0 535279 570003

53-52-79-57
(69.5)

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 3

Выход $16^{35} - 16^{37}$ Ц

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов

по физике

Афанасьева Артема Алексеевича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата

«21» февраля 2020 года

Подпись участника

Афа

53-52-79-57 (69.5)

Чистовик

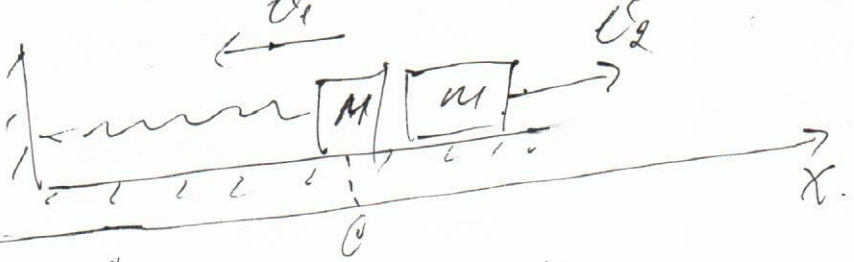
№1

Дано:

$t = \frac{2}{3}T$

$n = \frac{M}{m}$ - ?

Решение После соударения:



По з-ну Сохранения импульса

$\sum \vec{p_i} = const.$ $F_y(0) = 0.$

~~OX: $-mv_0 = -mv_2 + Mv_1$~~

$OX: -mv_0 = -Mv_1 + mv_2;\ v_2 = \frac{Mv_1 - mv_0}{m}$

По з-ну сохранения энергии:

$\sum K_i = const;\ \frac{mv_0^2}{2} = \frac{Mv_1^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2};$

$mv_0^2 = Mv_1^2 + \frac{(M^2v_1^2 - 2mMv_1v_0 + m^2v_0^2)}{m}$

$\cancel{m^2v_0^2} = Mmv_1^2 + M^2v_1^2 - 2mMv_1v_0 + \cancel{m^2v_0^2}$

$Mv_1^2(m+M) = 2mMv_1v_0;\ v_1 = 0$ не подходит.

$v_1 = \frac{2mv_0}{m+M};\ v_2 = \frac{\frac{2mM}{m+M} - m}{m}v_0 = v_0\frac{2mM - m^2 - mM}{(m+M)m}$

$v_2 = \frac{M-m}{M+m}v_0;$ Ур-е колебаний груза M:

$X = A\sin\omega t + B\cos\omega t;\ X(0) = 0 + B = 0;\ B = 0.$

$v_x = A\omega\cos\omega t;\ v_x(0) = -v_1;\ A\omega = -v_1;\ A = -\frac{v_1}{\omega}$

$X(\frac{2}{3}T) = -\frac{v_1}{\omega}\sin(\frac{2\pi}{T}\cdot\frac{2}{3}T) = v_2\cdot\frac{2}{3}T.$

$-\frac{\frac{2mv_0}{m+M}}{\frac{2\pi}{T}}\sin(\frac{4\pi}{3}) = \frac{M-m}{M+m}v_0\cdot\frac{2}{3}T;\ \sin\frac{4\pi}{3} = -\frac{\sqrt{3}}{2}.$

$\frac{m}{\pi}\frac{\sqrt{3}}{2} = (M-m)\frac{2}{3}.$ $\sqrt{3} \approx 1{,}7;\ \pi \approx 3.$

$\frac{3\sqrt{3}}{4\pi} = n - 1;\ n = \frac{3\sqrt{3}}{4\pi} + 1 \approx \frac{1{,}7}{4} + 1 \approx 1{,}43$

Продолжение на следующем листе Ответ: $n \approx 1{,}43$

Т	7	10	4	10	Σ 31
3	15	13	14	15	57

88

Чистовик

Дано:
$h = 35$ см
$t = 100°C = 373°K$
$\Delta h = 5$ см
$\Delta m = 0{,}1$ г
$S = 100$ см^2
$p_0 = 10^5$
$\mu = 18 \frac{г}{моль}$
$g = 10 \frac{м}{с^2}$
$R = 8{,}3 \frac{Дж}{моль K}$

№1 Продолжение.

Ответы на вопросы:

1) Потенциальная энергия определяется уровнем от которого мы её считаем. Практическое значение имеет лишь разность потенциальной энергии. И все же! что это?

2) Потенциальная энергия вблизи пов-ти Земли: $\Pi = mgh$, $g \approx const$, $h \ll R_з$

Потенциальная энергия пружины: $\Pi = \frac{kx^2}{2}$

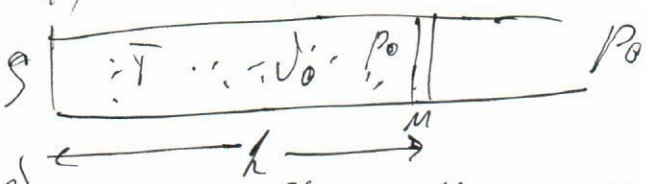
Обозначение?

№2.

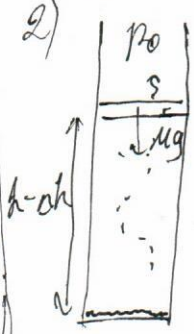
Дано
$h = 35$ см
$T = 373$ K
$\Delta h = 5$ см
$\Delta m = 0{,}1$ г
$S = 100$ см^2
$p_0 = 10^5$ Па
$\mu = 18 \frac{г}{моль}$
$R = 8{,}3 \frac{Дж}{моль K}$
$g = 10 \frac{м}{с^2}$
M – ?

Решение

1)



2)



Ур-е Менделеева-Клапейрона:
$pV = \nu RT$

Объёмом воды можно пренебречь $\frac{\Delta m}{\rho} \ll Sh'$

1) $p_0 S h = \nu_0 RT$;

2) $\left(p_0 + \frac{Mg}{S}\right) S h' = (\nu_0 - \Delta\nu) RT$; $h' = h - \Delta h = 30$ см

$\Delta\nu = \nu_в$; $m = \nu \cdot \mu$; $\nu_в = \frac{\Delta m}{\mu}$

(2) – (1): $\left(p_0 + \frac{Mg}{S}\right) S h' - p_0 S h = -\Delta\nu RT$.

$h'(p_0 S + Mg) = p_0 S h - \frac{\Delta m}{\mu} RT$.

$$M = \frac{\frac{p_0 S h - \frac{\Delta m RT}{\mu}}{h'} - p_0 S}{g}$$

Продолжение на след. стр.

13

с учетом введенного переобозначения $h' = h - \Delta h$ ответ в общем виде в итоге верный.

53-52-79-57 (69.5)

№2 Продолжение Чистовик

$$M \approx \frac{1}{10}\left[\frac{35\cdot10^{-5}\cdot10^{-4} - \frac{10^{-4}\cdot 8{,}3\cdot 370}{18\cdot10^{-3}}}{30\cdot10^{-2}} - 10^{3}\right] \approx$$

допущена арифм. ошибка

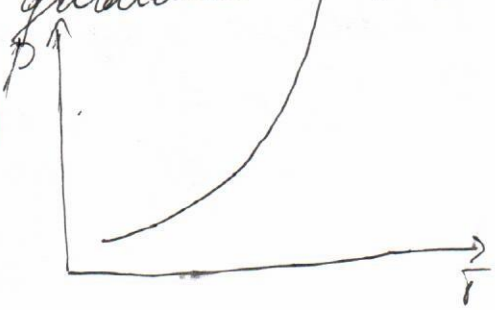
$$\approx \frac{1}{10}\left[\frac{3500 - \frac{83\cdot37}{18}}{3} - 10^{3}\right] \approx \frac{1}{10}\left[\frac{3500-17}{3} - 10^{3}\right] \approx$$

$$\approx \frac{1}{10}\left[1161 - 10^{3}\right] \approx 16{,}1 \text{ кг.}$$ −

Ответы на вопросы:

1) Температура, при которой давление насыщенных паров жидкости сравнивается с внешним давлением. +

2) ~~Приказ от~~ Вид зависимости давления насыщенных паров от температуры: +



№3

Дано:
$m = 10$ мг.
$q = 10^{-7}$ Кл.
$B_0 = 100$ Тл.
$n = 8\frac{1}{c}$
$N - ?$

Решение:

ЭДС индукции: $\mathcal{E}_i = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$; $\Phi = SB$

$\mathcal{E} = \frac{S\Delta B}{\Delta t}$; $\mathcal{E} = \int_0^{2\pi R} E\,dl = E\cdot 2\pi R$.

$E\cdot 2\pi R = \frac{\pi R^2 dB}{dt}$; $E = \frac{R\,dB}{2\,dt}$.

По з-ну сохранения энергии: dx - малое смещение

$dA = dE_k$; $dA = F_э\cdot N dx$; $dK = N m v dv$.

$F_э = E\cdot Nq$; $E N q\,dx = N m v dv$

$\frac{R\,dB}{2\,dt} q\,dx = m v dv$; $\frac{dx}{dt} = v$.

$\frac{Rq}{2} dB = m\,dv \Rightarrow \frac{Rq}{2} B_0 = mv$; $\omega = \frac{v}{R}$.

$\frac{qB_0}{2m} = \omega$; За период съёмки кольцо должно сместиться на угол $\varphi = \frac{2\pi}{N}$

$\Rightarrow \omega = \frac{\varphi}{T_{съемки}} = \frac{2\pi}{N} n$. Продолжение на след. стр.

№ 3 Продолжение Числовик.

$$\frac{qB_0}{2m} = \frac{2\pi}{T} \cdot n, \quad N = \frac{4\pi nm}{qB_0}$$

$\pi \approx 3,14$

$$N \approx \frac{4 \cdot 3 \cdot 8 \cdot 10^{-5}}{10^{-7} \cdot 100} \approx 100,48 \approx 101.$$ 100

Ответ: $N = 101$

Ответы на вопросы:

1) Индуктивность - отношение потока создаваемого в контуре к току в этом контуре.

2) $\mathcal{E} = -L\frac{\Delta I}{\Delta t}$ - индуктивность, умноженная на предел изменения тока, ~~деленное~~ деленное на время за которое это изменение произошло

№ 4.

Дано:

$d = 24$ см.

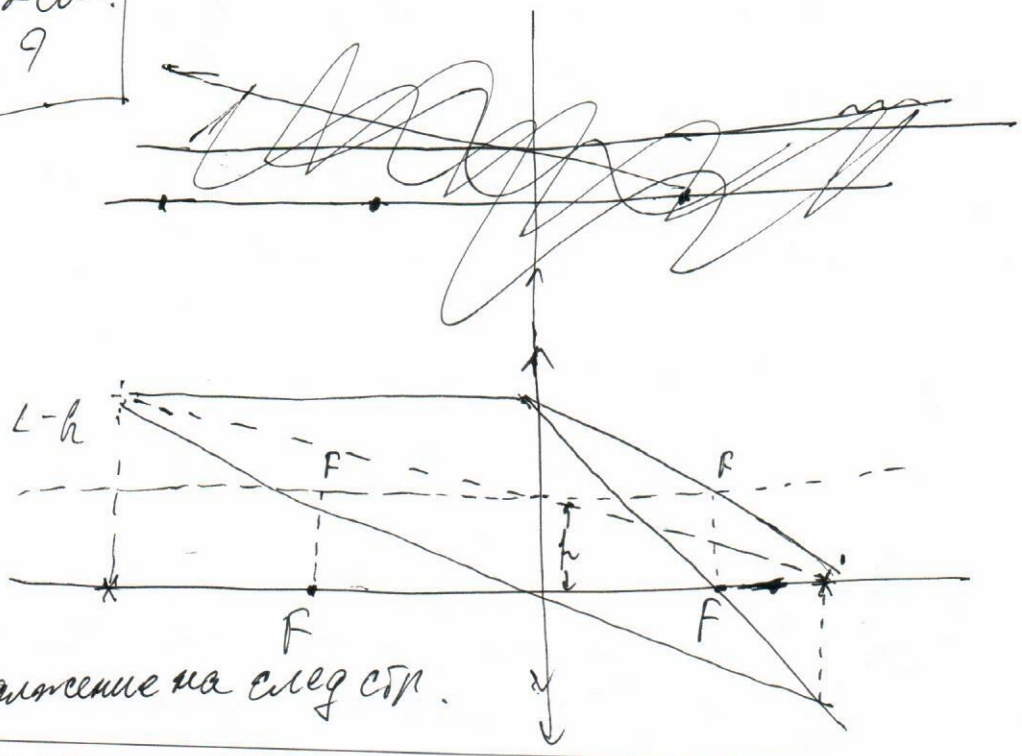
$L = 6$ см.

$h = 2$ см.

$F - ?$

Решение

Для того, чтобы изображение встало на прежнее место, линзу нужно приподнять.



Продолжение на след стр.

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

53-52-79-57
(69.5)

№ 4 Продолжение. Чистовик

Если линзу опускать, то изображение, наоборот, отдалится от начального положения

Из подобия треугольников: $\Gamma = \frac{f}{d} = \frac{h}{L-h}$.

Формула тонкой линзы:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} \quad ; \quad \frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{L-h}{hd} = \frac{L}{hd}.$$

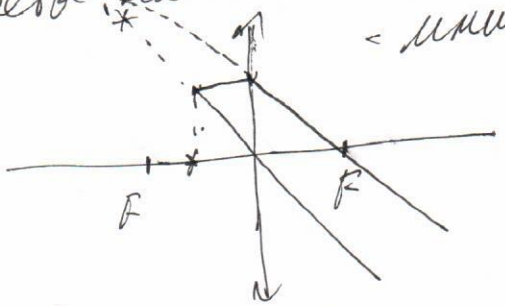
$$\Rightarrow F = \frac{hd}{L} = \frac{2 \cdot 24}{6} = 8 \text{ см}.$$

Ответ: $F = 8$ см.

Ответы на вопросы:

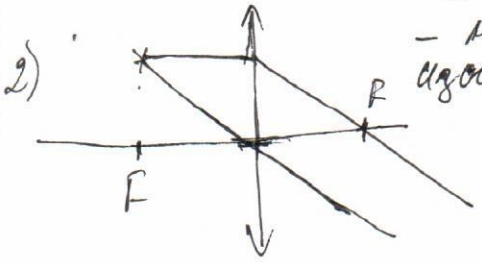
1) – мнимое увеличенное прямое

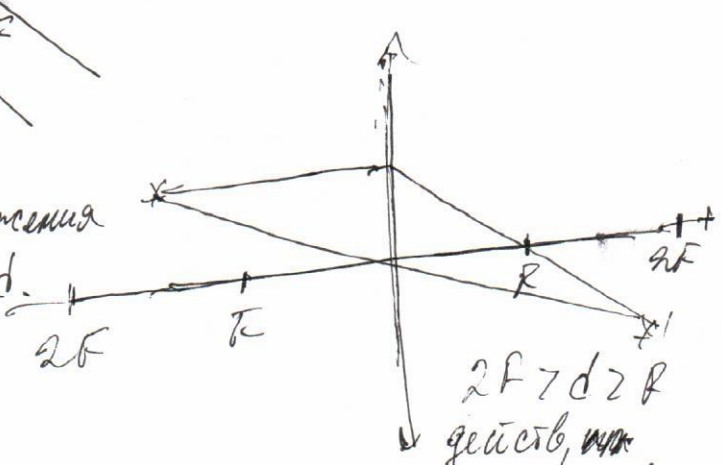
$F > d > 0$.



2) – нет изображения

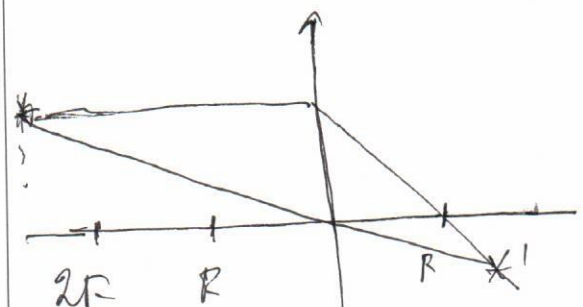
$F = d$.





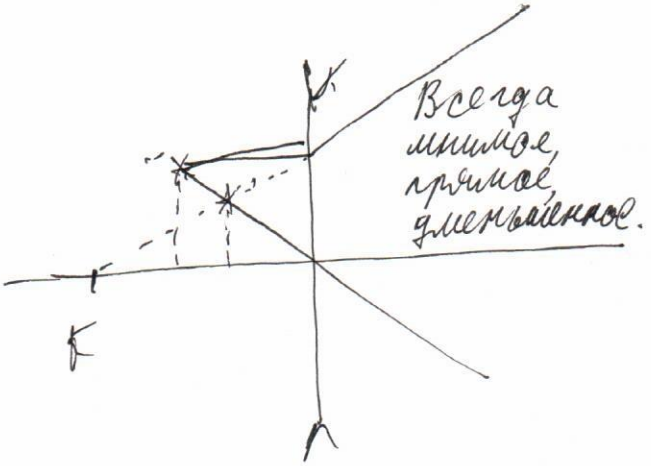
$2F > d > R$

действ., увеличенное, перевёрнутое



$d > 2R$

действ. перевёрн. уменьшенное



Всегда мнимое, прямое, уменьшенное.

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

Черновик

Величина связью q^2 и I

$\cancel{qvB}$, $\cancel{E \cdot \pi r^2} = \frac{\pi r^2 \Delta B}{\Delta t}$; $\cancel{E} = \frac{r \Delta B}{2 \Delta t}$.

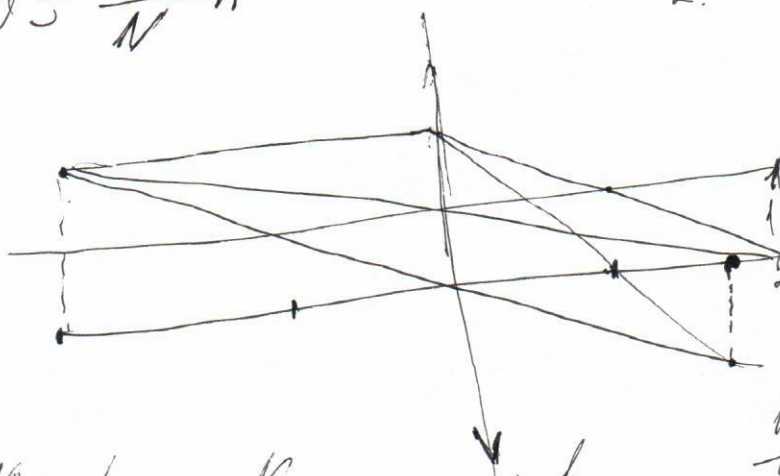
$E \cancel{x} q\,dx = \cancel{N} m v\,d\theta$.

$\frac{r \Delta B}{2 \Delta t} q\,dx = m v\,d\theta$.

$\frac{r q \Delta B}{2} = m \Delta\theta$.

$\frac{r q B}{2} = m \cdot \theta$; $\frac{qB}{2m} = \omega$.

$\omega = \frac{2\pi}{N} n$



$\frac{h}{L-h} = \frac{f}{d}$; $f = d \frac{h}{L-h}$.

$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{L-h}{dh} = \frac{L}{dh}$.

$F = \frac{dh}{L} = \frac{24 \cdot 2}{6} = 8$.

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

16×16: 96, 16, 256

17×17: 119, 17, 289

171×171: 171, 1197, 171, 29241

$\frac{17}{4} = 4{,}25$

Черновик

$mv_0 = Mv_1 - mv_2$; $v_2 = \frac{1}{m}(Mv_1 - mv_0)$

$mv_0^2 = Mv_1^2 + mv_2^2$; $mv_0^2 = Mv_1^2 + \frac{(M^2v_1^2 - 2mMv_1v_0 + m^2v_0^2)}{M}$

$m^2v_0^2 = Mmv_1^2 + M^2v_1^2 - 2mMv_1v_0 + m^2v_0^2$

$Mv_1^2(m+M) - 2mMv_1v_0 = 0$

$v_1 = \frac{2mMv_0}{M(m+M)} = \frac{2mv_0}{m+M}$; $v_2 = \frac{(\frac{2Mmv_0}{m+M} - mv_0)}{m}$

$= \frac{2Mm - m^2 - Mm}{m(m+M)}v_0 = \frac{(M-m)}{(M+m)}v_0$.

$x = A\sin\omega t$. $v_2 t$.

$\sin(\frac{\pi}{3} + \frac{\pi}{3}) = -\frac{v_3}{2}$

$Aw = -v_1$.

$A\sin w\frac{2}{3}T = \frac{2}{3}v_2$

$-\frac{v_1}{w}\sin w\frac{2}{3}T = \frac{2}{3}v_2$

$-\frac{\frac{2m}{m+M}}{\frac{2\pi}{T}}\sin\frac{2\pi}{T}\cdot\frac{2}{3}T = \frac{2}{3}T\frac{(M-m)}{M+m}$.

$-\frac{m}{(m+M)\pi}\sin\frac{4\pi}{3} = \frac{2}{3}\frac{M-m}{M+m}$.

Потенциальная энергия определяется условием с которого мы его считаем. Практически имеет лишь разность б.

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

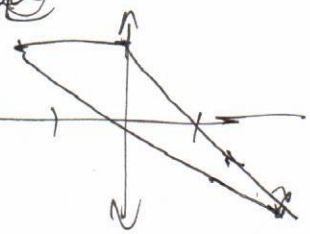
Черновик

$\mathcal{E} = \frac{\pi R^2 \Delta B}{\Delta t}$ $F = ma$ $dA = mv\,dv$

$F = Kq$; $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$. $\mathcal{E} = 2\pi R$.

$\frac{1}{F} = \frac{1}{f} + \frac{1}{d}$.

$F = \frac{f}{d} = \frac{b}{a}$.

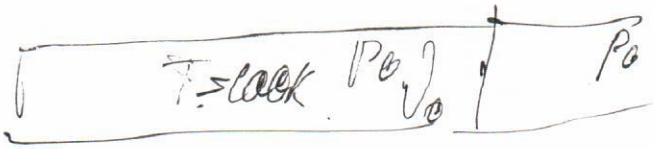


$\frac{35}{6}$.

$pV = \nu RT$.

$p = p_{ат} \frac{mg}{S}$

$\nu = \frac{m}{\mu}$; $\Delta\nu = \nu_в$.



Черновик.

$\mu_в = 18 \frac{г}{моль}$.

$p_0 S h = \nu_0 R T$.

$\left(p_0 + \frac{mg}{S}\right) S \cdot (h - \Delta h) = (\nu_0 - \Delta\nu) R T$.

$\nu_в = \frac{m_в}{\mu_в} =$

$$\frac{\frac{35 \cdot 10^5 \cdot 10^{-4} \cdot 9 - \frac{10^{-4} \cdot 8{,}3 \cdot 370}{18 \cdot 10^{-3}}}{30 \cdot 10^{-2}} - 10^3}{10}$$

$$\frac{\frac{\left(350 - \frac{37 \cdot 83}{180}\right) 10}{3} - 10^3}{10}$$

$\times \begin{array}{r} 18 \\ 7 \\ \hline 12.6 \end{array}$ 11

~~3500~~ –

$\frac{3500 - 166}{3}$

$83 \cdot 2 = 166$.

$\begin{array}{r} 3500 \\ -\ 166 \\ \hline 3334 \end{array}$

$3500 - 17{,}6$.

$700 -$

~~360~~

$\begin{array}{r|l} 35 & 3 \\ -3 & 11 \\ \hline 5 & \\ -3 & \\ \hline 2 & \end{array}$

$\begin{array}{r|l} 3483 & 3 \\ -3 & 1161 \\ \hline 4 & \\ -3 & \\ \hline 18 & \\ -18 & \\ \hline 3 & \end{array}$

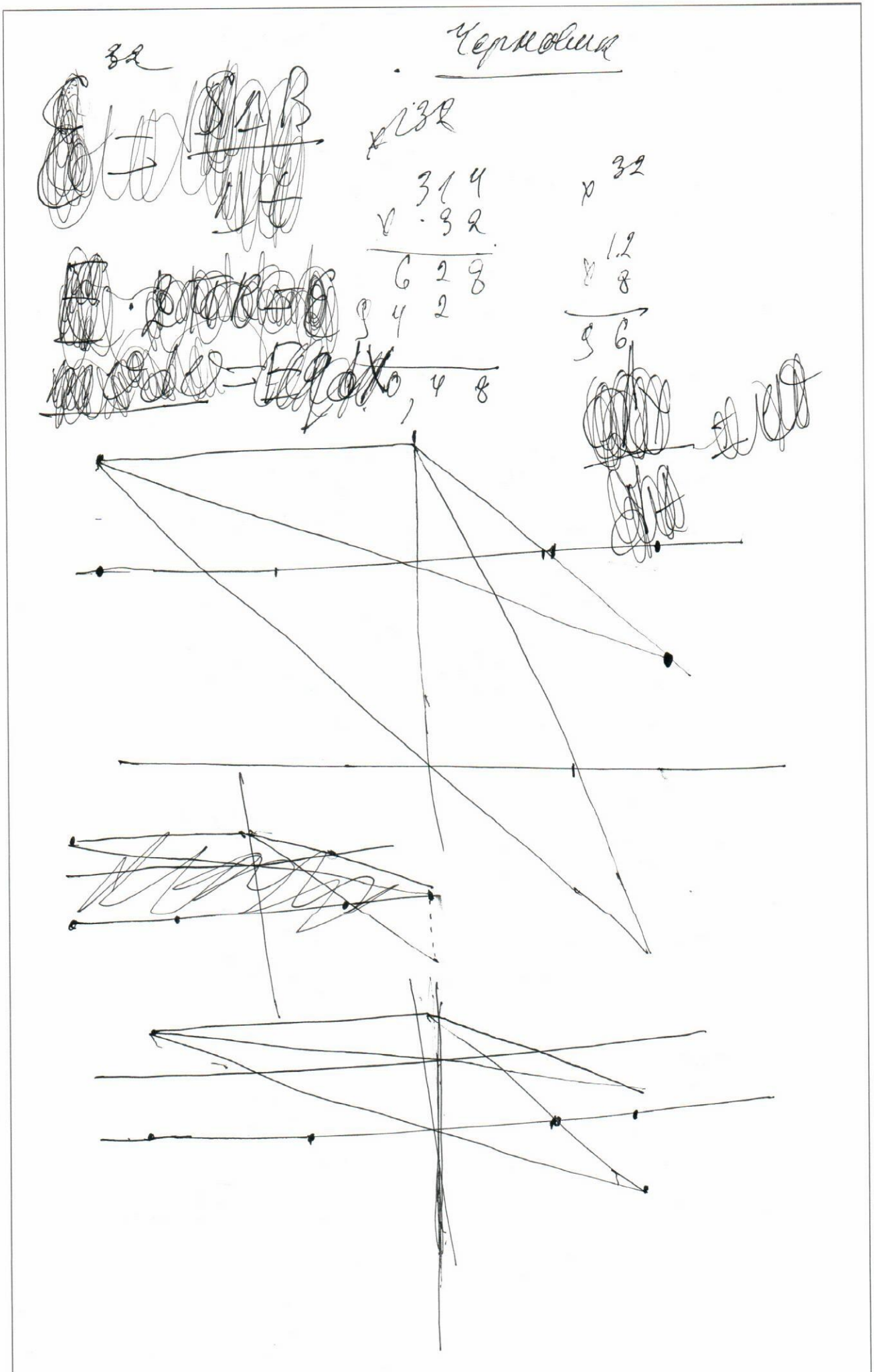
$\begin{array}{r} 37 \\ \times 83 \\ \hline 111 \\ 296 \\ \hline 3071 \end{array}$

$\begin{array}{r|l} 3071 & 18 \\ -18 & 17{,}6 \\ \hline 127 & \\ -126 & \\ \hline 1.10 & \end{array}$

3483

161

Чертежи



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