2 \cdot \text{Кл}}$$

принцип суперпозиции:  $\vec{E}_{\text{общ}} = \sum_{i=1}^n \vec{E}_i$

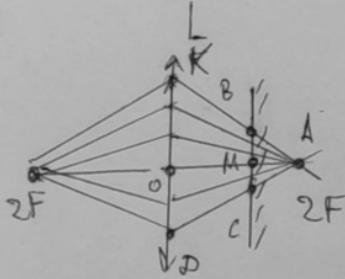
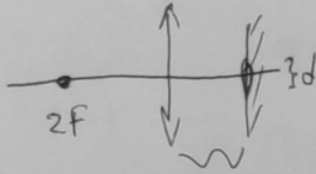
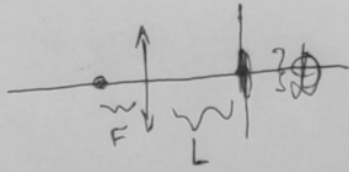


Гисматов

Лист 6



N 4.1.1



$$\frac{1}{F} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b} \quad a = F$$

$$\Rightarrow \frac{1}{b} = 0 \Rightarrow b \rightarrow \infty$$

$$\Rightarrow D_{\text{линзы}} = D = 5 \text{ см}$$

← диаметр линзы

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{2F} + \frac{1}{x}$$

$$\frac{1}{2F} = \frac{1}{x} \Rightarrow x = 2F$$

$$x = 2F > L \Rightarrow \triangle BAC \sim \triangle KAD$$

$$\Rightarrow \frac{KD}{BC} = \frac{DA}{MA}$$

$$\Rightarrow \frac{D_{\text{линзы}}}{d} = \frac{2F}{2F-L} = \frac{D}{d}$$

$$\Rightarrow 2Fd = D(2F-L)$$

$$2Fd - 2F\phi = -DL$$

$$F = \frac{DL}{2(D-d)} = \frac{5 \cdot 8}{2(5-3)} = 10 \text{ см}$$

Ответ: 10 см

Фокусное расстояние - длина отрезка, соединяющего центр линзы (пересечение главн. опт. оси и линзы) с фокусом линзы  
 Фокусная точка (фокусное расстояние - главная хар-ка точкой линзы)

$D$  (опт. сила) =  $\frac{1}{F}$  при это для рассеивающей  $F < 0$  для собир.,  $F > 0$   
 (главная хар-ка линзы) используют лисм ?

24.03.2022

Анн

Оценки  
не учтены  
ЮОН  
М

Председателю апелляционной  
комиссии  
Олимпиады школьников Ломоносова  
Ректору МГУ имени М.В. Ломоносова  
Академику В.А. Садовническому  
ученика 11 класса  
ГБОУ "Лицей "Вторая школа"  
(ул. Ромашевой, 18, Москва)  
Лангмана Александра Дмитриевича

апеллирую.

Прошу пересмотреть выставленные технически  
баллы (92) за мою работу заключительного  
этира по физике, поскольку считаю, что:

- №1: представлено полное решение с верным  
ответом, да т.к. я считал без калькулятора,  
то  $3652'$  приравнял к  $50,4$ , но это не совсем  
является ошибкой т.к. в отсутствие калькулятора  
такая погрешность ( $3652' \approx 50,91$ ), очевидно, допустима
- №2: полное решение, верный ответ
- №3: полное решение, верная итоговая формула, но  
давать такие числа без калькулятора, на мой взгляд,  
нельзя (мои формулы в точности повторяют приведенную  
в ответе, да я общителен, но при таких числах считать  
за это баллы - варварство)
- №4: полное решение, верный ответ  
в критериях нет верных ответов на вопросы, но мои  
содержат в себе полный (физически верный) ответ

прошу пересмотреть мою работу и выставить баллы 100