ЗАДАЧА № Е.1	ЛИСТ 1 ИЗ 3 (листы по каждой задаче нумеруются отдельно)	ф-10-04 ШИФР (заполняется оргкомитетом)

1) Закрепим верхний конец трубки на штативе, так, чтобы через него проходил воздух, а в нижний будем лить воду из шприца, пока уровень воды не дойдёт до верхнего конца. $V_0 = 20$ мл $\pm 0{,}5$ мл ~~объем~~ объем шприца с водой в начале; $V_1 = 7{,}5$ мл $\pm 0{,}5$ мл объем шприца в конце $\Rightarrow \Delta V = V_0 - V_1 = 12{,}5$ мл $\pm 1{,}0$ мл;

Измерим длину трубки в натянутом состоянии:

$l_{тр} = 120{,}5$ см ± 6 см $\Rightarrow S_{внутр} = \frac{\Delta V}{l_{тр}} \approx 0{,}104$ см^2 $\pm 0{,}01$

$\varepsilon_{внутр} = \varepsilon_{\Delta V} + \varepsilon_l = \frac{\Delta V}{V} + 0{,}05 = 0{,}13 \Rightarrow \Delta S_{внутр} = ;$

Обмотаем мерную ленту несколько раз вокруг трубки (4) и измерим длину ленты: $l_4 = 11{,}5$ см $\pm 0{,}5$ см

$\Rightarrow$ ~~Его~~ длина одного мотка равна $\frac{l_4}{4} = (2{,}875 \pm 0{,}125)$ см $= l_1 \Rightarrow$

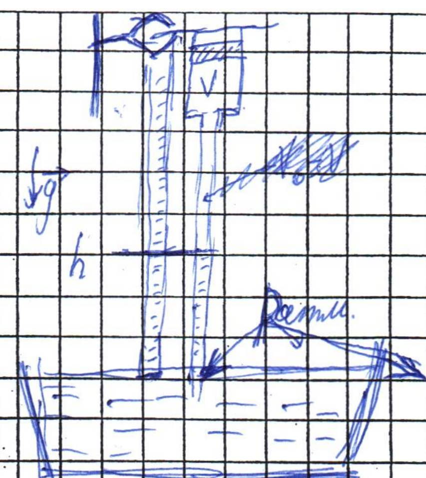
$S_{внеш} = \frac{l_1^2}{4\pi} = 0{,}658$ см^2; $\varepsilon_{внеш} = 2\varepsilon_{l_1} = 2\frac{\Delta l_1}{l_1} = 0{,}087 \Rightarrow$

$\Delta S_{внеш} = \varepsilon_{внеш} S_{внеш} = 0{,}057$, $S_{внеш} = (0{,}658 \pm 0{,}057)$ см^2

2) Прикрепим шприц на лапку, а к нему присоединим трубку, погружённую в воду, так чтобы трубка была натянута и $\perp$ земле, закрепим мерную ленту вдоль трубки $\Rightarrow$ ~~Измерим объем воздуха V_0 и находим~~ давление воздуха в шприце $p_{в}$: $p_в = \frac{\nu RT}{V}$, ν, R и $T = const \Rightarrow$

$\frac{p_{в1}}{p_{в2}} = \frac{V_2}{V_1}$; $V_{воздуха} = V_0 + S_{внутр}(h_{макс} - h)$; $p_{атм} =$

ЗАДАЧА № Е . 1	ЛИСТ 2 ИЗ 3 (листы по каждой задаче нумеруются отдельно)	Ф-10-04 ШИФР (заполняется оргкомитетом)



p в трубке на уровне воды $\Rightarrow p_{атм} = p_{воздуха} + \rho_в g h$

	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7
h; см	40,2	36	31,5	26,8	24,4	20	16,4
V; см^3	16	15,5	15	14,5	14	13,5	13
$V_{общ}$; см^3	16,38	16,3	16,25	16,22	15,96	15,9	15,76
Δp; Па	4020	3600	3150	2680	2440	2000	1640

$V_{общ} = V + S_{внутр}(h_{макс} - h)$ $\quad \Delta p = h \rho_в g$; $h_{макс} = 44$ см

Построим график зависимости Δp от $V_{общ}$ и возьмем 2 точки $\Rightarrow$ ~~$\frac{V_{общ_1}}{V_{общ_2}} = \frac{p_2}{p_1} = \frac{p_{атм}}{p_{атм} - \Delta p}$ $\frac{p_{атм}}{p_{атм} - 500 Па} = \frac{50}{49,5}$~~

~~$49,5\, p_{атм} =$~~ Закон Бойля Мариотта

$$\frac{V_{общ_1}}{V_{общ_2}} = \frac{p_2}{p_1} = \frac{p_{атм} - \Delta p_2}{p_{атм} - \Delta p_1} = \frac{p_{атм} - 3150 Па}{p_{атм} - 2350 Па} = 0,988$$

$p_{атм} = 67$ кПа

3) Возьмем и насыпем некоторое кол-во гречки в шприц, при $p_{атм}$; ~~за~~ поместим шприц в прошлый эксперимент и откачаем немного воздуха; $V_0 = 5,2$ см^3 $h = 0$,

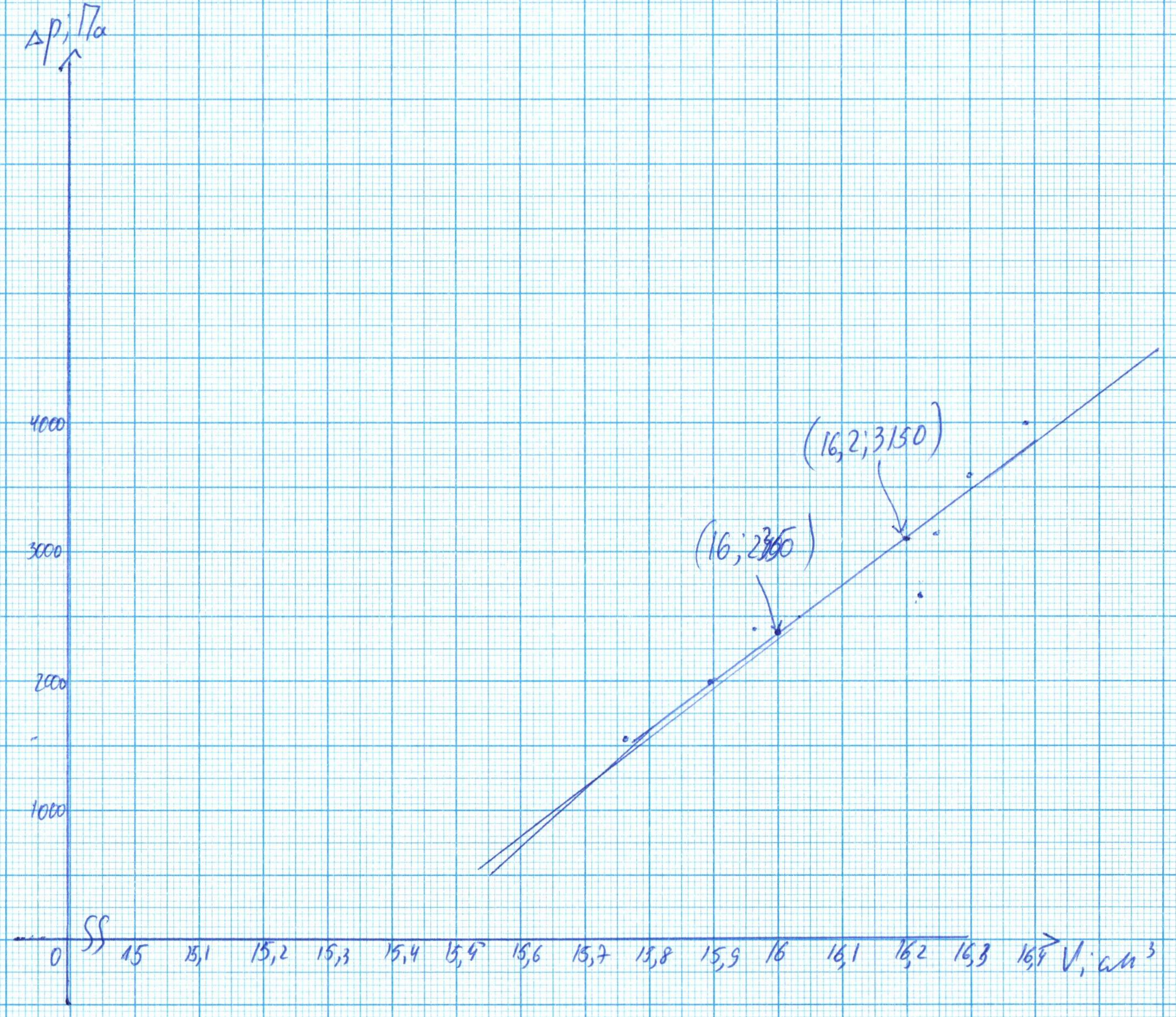
$V_1 = $ ~~10 см^3~~ 9,25 см^3 $h_1 = 41,5$ см $\Rightarrow p_1 = p_{атм} - \Delta p_1 = 62850$ Па;

$V_{общ_1} = 9,6$ см^3; $V_{общ_2} = 10,23$ см^3; $\frac{p_1}{p_2} = \frac{V_{возд\,2}}{V_{возд\,1}} =$ ~~$V_2 = \dots V_2$~~

$$= \frac{V_2 - V_{насып}}{V_1 - V_{насып}} = \frac{9,25 см^3 - V_{насып}}{9,6 см^3 - V_{насып}} = \frac{62,850}{67} \Rightarrow V_{насып} = 3,95 см^3 \Rightarrow V_{возд} = V_0 - V_{насып} = 1,25 см^3 \Rightarrow \alpha = \frac{V_{насып}}{V_{возд}} = 3,16$$

лист 3 из 3

Ф-10-04.



Р-10-04-09

ЗАДАЧА № Е.2	ЛИСТ 1 ИЗ 4 (листы по каждой задаче нумеруются отдельно)	9?-10-04 ШИФР (заполняется оргкомитетом)

1) Из условия $T_0 = 300K \Rightarrow \rho_0 = 5{,}65 \cdot 10^{-8}$ Ом·м $\Rightarrow$ Найдём максимальные значения для $\frac{\rho}{\rho_0}$ и T_0: 15,36 и 2900К $\Rightarrow$ ~~вез~~ график получился 15см × 15 см $\Rightarrow$ Пусть 1см = 1 $\frac{\rho}{\rho_0}$; 1см = 200К. Заметим что график парабола $\Rightarrow$ значения $\frac{\rho}{\rho_0}$ в при $T \approx 100K$ выше чем прямая, соед. 2 точки 300К; 500К; $T = 0K$ не существует $\Rightarrow$ до нуля не доводим.

2) Подсоединим ом-метр между 2-мя витками, около лампочки, без батарейки в цепи $\Rightarrow$ Цепь не замкнута $\Rightarrow$ ом-метр будет мерить сопротивление лампочки. $R_0 = 44$ Ом

3) Возьмём для 15 измерений различные сопротивления переменного резистора. Подключим батарейку и подождём, пока лампа не нагреется до $T = const$, ~~т.к. лампа накаляется U, а R больше~~. Измерим напряжение на витках, соседних с лампой $\Rightarrow$ оно равно напряжению лампы; Затем быстро выключим ~~лампу~~ батарейку и померим сопротивление лампы, пока она не остыла. Т.к. $R_x = \rho\frac{l}{S}$; где l - длина ~~нити~~ провода в лампе, S - его поперечное сечение, и тепловым увеличением можно пренебречь $\Rightarrow$

р-10-04-02

ЗАДАЧА № Е. 2	ЛИСТ 2 ИЗ 4 (листы по каждой задаче нумеруются отдельно)	ф-10-04 ШИФР (заполняется оргкомитетом)

$\Rightarrow$ $l = const$; $S = const \Rightarrow \frac{R_{л1}}{R_{л2}} = \frac{\rho_1}{\rho_2} \Rightarrow \frac{R_л}{R_{л0}} = \frac{\rho}{\rho_0} \Rightarrow$ из этого и предыдущего графика найдём $T_л$; $P = I^2R = \frac{U^2}{R}$

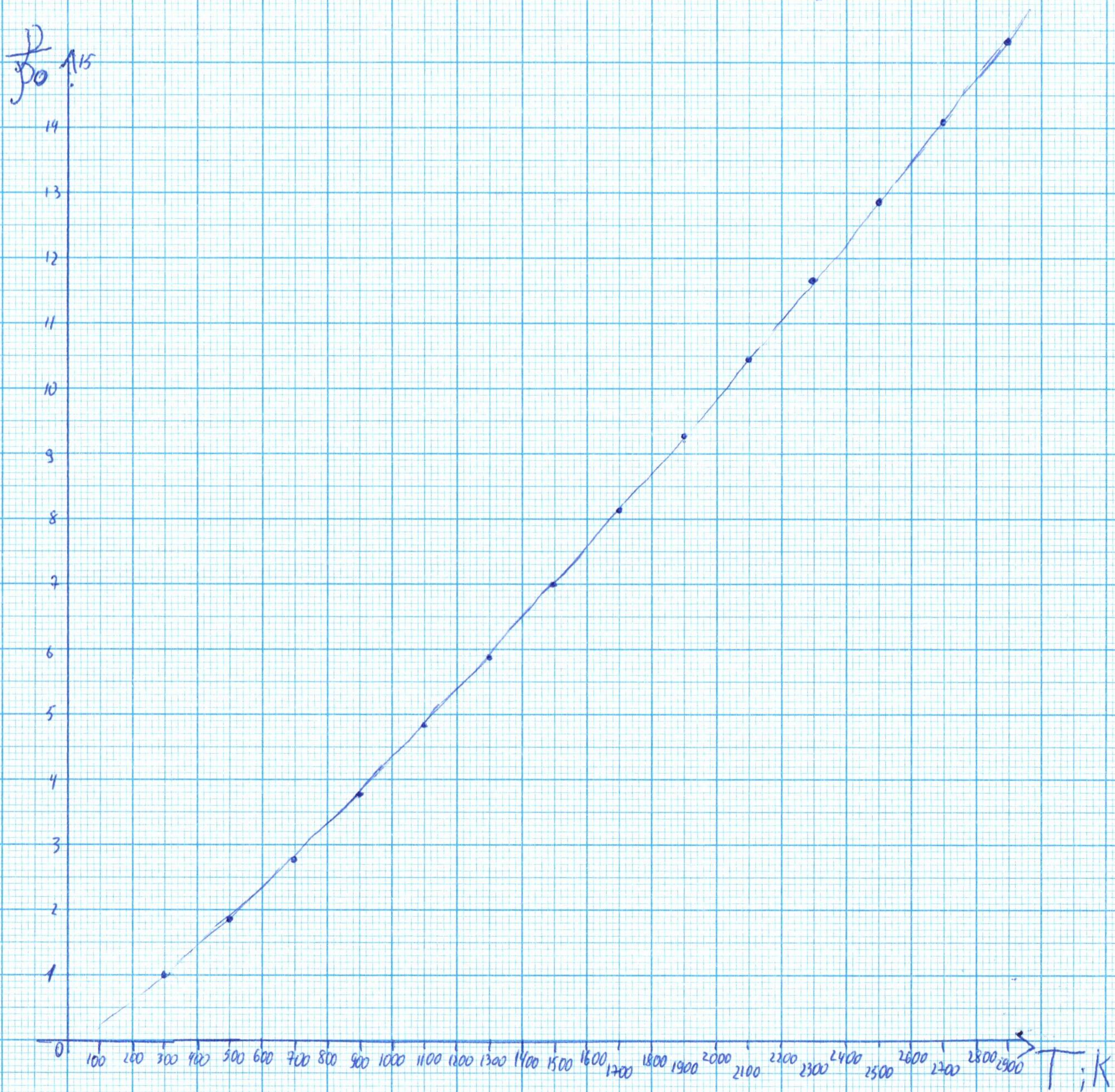
	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	№9	№10	№11
U; мВ	80	85	86	95	104	123	134	157	223	317	650
R; Ом	44	43,5	44	45	47	45	53	46	49	49	54
P; $\cdot 10^{-6}$ Вт	145	164	168	200	230	336	338	536	1015	2051	7824

	№12	№13	№14	№15	№16	№17	№18
U; мВ	1060	1700	2900	4500	5800	7400	2636
R; Ом	48	61	105	150	168	190	84
P; $\cdot 10^{-6}$ Вт	23408	47377	80095	135000	200238	288216	83980

4) График от 350 К получился прямой $\Rightarrow P \sim T - T_0$

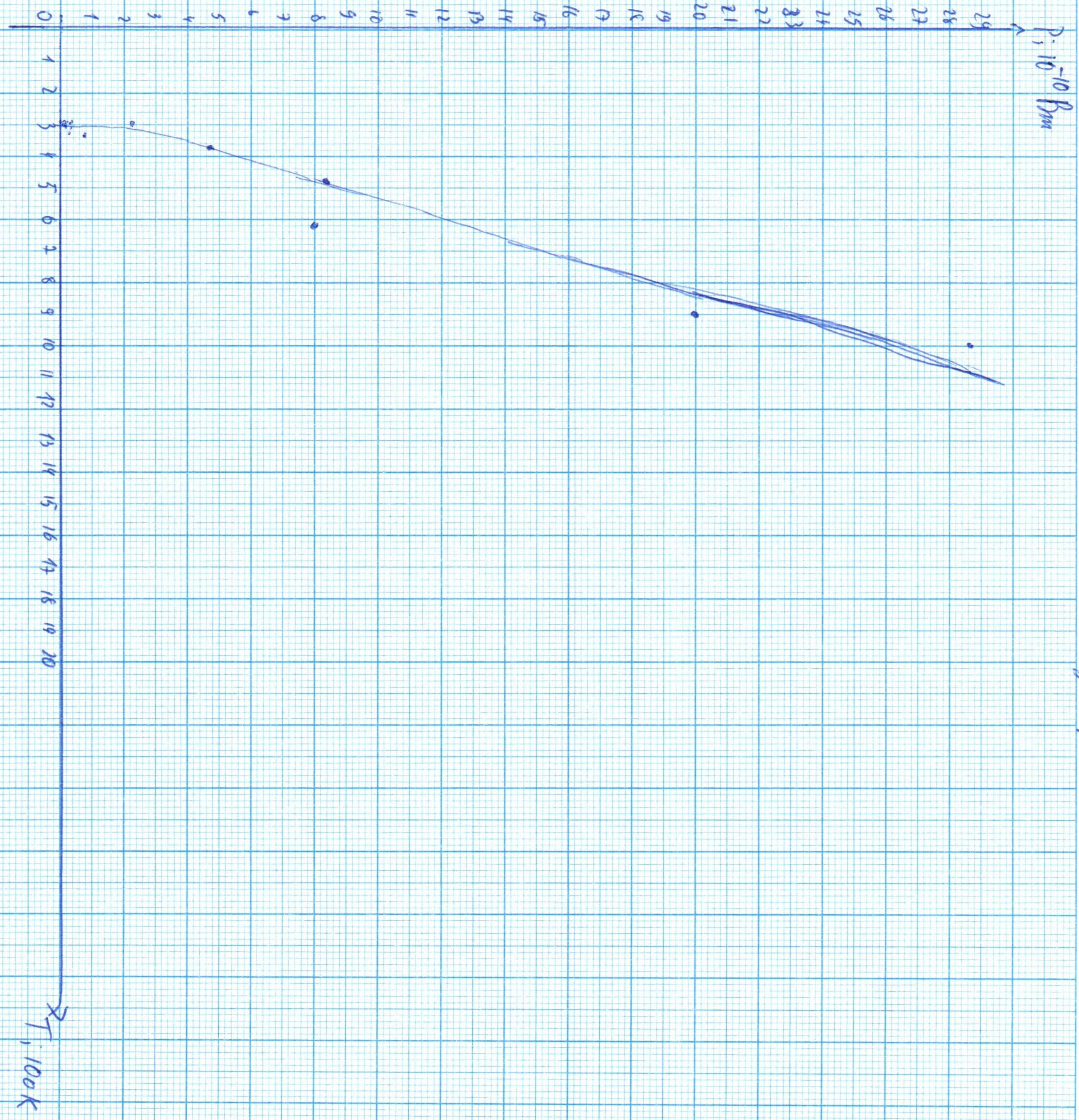
5) $n = 1$, т.к. при больших T: график – прямая

лист 3 из 4



Р-10-04-02

P-10-04-02



лист 3 из 4

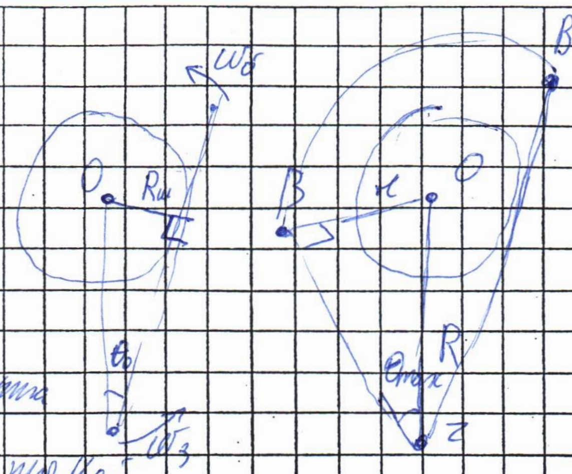
ЗАДАЧА № 1.	ЛИСТ 1 ИЗ 1 (листы по каждой задаче нумеруются отдельно)	Ф-10-04 ШИФР (заполняется оргкомитетом)

1) $\frac{R}{r}$; $T_з$; $\rho_ш$

Д) $2\theta_0 = 6^\circ$

$\theta_{max} = 15^\circ$

$t_1 = 165$ мин $= 9900$ с



Рассмотрим θ_{max} => все положения болта отн. земли будут по одну сторону от прямой соединяющей их => эта прямая - касательная к окр r =>

$\angle OBr = 90^\circ$ => $\frac{R}{r} = \frac{1}{\sin\theta_{max}} = 3,884$; $\smile BB' = \theta_0 + \theta_{max} = 0,05 = (\omega_б - \omega_з)t_1$; $\frac{\omega_з}{\omega_б} = \frac{2\pi V_1}{2\pi V_1} = \frac{R\,\omega_б}{r\,\omega_з}$; $F_{тр} = \frac{mM}{R^2}G$

=> $a = \frac{F}{m} = \frac{M}{R^2}G$; $a = a_ц$ => $v = \sqrt{aR'} = \sqrt{\frac{M}{R}G}$ =>

$\cancel{\frac{\omega_з}{\omega_б} = \sqrt{\left(\frac{R}{r}\right)^3} = 7,6}$ => $\frac{\omega_з}{\omega_б} = \frac{v_з}{v_б}\frac{r}{R} = \sqrt{\left(\frac{r}{R}\right)^3} = 0,13$ =>

$6,6\,\omega_з = \frac{0,05}{t_1}$ => $\omega_з = 0,765\cdot10^{-6}\,\frac{1}{с}$; $\omega_б = 5,8\cdot10^{-6}\,\frac{1}{с}$ =>

$T_з = \frac{2\pi}{\omega_з} = 8,21\cdot10^6$ с; $T_б = \frac{2\pi}{\omega_б} = 1,08\cdot10^6$ с

$\omega_з = \frac{v}{R}$; $v = \sqrt{aR'}$; $a = \frac{M}{R^2}G$ => $\omega_з = \sqrt{\frac{a}{R}} = \sqrt{\frac{M}{R^3}G}$

$R_ш = R\sin(3^\circ)$ => $\omega_з = \sqrt{\frac{MG\sin^3(3^\circ)}{R_ш^3}}$; $V = \frac{3}{4}\pi R_ш^3$ =>

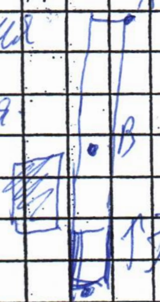
$R_ш^3 = \frac{4V}{3\pi}$ => $\omega_з = \sqrt{\frac{3\pi MG\sin^3(3^\circ)}{4V}}$ => $\omega_з^2 = \frac{3}{4}\rho G\sin^3(3^\circ)$

$\rho = \frac{4\,\omega_з^2}{3G\sin^3(3^\circ)}$

ЗАДАЧА № 2. __	ЛИСТ 1 ИЗ 2 (листы по каждой задаче нумеруются отдельно)	ФЭ-10-04 ШИФР (заполняется оргкомитетом)

Д| $a_0; T; v; Q; T_B$ Сразу после пережигания нити, часть
О| L, цепочки начнёт свободно падать, а
m нижний конец начнёт подниматься, от
F_1 верхнего. И вся цепочка поделится на 2
g части, движущиеся с равными скоростями и
ускорениями. Перейдём в неинерц. систему

отсчёта $\vec{a} = -\vec{g}$ => ~~$\vec{F}_a$~~ На цепочку действует сила F_1, и до того момента, пока цепочка не выпрямится $v_A = 0$; рассмотрим центры масс начального положения и конечного => между ними расстояние L; $a_{ц.м} = const = \frac{F_1}{m}$ =>



$t = \sqrt{\frac{2L}{a}}$; v_k скорость цепочки в конечном положении равна скорости её центра масс => ~~$v_{отн}$~~ $t = \sqrt{\frac{2Lm}{F_1}}$ => $v' = at = \sqrt{\frac{2LF_1}{m}}$

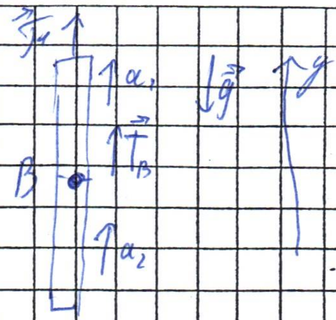
При переходе в первоначальную С.О. добавляется $\vec{g}$ =>

=> $v = |v' - gt| = |\sqrt{2L}(\sqrt{\frac{F_1}{m}} - g\sqrt{\frac{m}{F_1}})|$

З.С.Э. $E_1 = E_2$ => $E_n = E_k + Q$ => $2g(S_g - L) = \frac{mv^2}{2} + Q$

$S_g = \frac{gt^2}{2} = \frac{gLm}{F_1}$ => $Q = 2g(S_g - L) - \frac{mv^2}{2} = L(2g(\frac{gm}{F_1} - 1)) - m(\sqrt{\frac{F_1}{m}} - g\sqrt{\frac{m}{F_1}})^2$

ЗАДАЧА № 2. __	ЛИСТ 2 ИЗ 2 (листы по каждой задаче нумеруются отдельно)	Ф-10-04 ШИФР (заполняется оргкомитетом)



Рассмотрим 2 равные части цепочки в конечном положении $\Rightarrow a_1 = a_2$,

$a_1 = a_2 = a_{\text{центра масс}}$ ~~= g~~ $\Rightarrow a_{1y} = \frac{F_1}{m} - g$;

$m_1 = m_2 = \frac{m}{2} \Rightarrow$ 2) з. Ньютона, для 2) части $\frac{m}{2} g_y + T_{By} = \frac{m}{2} a_{2y} \Rightarrow T_{By} - \frac{m}{2} g = \frac{m}{2}\left(\frac{F_1}{m} - g\right) \Rightarrow$

$T_{By} = \frac{F_1}{2} \Rightarrow T_B = \frac{F_1}{2}$

ЗАДАЧА № 5.	ЛИСТ 1 ИЗ 1 (листы по каждой задаче нумеруются отдельно)	Ф-10-04 ШИФР (заполняется оргкомитетом)

Т.к. R проводов = 0 → $U_{вход} = U_{зи}$; $U_{выход} = U$

Д:

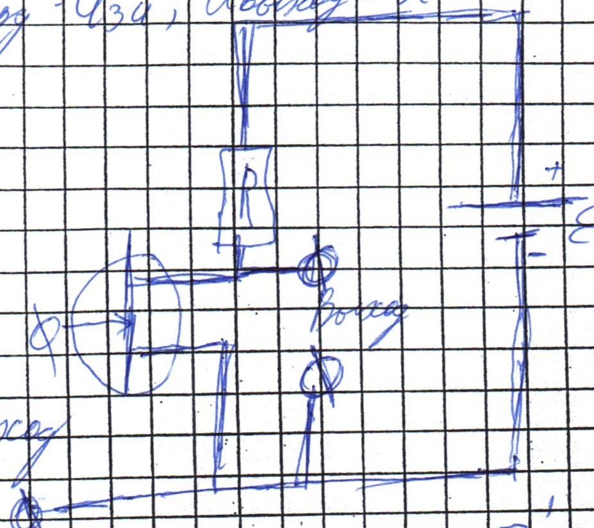
$R_a = 5\,Ом$

$R_б = 16\,Ом$

$\mathcal{E} = 10\,В$

$U_0 = 1\,В$

$I_0 = 0{,}5\,А$



$\mathcal{E} = U_R + U_{с.и.} = I_{рас.} R + U_{с.и.}$ или $I' R$, при $I_{рас.} R > \mathcal{E}$

Пусть $U_{с.и.}$ – синусоида; ~~$U_{с.и.}$~~

ЗАДАЧА № 3. __	ЛИСТ 1 ИЗ 2 (листы по каждой задаче нумеруются отдельно)	Ф-10-04 ШИФР (заполняется оргкомитетом)

Закон Менделеева Клапейрона для пузырька с газом

$pV = \nu RT = \frac{m}{M}RT \Rightarrow \rho_{газа} = \frac{m}{V} = \frac{pM}{RT} \Rightarrow \rho_{газа}$

может быть любым. Положение газа будет устойчивым, если $p = const \Rightarrow p = p_0 + \rho_в g h \Rightarrow h = const$

$\Rightarrow v = 0,\ a = 0 \Rightarrow mg = F_A \Rightarrow \rho_{газа} = \rho_в \Rightarrow \rho_в = \frac{(p_0 + \rho_в g h)M}{R(t + 273K)}$

$\rho_в R t + 273K R \rho_в = p_0 M + \rho_в g h M \Rightarrow$

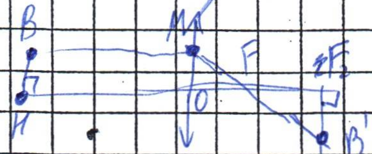
$t = \frac{\rho_в g M h}{\rho_в R} + \frac{p_0 M - 273K R \rho_в}{\rho_в R} = 0{,}267\frac{°C}{м}h - 270{,}38\,°C$

Прямолинейная зависимость t от $h \Rightarrow$ построим линию равновесного состояния для газа по 2-ум точкам: $h = 1050\,м$; $t = 10°C$, $h = 115\,м$; $t = 36{,}67$

Ответ: 3 равновесных положения газов: на $h = \{1040\,м,\ 1111\,м;\ 1046\,м\}$ (Продолжение на листе б

ЗАДАЧА № 4. __	ЛИСТ 1 ИЗ 2 (листы по каждой задаче нумеруются отдельно)	ф-10-04 ШИФР (заполняется оргкомитетом)

Проведём AB до $\cap$ с $\alpha \Rightarrow X \Rightarrow$ луч BX, после преломления попадёт в B', луч $AX = BX$, после преломления попадёт в $A' \Rightarrow$ после преломления лучи AX и BX равны $\Rightarrow$ они преломляются в точке X (т.к. ~~изоб~~ B' и $A' \in \alpha$). Пусть линза собирающая $\Rightarrow$

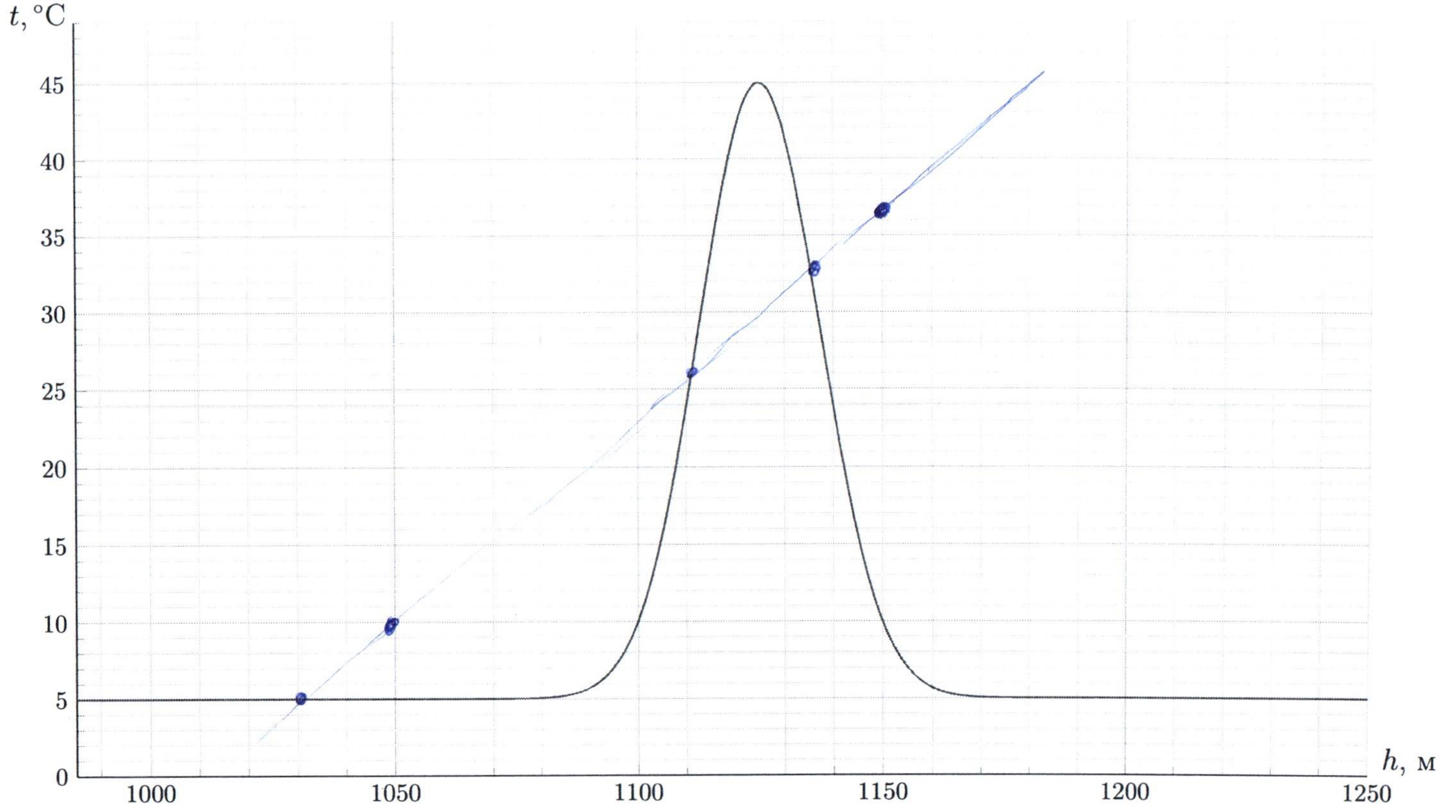


$\Rightarrow \triangle OMF \backsim \triangle F_2B'F \Rightarrow$ ~~$OM = F_2B'$~~;
$OF = OF_2 \Rightarrow OM = F_2B' = BH$; $BO \cap B' \Rightarrow$
$\Rightarrow \angle BOH = \angle B'OF_2 \Rightarrow \triangle BHO = \triangle B'F_2O \Rightarrow BO = OB' \Rightarrow O$ — лежит на середине $BB' \Rightarrow XO$ — линза $\Rightarrow$ Проведём (главную опт. ось) $OL \perp OX \Rightarrow B'F_2 \perp OL \Rightarrow F_2$ — двойной фокус $\Rightarrow$
$\Rightarrow$ ~~O_1~~ середина OF_2 это фокус; $A' \in \alpha$ и $A' \in AO \Rightarrow A'$

Если линза рассеивающая, то B' находится в одной полуплоскости с B от линзы $\Rightarrow$ луч $BX \to XB'$ не возможен (Продолжение на листе 2) лист 6

Ф-10-04

Лист необходимо сдать вместе со своими решениями!

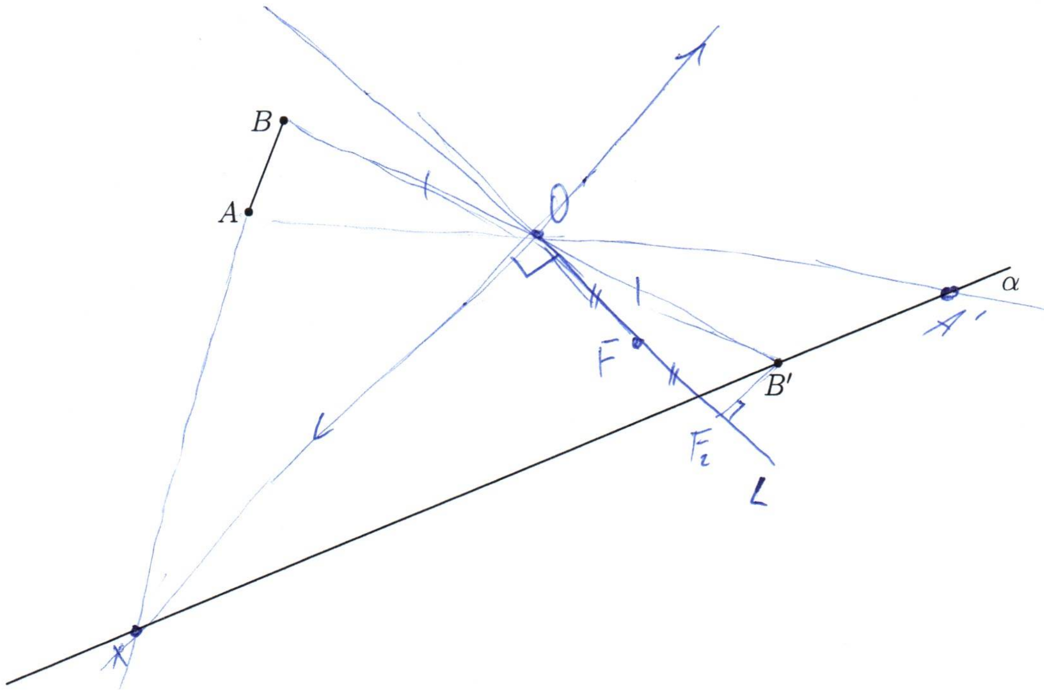


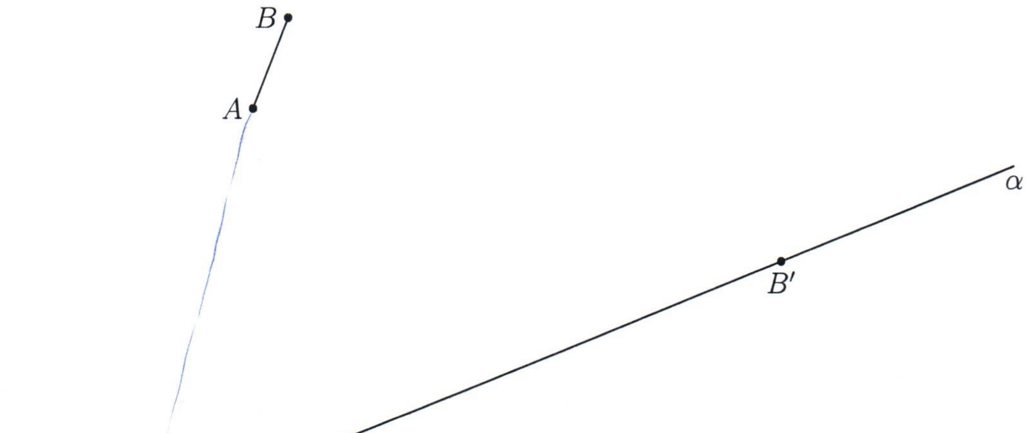
Лист необходимо сдать вместе со своими решениями!

Ф-10-04

листа

Лист необходимо сдать вместе со своими решениями!





Лист необходимо сдать вместе со своими решениями!