0 282782 440001

28-27-82-44
(4.4)

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант _____

Место проведения Москва.
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наменование олимпиады

по физике
профиль олимпиады

Русанова Егора Сергеевича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата

«13» февраля 2026 года

Подпись участника

Выполнять задания на титульном листе запрещается!

Выполнять задания на титульном листе запрещается!

Черновик.

$m = k\cdot q = k\cdot I\cdot t$; $t = const$;

$m_1 = k_1\cdot I_1\cdot t$; $m_3 = k_3\cdot I_3\cdot t$; $m_2 = k_2\cdot I_2\cdot t$; $I_1 + I_2 = I_3$;

$I_1 = \frac{m_1}{k_1\cdot t} = \frac{660\cdot 10^{-6}\,кг.}{3{,}3\cdot 10^{-7}\,\frac{кг.}{кл.}\cdot t} = \frac{6600}{3{,}3} = \frac{2000\,Кл.}{t}$.

$I_3 = \frac{m_3}{k_3\cdot t} = \frac{744\cdot 10^{-6}\,кг.\cdot кл.}{t\cdot 9{,}3\cdot 10^{-8}\,кг.} = \frac{74400\,Кл}{t\cdot 9{,}3} =$

$= 1000\cdot\frac{74{,}4\,кл.}{9{,}3\cdot t} = 8000\,\frac{кл}{t}$; $I_2 = 8000\frac{кл}{t} - 2000\frac{кл}{t} =$

$= 6000\,\frac{кл}{t}$; $I_2\cdot t = \frac{m_2}{k_2} = \frac{S_2\cdot d\cdot\rho}{k_2} \Rightarrow d = \frac{I_2 k_2\cdot t}{S_2\cdot\rho} =$

$= \frac{6000\,кл\cdot 1{,}7\cdot 10^{-6}\,кг./кл.}{1{,}05\cdot 10^{4}\,кг./м^3\cdot 110\cdot 10^{-4}\,м^2} = \frac{60\cdot 10^{-1}}{1{,}05}\,м = \frac{6}{1{,}05}\cdot 10^{-5}\,м. \approx$

$\approx 5{,}7\cdot 10^{-5}\,м. = 57\,мкм.$

600 | 105
525 | 5,714286 (571428) ≈ 5,7
750
735
150
105
450
420
300
210
900
840
600

$PV = \nu RT$

$PV = \frac{m}{\mu}\cdot R\cdot T$

$P\cdot\mu = \rho\cdot R\cdot T$.

$V = 50\,м^3$ $\quad PV = (\nu_1 + \nu_2)RT$.

$\frac{U^2}{r}\cdot\tau = A$ $\quad \varphi_0 = \frac{P}{P_{нас.}} = \frac{P_{нас.}}{P}$.

$\nu_2 RT = P_{нас.}\cdot\left(\frac{1}{\varphi_0} - 1\right)V$

$\frac{P_{нас.}}{P} = \varphi_0 \Rightarrow P = \frac{P_{нас.}}{\varphi_0}$ $\quad \nu_2 = \frac{P_{нас.}\cdot V\cdot\left(\frac{1}{\varphi_0} - 1\right)}{RT}$;

$V_0 = \frac{\nu RT}{P} = \frac{\nu RT\cdot\varphi_0}{P_{нас.}}$

$\nu RT = P_{нас.}\cdot V$; $V_0 = V\cdot\varphi_0$.

$V_0 = V\cdot\varphi_0$.

$\boxed{\nu = \frac{P_{нас.}\cdot V}{RT}}$

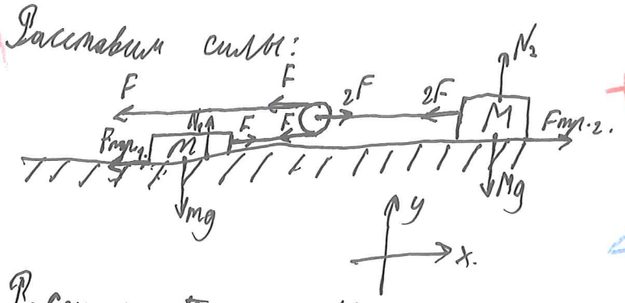
28-27-82-44 (4.4)

1	2	3	4	5	Σ
20	19	10	19	20	88
Физика	Физика	Химия	Математика	Информатика	Восемьдесят восемь

Чистовик.

№1

Расставим силы:



Запишем II закон Ньютона для каждого бруска вдоль осей x и y:

m:

$ma_x = F - F_{тр.1}$;

$ma_y = N_1 - mg = 0$; $F_{тр.1} = \mu N_1 = \mu mg \Rightarrow ma_x = F - \mu mg$.

M: ~~$Ma_x = 2F - F_{тр}$~~

$Ma_y = N_2 - Mg = 0$;

$Ma_x = F_{тр.2} - 2F$; $F_{тр2} = \mu N_2 = \mu Mg \Rightarrow Ma_x = \mu Mg - 2F$

Поскольку мы рассматриваем соприкосновение, то:

$a_{отн.} = a_{1x} - a_{2x}$, из предыдущего пункта:

$a_{1x} = \frac{F}{m} - \frac{\mu mg}{m} = \frac{F}{m} - \mu g$

$a_{2x} = \frac{\mu Mg}{M} - \frac{2F}{M} = \mu g - \frac{2F}{2m} = \mu g - \frac{F}{m}$;

$a_{отн.} = \frac{F}{m} - \mu g - \left(\mu g - \frac{F}{m}\right) = \frac{2F}{m} - 2\mu g$;

$\frac{a_{отн.}\cdot\tau^2}{2} = \Delta x$; из условия $\Delta x = 1\,м.$, $\tau = 1\,с.$ $\Rightarrow \frac{a_{отн.}\cdot 1\,с^2}{2} = 1\,м. \Rightarrow$

$\Rightarrow a_{отн.} = 2\,\frac{м}{с^2}$; $\mu g = 0{,}3\cdot 10\,\frac{м}{с^2} = 3\,\frac{м}{с^2} \Rightarrow$

$\Rightarrow 2\,\frac{м}{с^2} = \frac{2F}{m} - 6\,\frac{м}{с^2}\cdot\Big|\cdot\frac{1}{2}$

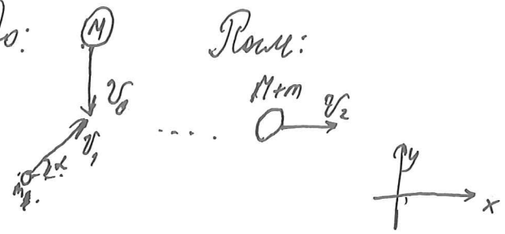
$1\,\frac{м}{с^2} = \frac{F}{m} - 3\,\frac{м}{с^2}$.

$\frac{F}{m} = 4\,\frac{м}{с^2} \Rightarrow F = m\cdot 4\,\frac{м}{с^2} = 0{,}5\,кг\cdot 4\,\frac{м}{с^2} = 2\,Н$ $\quad$ **Ответ: 2 Н.**

Чистовик

№2

Пусть V_0 – скорость шарика за мгновение до ~~падения~~ столкновения, а V_1 – скорость пули; M – масса шарика, m – масса пули; V_2 – скорость шарика и пули после столкновения, тогда



Запишем ЗСИ:

O_y: $mV_1\sin\alpha - MV_0 = (M+m)\cdot 0$.

O_x: $mV_1\cos\alpha = (M+m)V_2$

Поскольку $M \gg m$ (из условия), то $M+m \approx M$, тогда.

$$\begin{cases} mV_1\sin\alpha = MV_0. & (1) \\ mV_1\cos\alpha = MV_2. & (2) \end{cases}$$

(1):(2) $\frac{V_0}{V_2} = \frac{\sin\alpha}{\cos\alpha} = tg\alpha$; $\alpha = 45^\circ \Rightarrow \frac{V_0}{V_2} = 1 \Rightarrow V_0 = V_2$

После столкновения никакие силы не действуют по оси $x \Rightarrow V_2\cdot\tau = L \Rightarrow V_2 = \frac{L}{\tau} = \frac{20м.}{2с.} = 10\frac{м.}{с.}$

Сразу после столкновения скорость по оси y равна $0 \Rightarrow$
$\Rightarrow 0\cdot\tau + \frac{g\tau^2}{2} = h$; h – высота ~~сто~~ точки столкнов.

$h = \frac{10\frac{м}{с^2}\cdot 4с^2}{2} = 20м.$

Запишем ЗСЭ для шарика в момент отпускания и за мгновение до столкновения:

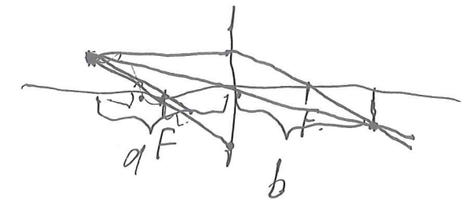
$MgH = Mgh + \frac{MV_0^2}{2} \Big| \cdot\frac{1}{M}$

$g(H-h) = \frac{V_0^2}{2}$; $V_0 = V_2 \Rightarrow H = h + \frac{V_0^2}{2g} = 20м. + \frac{100\frac{м^2}{с^2}}{20\frac{м}{с^2}} = 25м.$ $\boxed{\text{Ответ: 25м.}}$

Нет расч. выражение через заданные условия

~~Черновик~~

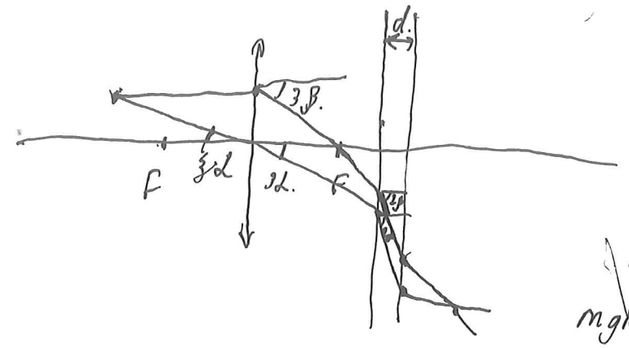
Черновик



$\frac{V_0^2 - 0^2}{2g} = H - h$;

$\frac{100}{20} = H - 20м$;

$H = 25$ м.



$\vec{V_{1y}} + \vec{V_0} = \vec{0} \Rightarrow V_{1y} - V_0 = 0$;

$V_{1y} = 10\frac{м}{с}$;

$V_{1x} = \frac{L}{\tau} = 10\frac{м}{с}$; $V_0 = 10\frac{м}{с}$;

$h = \frac{g\tau^2}{2} = \frac{4с^2\cdot g}{2} = 2с^2\cdot 10\frac{м}{с^2} = 20м.$

$mgh + \frac{mV_{1x}^2}{2} + \frac{mV_{1y}^2}{2} = \frac{mV_{1x}^2}{2} + \frac{mV_{1y_0}^2}{2}$

$V_{1y_0} = V_{1x} = 10\frac{м}{с}$ $\quad V_{1y} = \sqrt{2gh + V_{1y_0}^2}$

$V_{1y} = \sqrt{100\frac{м^2}{с^2}}$

$b\cdot 3\beta = x + y \Rightarrow b\cdot 3\beta - y = b\cdot 3\alpha$.

$y = b\cdot(3\beta - 3\alpha)$ $\quad \frac{y}{b} = 3\beta - 3\alpha$.

$b\cdot 3\alpha = x$

$(c-3)\cdot 3\beta + 3\cdot 2\beta - y = (c-3)\cdot 3\alpha + 3\cdot 2\alpha$.

$3c\beta - 9\beta + 6\beta - y = 3c\alpha - 9\alpha + 6\alpha$.

~~3c-1~~

$(c-1)\cdot 3\beta - y = (c-1)\cdot 3\alpha$

$c = b + 1$; 1 см.

$a_{общ} = \frac{(F - \mu mg)}{m} + \frac{(2F - \mu Mg)}{M} = \frac{F}{m} - \mu g + \frac{F}{m} - \mu g \Rightarrow$

$\Rightarrow a_{общ} + 2\mu g = \frac{2F}{m}$; $a_{общ} = \sqrt{\frac{2\Delta x}{t^2}} =$

$2\frac{м}{с^2} + 2\cdot 0{,}3\cdot 10 = \frac{2F}{m} = 2 + 6 = \frac{2F}{m} \Rightarrow 4 = \frac{F}{m} = 2Н. = \sqrt{2}\frac{м}{с^2}$.

Черновик

$PV = \nu RT.$

$\frac{P_{нас}}{P} = \varphi_0;\ P_{нас.} \cdot V = \nu_1 \cdot RT;$

$(P - P_{нас.})V = \nu_2 RT.$

$\left(\frac{P_{нас}}{\varphi_0} - P_{нас}\right)V = \nu_2 RT.$

$\frac{P_{нас} \cdot V \cdot \left(\frac{1}{\varphi_0} - 1\right)}{R \cdot T} = \nu_2$

$\lambda m_3 = \frac{U^2}{R} \cdot \tau \cdot \eta$

$\frac{m_3 + \nu_2 \cdot \mu}{V} = const.$

$\frac{m_3}{V} = \frac{U^2 \cdot \tau \cdot \eta}{R \cdot V \cdot \lambda} + \frac{\nu_2 \cdot \mu}{V}$

$\frac{P}{P_{нас.}} - 1 = \varphi_0.$

$PV = \nu_1 RT(1 - \varphi_0)$

$\frac{P}{P_{нас.}} = \varphi_0.$

$\nu_2 = \varphi_0 \cdot \nu_1;$

$P = P_{нас.} \cdot \varphi_0$

$1 - \frac{P}{P_{нас.}} = \varphi_0.$

$\nu_2 = \frac{P_{нас.} \cdot V - P_{нас.} \cdot V \cdot \varphi_0}{RT}$

$\nu_2 = \varphi \nu_1$

$\nu_2 = \frac{P_{нас.} \cdot V \cdot \varphi}{RT}.$

$P = P_{нас.}(1 - \varphi_0)$

$PV =$

28-27-82-44 (4.4)

№3 Чистовик.

Пусть ν_2 – кол-во воды (вещества) в начале (при $\varphi = 41{,}5\%$)

ν_1 – кол-во воды при насыщенных парах ($\varphi = 100\%$)

$\nu_2 = \nu_1 \cdot \varphi_0;\ \varphi_0 = 0{,}415.$

По закону Менделеева-Клапейрона:

$P_{нас.} \cdot V = \nu_1 RT \Rightarrow \nu_1 = \frac{P_{нас.} \cdot V}{RT} \Rightarrow \nu_2 = \frac{\varphi \cdot P_{нас.} \cdot V}{RT}$

$m_2 = \mu \cdot \nu_2 = \frac{\mu \cdot \varphi \cdot P_{нас.} \cdot V}{RT}$ – масса воды изначально содержащейся в воздухе.

Пусть m – масса воды, перешедшей в пар, тогда:

$\lambda \cdot m = Q_-$

$\frac{U^2}{R} \cdot \tau = Q_+$

$\eta = \frac{Q_-}{Q_+} \Rightarrow \frac{U^2}{R} \cdot \tau \cdot \eta = \lambda \cdot m \Rightarrow m = \frac{U^2 \cdot \tau \cdot \eta}{R \cdot \lambda}$

$m_2 = \frac{\mu \cdot \varphi \cdot P_{нас.} \cdot V}{R \cdot T} = \frac{0{,}018 \frac{кг}{моль} \cdot 0{,}415 \cdot 2 \cdot 10^3 Па \cdot 50 м^3}{300 K \cdot 8{,}3 \frac{Дж}{моль \cdot K}} = \frac{0{,}018 \cdot 0{,}415 \cdot 10^5}{300 \cdot 8{,}3} кг =$

$= \frac{10^5 \cdot 0{,}006 \cdot 1}{100 \cdot 20} кг. = \frac{600}{2000} кг = 0{,}3 кг.$

$m = \frac{U^2 \cdot \tau \cdot \eta}{R \cdot \lambda} = \frac{100^2 В^2 \cdot 2300 с \cdot 0{,}8}{80 Ом \cdot 2{,}3 \cdot 10^6 \frac{Дж}{кг}} = \frac{100^2 \cdot 1000}{100 \cdot 10^6} кг. = \frac{10^7}{10^8} кг. = 0{,}1 кг.$

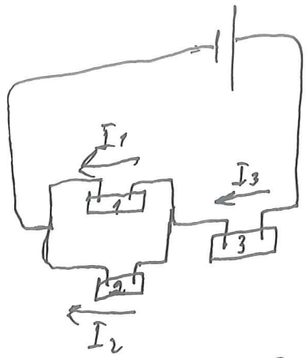
Абс. влажность $= \frac{m + m_2}{V} = \frac{0{,}4 кг}{50 м^3} = \frac{400 г}{50 м^3} = 8 \frac{г}{м^3}.$

Надо получить решение в общем виде

$\boxed{Ответ: 8 \frac{г}{м^3}.}$

верно!

№4 Чистовик



Поскольку первая и вторая ванна соединены параллельно, а третья последовательно с ними:

$I_3 = I_1 + I_2$.

пусть t – время провед. эксперимента

$$\begin{cases} m_1 = k_1 \cdot q_1 = k_1 \cdot I_1 \cdot t \\ m_2 = k_2 \cdot q_2 = k_2 \cdot I_2 \cdot t \\ m_3 = k_3 \cdot q_3 = k_3 \cdot I_3 \cdot t \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \frac{m_1}{k_1} = I_1 \cdot t \\ \frac{m_3}{k_3} = I_3 \cdot t \\ \frac{m_2}{k_2} = I_2 \cdot t \end{cases}$$

$$I_2 = I_3 - I_1 \Rightarrow I_2 \cdot t = I_3 \cdot t - I_1 \cdot t \Rightarrow \frac{m_2}{k_2} = \frac{m_3}{k_3} - \frac{m_1}{k_1}.$$

$$m_2 = k_2 \cdot \left(\frac{m_3}{k_3} - \frac{m_1}{k_1}\right) = k_2 \cdot \left(\frac{744 \cdot 10^{-6}\,кг}{9{,}3 \cdot 10^{-8}\,\frac{кг}{кл}} - \frac{660 \cdot 10^{-6}\,кг}{3{,}3 \cdot 10^{-7}\,\frac{кг}{кл}}\right) = k_2 \cdot (8000\,кл - 2000\,кл) =$$

$= k_2 \cdot 6000\,кл$; $m_2 = \rho \cdot S \cdot d$; d – толщина слоя $\Rightarrow$

$$\Rightarrow k_2 \cdot 6000\,кл = \rho \cdot S \cdot d \Rightarrow d = \frac{k_2 \cdot 6000\,кл}{\rho \cdot S} = \frac{1{,}1 \cdot 10^{-6}\,\frac{кг}{кл} \cdot 6000\,кл}{1{,}05 \cdot 10^{4}\,\frac{кг}{м^3} \cdot 110 \cdot 10^{-4}\,м^2} =$$

$$= \frac{6000 \cdot 10^{-6}\,м}{1{,}05 \cdot 100} = \frac{60}{1{,}05}\,мкм \approx 60\,мкм.$$

нет расчетной ф-лы. С кот. входят данные задачи

$\boxed{\text{Ответ: } 60\,мкм.}$

$$\begin{array}{r|l} 60{,}0 & 1{,}05 \\ -525 & 57{,}14\ldots \\ 750 & \\ -735 & \\ 150 & \\ -105 & \\ 450 & \\ -420 & \\ 30\ldots & \end{array} \approx 57$$

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

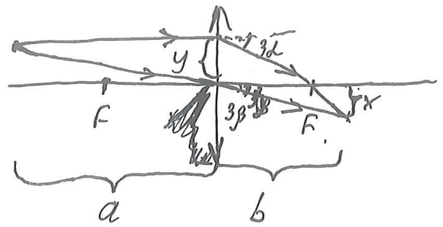
Подписывать лист-вкладыш запрещается! Писать на полях листа-вкладыша запрещается!

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

28-27-82-44 (4.5)

Чистовик.

№5 Поскольку точка за фокусом и изображ. действительное, линза собирающая

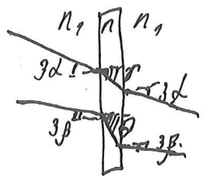


Введём обозначения, как показано на рисунке ⇒ поскольку углы малые:

$tg3\alpha \approx 3\alpha$; $tg3\beta \approx 3\beta \Rightarrow b\cdot tg3\alpha = x+y$, $b\cdot tg3\beta = x$ ⇒ $3\alpha\cdot b - y = x$, $3\beta\cdot b = x$ ⇒

$\Rightarrow 3\alpha\cdot b - y = 3\beta\cdot b \Rightarrow b\cdot(3\alpha-3\beta) = y.$

Рассмотрим прохождение пластинки лучами:



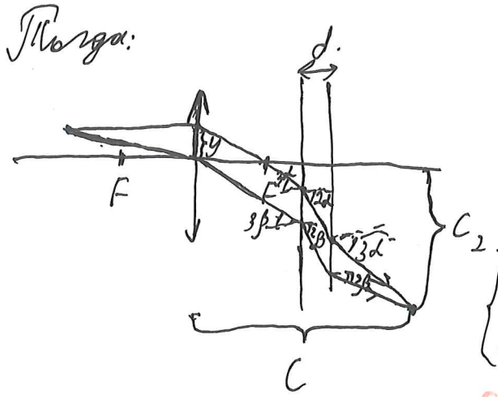
$n_1 = 1$
$n = 1{,}5$

по закону Снеллиуса:

$n_1\cdot \sin 3\alpha = n\cdot \sin\gamma \Rightarrow 3\alpha\cdot n_1 = \gamma\cdot n \Rightarrow \gamma = \frac{3\alpha\cdot n_1}{n} = 2\alpha$

$n_1\cdot \sin 3\beta = n\cdot \sin\theta \Rightarrow 3\beta\cdot n_1 = n\cdot\theta \Rightarrow \theta = \frac{3\beta\cdot n_1}{n} = 2\beta.$

Тогда:



$$\begin{cases}(C-d)\cdot tg3\alpha + d\cdot tg2\alpha = C_2+y\\ (C-d)\cdot tg3\beta + d\cdot tg2\beta = C_2\end{cases}$$

$$\begin{cases}(C-3\text{см.})\cdot 3\alpha + 3\text{см.}\cdot 2\alpha = C_2+y\\ (C-3\text{см.})\cdot 3\beta + 3\text{см.}\cdot 2\beta = C_2.\end{cases}$$

$$\begin{cases}3\alpha\cdot C - \alpha\cdot 3\text{см.} = C_2+y & (1)\\ 3\beta\cdot C - \beta\cdot 3\text{см.} = C_2 & (2)\end{cases}$$

(1)−(2): $y = (3\alpha-3\beta)\cdot C - (3\alpha-3\beta)\cdot 1\text{см.} \Rightarrow \begin{cases}y = (C-1\text{см.})(3\alpha-3\beta)\\ y = b\cdot(3\alpha-3\beta)\end{cases} \Rightarrow$

$\Rightarrow (C-1\text{см})(3\alpha-3\beta) = b\cdot(3\alpha-3\beta) \Rightarrow C-1\text{см.} = b \Rightarrow C-b = 1\text{см.}$

Ответ: 1см.

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

Подписывать лист-вкладыш запрещается! Писать на полях листа-вкладыша запрещается!