1	2	3	7	Σ
1	0	6	8,5	15,5

Всероссийская олимпиада школьников
Региональный этап 2020/2021 учебный год

ЛИСТ 1 ИЗ 6

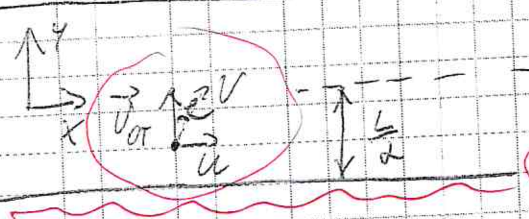
11-6
ШИФР (заполняется Оргкомитетом)

№1

Дано:
$u = \alpha x$
$u_{MAX} = \frac{v_0}{2}$
v_0

~~u~~
$\varphi(t)$ - ?
$T = ?$

Решение



~~L - ширина речки~~
L - расстояние между берегами

Запишем закон изменения скорости течения воды

$u = \alpha x$

В середине реки

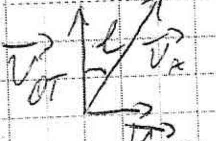
$$u = \frac{v_0}{2} = \alpha x = \alpha \frac{L}{2}$$

$$\frac{v_0}{2} = \alpha \frac{L}{2}$$

$$v_0 = \alpha L \Rightarrow \frac{L}{v_0} = \alpha^{-1} = \frac{1}{\alpha}$$

Очевидно $T = \frac{L}{v_0} = \alpha^{-1}$

2) $u = \alpha x = \vec{v}_{ПЕР}$



$\vec{v}_{АБС} = \vec{v}_{OT} + \vec{v}_{ПЕР}$

где $t = \frac{x}{v_в}$

$$tg\varphi = \frac{v_{ПЕР}}{v_{OT}} = \frac{\alpha x}{v_0} = \alpha t$$

$\varphi = arctg(\alpha t)$ при $t < \frac{T}{2}$

Аналогично рассуждая

Всероссийская олимпиада школьников
Региональный этап 2020/2021 учебный год

ЛИСТ 2 ИЗ 6

11-6
ШИФР (заполняется Оргкомитетом)

$$\ell = \ell_0 - \operatorname{arctg} 2\left(t - \frac{T}{2}\right) = \operatorname{arctg}\frac{v_0}{2v_0} - \operatorname{arctg} 2\left(t - \frac{T}{2}\right)$$

$\Downarrow$

$\ell = \ell_0 \operatorname{arctg}\frac{1}{2} - \operatorname{arctg} 2\left(t - \frac{T}{2}\right)$ при $t > \frac{T}{2}$

1 балл

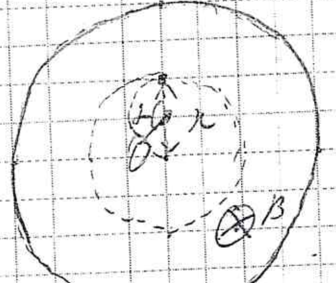
Ответ.

$T = \frac{L}{v_0} = \frac{1}{2}$, $\ell = \begin{cases} \operatorname{arctg} 2t & \text{при } t < \frac{T}{2} \\ -\operatorname{arctg} 2\left(t - \frac{T}{2}\right) + \operatorname{arctg}\frac{1}{2} & \text{при } t > \frac{T}{2} \end{cases}$

№3

Дано:
$q > 0$
r
B_0
m
τ

Решение



В момент включения МП очевидно произойдут изменение магнитного потока и возникнут вихревые электрические поля, ~~которое~~ 0,5 и т.к эл поле взаимодействует с зарядом, частица получит некоторую скорость. ω

Далее после ~~установки~~ прекращения изменения МП, частицы равномерно полетит по окружности т.к $F_Л \perp v$

Мысленно разместим колечко радиуса x и с центром в O. В нем бы возникло $\mathcal{E}_{инд} = \frac{d\Phi}{dt}$, но и также вихревое $\mathcal{E}_{инд} = E_B \cdot \ell_{окр}$ (т.к поле измен. быстро его изменение можно считать линейным) => $E_B = const$

0,5

$$\frac{d\Phi}{dt} = E_B \cdot 2\pi x = \frac{dB}{dt} \cdot \pi x^2$$

$$\Updownarrow$$

$$E_B = \frac{dB \cdot x}{dt\, 2}$$ 2

Также мы можем сказать для частицы по

$$ma = qE_B = \frac{q\, dB\, x}{2\, dt}$$

$$a = \frac{dV}{dt} = \frac{qx}{2m} \frac{dB}{dt}$$

$$dV = dB \frac{qx}{2m}$$

$$\int dV = \int dB \cdot \frac{qx}{2m}$$

$$V = \frac{B_0 q x}{2m}$$ +2 Σ 5 балл.

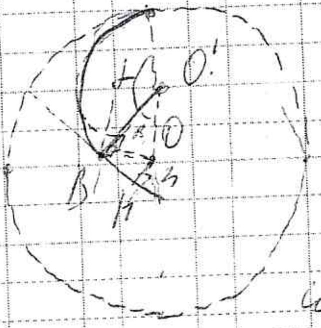
После установления МП закон движения частицы будут выглядеть так

$$\frac{mV^2}{R} = qVB_0 \Rightarrow R = \frac{mV}{qB_0} = \frac{x}{2} \Rightarrow \omega = \frac{B_0 q}{m}$$ +0,5

Всероссийская олимпиада школьников
Региональный этап 2020/2021 учебный год

ЛИСТ 4 ИЗ 6

11 – 6
ШИФР (заполняется Оргкомитетом)



$$\alpha = \omega \cdot \tau$$

Перед выключением МП частицы будут находиться на расстоянии BO от центра

~~ра~~ $a = BO = \sqrt{2R^2 - 2R^2 \cdot \cos\left(\frac{\cancel{180^\circ}}{\pi} - \omega\tau\right)} =$

$$\sqrt{2R^2(1+\cos(\omega\tau))}$$ +0,5

Аналогично скорость изменится во втором случае (только направления поменяются)

$|\Delta V| = \frac{Bqa}{2m}$ исходя из геом. соображ.

$v_0 \perp \Delta V$

$\Downarrow$

$$V_k = \sqrt{\left(\frac{B_0 q x}{2m}\right)^2 + \left(\frac{Bqa}{2m}\right)^2} = \frac{B_0 q}{2m}\sqrt{x^2+a^2} =$$

~~п~~ $\angle O^* BH = \beta$

$$= \frac{B_0 q}{2m}\sqrt{x^2 + \cancel{2\cos}\frac{x^2}{4}\left(\cos\frac{Bq}{m}H\right)^2}$$

$tg\beta = \frac{\Delta V}{V_0} = \frac{a}{x}$

~~$h = BO \cdot \sin\beta$; $BH = BO \cdot \cos\beta$~~

$$V_K = \frac{B_0 q}{2m}\sqrt{x^2 + \frac{x^2}{4}\cdot\left(1 \mp \cos\frac{B_0 q}{m}\right)^2}$$

6 балл

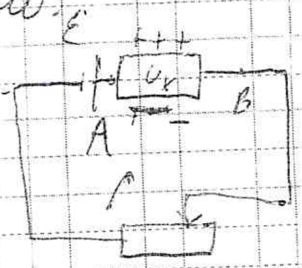
Всероссийская олимпиада школьников
Региональный этап 2020/2021 учебный год

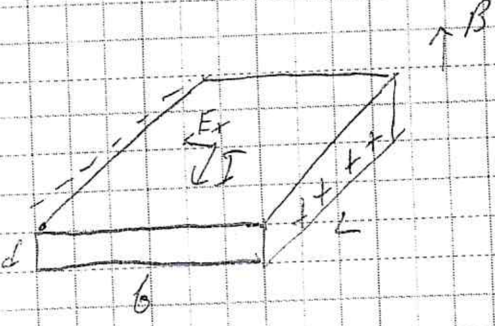
ЛИСТ 5 ИЗ 6

11-6
ШИФР (заполняется Оргкомитетом)

№4

Дано:





1) $U_x = E_x b$

$E_x = VB \Rightarrow U_x = VB\cdot b$

Рассмотрим площадку площадью $d\cdot b$ за время Δt, заряд протекший через неё

$\Delta Q = \cancel{AB}\cdot d\cdot b\cdot V\cdot\Delta t\cdot n\cdot e_0$

$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = I = V\cdot n\cdot d\cdot b\cdot e_0$

$V = \frac{I}{n\cdot b\cdot d\cdot e_0}\cancel{e_0}$

$\Rightarrow \boxed{U_x = \frac{I\cdot\cancel{e_0}}{n\cdot d\cdot e_0}\cdot B} =$

2) $U_{AB} = E\cdot L = IR$

$\frac{V}{\mu}\cdot L = V\cdot n\, b\cdot d\, e_0\cdot R$

$\boxed{R = \frac{L\cdot\cancel{e_0}}{\mu\cdot n\, b d\cdot e_0}}$

Рассмотрим небольшое смещение на ΔL и площадь ΔS

$\Delta U = E\cdot\Delta L = I\cdot\frac{\rho\cdot\Delta L}{\Delta S}$
$\cdot\Delta S$

$\cancel{E}\ \frac{V}{\mu} = V n \cancel{bd} e_0\cdot\frac{\rho}{\Delta S}$

$\cancel{\rho = \frac{\mu}{n}\cdot e_0}$

$\boxed{\rho = \frac{1}{\mu n e_0}}$

Всероссийская олимпиада школьников
Региональный этап 2020/2021 учебный год

ЛИСТ 6 ИЗ 6

11-6
ШИФР (заполняется Оргкомитетом)

3) $U_x = \frac{I e_0}{e_0 n d} B$ $I = \frac{\mathcal{E}}{r+R} = \frac{\mathcal{E}}{r + \frac{L}{\mu n b d e_0}}$

$$U_x = \frac{\mathcal{E}\cdot e_0\cdot B}{n d e_0}\cdot\left(\frac{1}{r + \frac{L}{\mu n b d e_0}}\right)$$

Пусть $\frac{\mathcal{E} B}{d e_0} = \frac{1}{k} = \frac{16\cdot 10^{26}}{1{,}6}$ Рассмотрим зависимость

$\frac{L}{b d e_0} = \rho$ $\frac{1}{U_x}$ от r п. 4

$$\frac{1}{U_x} = kn\cdot r + \frac{kn\cdot\rho}{\mu n}$$

Построим график зависимости

$\frac{1}{U_x}$ от r

$r_{кон}$	2,5	2	1,5	1,0	0,5	0
$\frac{1}{U_x}$ В !	0,83	0,71	0,625	0,55	0,47	~~0,3~~ 0,4

Сразу можно найти

μ при $r=0$ $U_x = \frac{\rho}{\mu}$ $\boxed{\mu = \frac{10^{26}}{8} = 1{,}25\cdot 10^{25}}$?

Не из графика

Из графика можно найти $\frac{1}{k}\cdot n = 0{,}15$

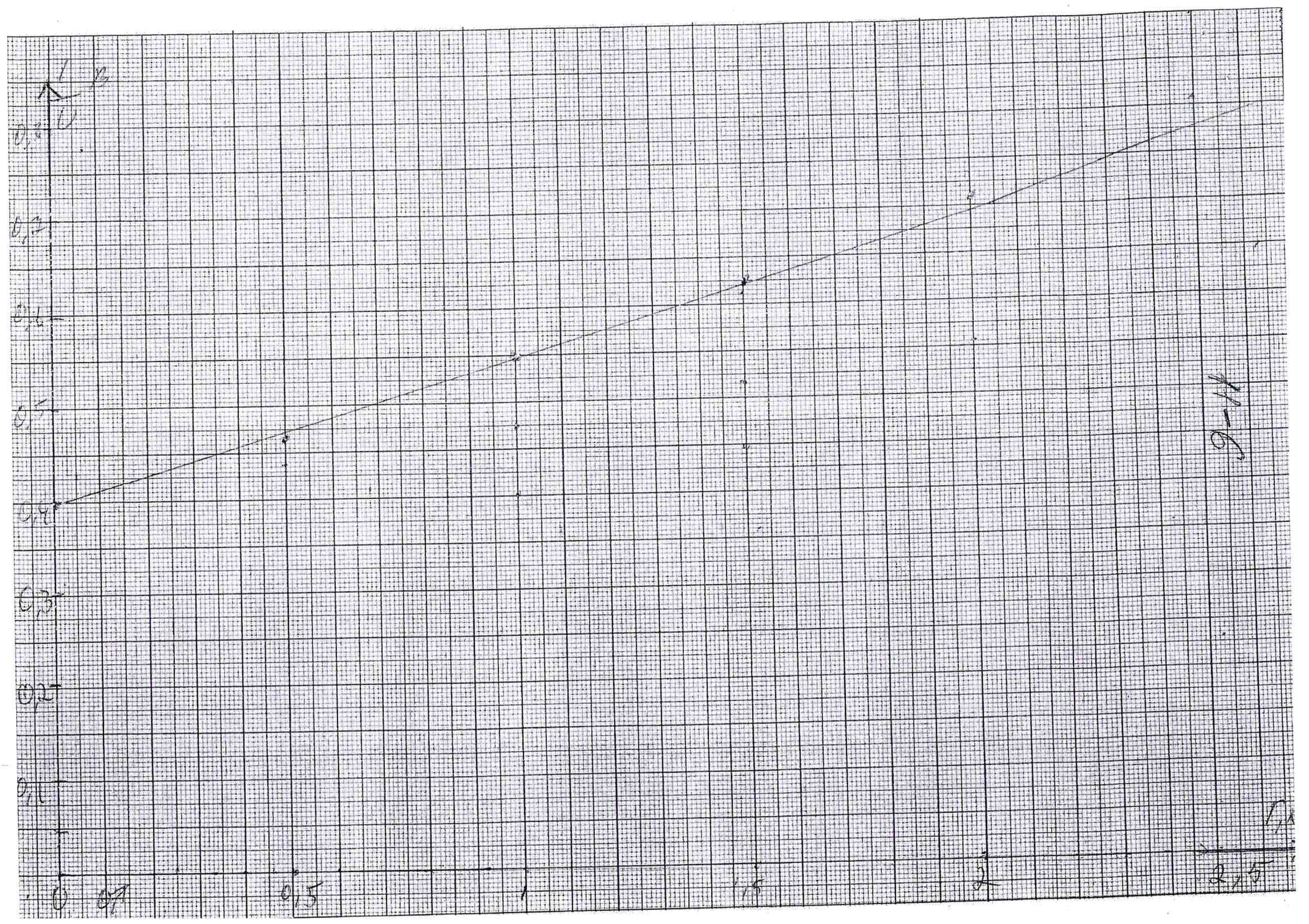
$\swarrow$

$\boxed{n = 0{,}15\cdot k = 9{,}37\cdot 10^{24}}$?

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Баллы	2	1	3	0,5	0,5	0,5	1	0	0	0	0	0

Итого: 8,5б

11-6



1 2 3 4

11 12 0 7,5

Всероссийская олимпиада школьников
Региональный этап 2020/2021 учебный год

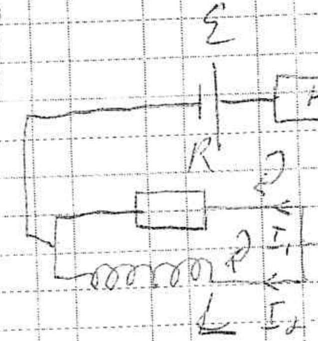
ЛИСТ 1 ИЗ 4

11-6
ШИФР (заполняется Оргкомитетом)

№2

Дано:
$L = 20$ мГн
$\mathcal{E} = 20$ В
$R = 5$ Ом
$I_0 = 3$ А

$Q_0 = ?$



1) До того как на НЭ установится ток I_0, мы можем считать, что вместо него стоит резистор R (Т.К ВАХ на данном участке линей)

Запишем II и I закон Кирхгофа

$$\begin{cases} \mathcal{E} = U_{НЭ} + I_1 R = I_0 R + I_1 R \\ \mathcal{E} = U_{НЭ} + \frac{dI_2}{dt} L = I_0 R + \frac{dI}{dt} L \\ \frac{dI_2}{dt} L = I_1 R \\ I_1 + I_2 = I_0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} I_1 + I_0 = \frac{\mathcal{E}}{R} \\ I_1 + I_2 = I_0 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} \frac{\mathcal{E}}{R} - I_2 = 2I_1 \end{cases}$$

Найдем начальные и конечные значение сил токов.

Очевидно, что ток через катушку в н.м. времени не идет $\Rightarrow \mathcal{E} = I_{0н} R + I_{1н} R = 2I_0 R \Rightarrow I_0 = 2A$

В конечный момент времени (когда $I_0 = 3A$) $\mathcal{E} = I_0 R + I_{1к} R \Rightarrow$

$\Rightarrow I_{1к} = 1A \Rightarrow I_{2к} = 2A$

Теперь запишем такое равенство

$dQ = IU\Delta t = dQ = I_1 U_1 dt$ т.к $U_1 = I_1 R = \frac{dI_2}{dt} L$ то

$dQ = I_1 \cdot dI_2 \cdot L$

$dQ = \frac{\left(\frac{\mathcal{E}}{R} - I_2\right)}{2} dI_2 \cdot L$

$$\int_0^Q dQ = \int_0^{I_{2к}} \frac{\mathcal{E}L}{2R} dI_2 - \int_0^{I_{2к}} \frac{I_2 L}{2} \cdot dI_2 = 0,08 - \overset{2}{0,04} = 0,06 Дж$$

~~Ко~~ После того как ток I_0 станет равным 3 А, он не будет изменяться. $\Rightarrow I_1 + I_2 = 3A = I_0$

Продумаем аналог. действия

$dQ = I_1 U_1 dt = I_1 dI_2 \cdot L = (I_0 - I_2) dI_2 L$

Очевидно, что ток через резистор перестанет течь когда $I_2 = I_0 = 3A$

$$\int dQ = L \cdot \int_0 (I_0 - I_2) dI_2$$

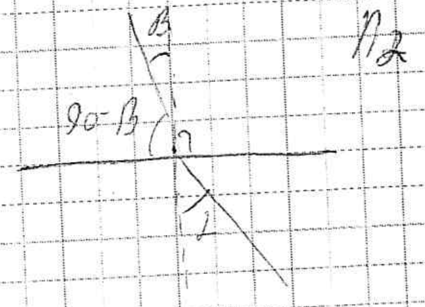
$$Q_2 = L I_0 (I_{2kk} - I_{2k}) - \frac{L}{2}(I^2_{2kk} - I^2_{2k}) =$$

$= 0,01$ Дж

$$\boxed{Q_{об} = Q_1 + Q_2 = 0{,}07 \text{ Дж}}$$

12

№3



~~Могу предположить, что~~

Введем величину ~~плот~~ ~~монотонной плот~~ мощности энергии на м²

$\Delta W = S \cdot \Delta S$ при прямом падении и $\Delta W = S \Delta S \cdot \cos c$ - где c - это угол падения луча. При проходе через границу сред равенство приобретает вид

Всероссийская олимпиада школьников
Региональный этап 2020/2021 учебный год

ЛИСТ 3 ИЗ 4

11-6
ШИФР (заполняется Оргкомитетом)

$$dW = g_0 S \cdot \cos e \cdot \frac{\cos\alpha}{\cos\beta} = g_0 S \cos\alpha = g_0 S\sqrt{1 - n^2\cdot\sin^2\beta}$$

$$\beta = e$$

Очевидно, что максимальние энергие будет в ~~центре куб~~ углах куб

Также минимальная энергия будет в центре куба.

0б.

Дано | Решение №1

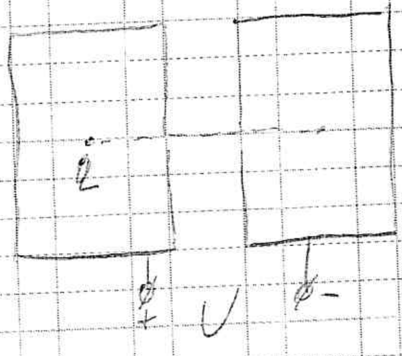
C

Q

U

W_k

$q_{опт}$



Найдем заряд обкладок конденсатора при подк. источника

$Q = \cancel{\ } = U\cdot C$

После того, как мы выключим источник и наша частица полетит, ~~[illegible]~~ произойдет переиндуцирование зарядов и на это затратится энергия. В таком случае З.С.Э будет иметь вид

Всероссийская олимпиада школьников
Региональный этап 2020/2021 учебный год

ЛИСТ 4 ИЗ 4

11-6
ШИФР (заполняется Оргкомитетом)

11 балл.

$$U q - \frac{U}{2} q = W_к + \frac{q^2}{2C} \Rightarrow \boxed{W_к} = \overset{U}{U} q - \frac{q^2}{2C} = \boxed{qU - \frac{q^2}{2C}}$$

(1+0+1/2)-1

Функция зав. $W_к$ от q принимает форму квад. параболы с ветвями вниз $\Rightarrow W_{к\,max}$ достигается при $q_{max} = U \cdot C$

№4

Дано:
$m_л = 0,069$ кг
$M = 250$ г
$T_0 = 296$ К
λ = ?

Решение.

$$\lambda \Delta m = c_л m_л \Delta T + Q_{внеш}$$

Запишем это выражение при малом изменении массы

$$\lambda dm = c m dT + dQ \Rightarrow \lambda m = c_л m_л \int^{T_+} c\, dT + Q_{внеш}$$

Очевидно, что цилиндр бросили между 5:23 и 5:52, так что построим граф зав $M(T)$ с учетом вычитания массы цилиндра

1	2	3	4	5	6
2	2	2,5	1	0	= 7,5

t, с	0	49	92	125	161	202	246	290	323	352	367	390	414	445	468	500	529
M_c	250	246	242	238	234	230	226	222	218	205	189	195	175	163	160	135	1~~6~~0 150

Исходя из графика $\Delta Q(t)$ — постоянная величина при чем $Q' = \lambda \cdot \frac{20 гр}{200 с}$. Из графика можно

373	615	655	697	740	785
~~t~~	142	138	134	130	126

146
~~170~~
146

предположить, что M контейнера ≈ 120 гр.

Подставим в начальное выражение

$$\lambda \cdot 0,005 кг = \int_{296}^{273} m c\, dT + \Delta Q(t) \cdot 450 с \Rightarrow \boxed{\lambda = \overset{2,6\cdot10^5}{\cancel{2,5\cdot10^4}} \frac{Дж}{кг}}$$

Откуда? ?

это можно найти как интеграл под графиком ≈ 150 000 Дж/кг

= 1,5 за отсутствие Q в явном виде

ЛИСТ 4 ИЗ 4

11-6
ШИФР (заполняется Оргкомитетом)

$U\cdot\frac{\cancel{q}}{2C}\cdot q - \overset{U}{\frac{\cancel{q}}{2C}}\cdot q = W_k + \frac{q^2}{2C} \Rightarrow \boxed{W_k} = \overset{U}{\frac{\cancel{q}}{C}}q - \frac{q^2}{2C} = \boxed{qU - \frac{q^2}{2C}}$

Функция зав. W_k от q приним форму квад. параболы с ветвями вниз $\Rightarrow W_{k\,max}$ достигается при $q_{max} = U\cdot C$

№4

Дано:

$m_{Al} = 0{,}069$ кг

$M = 250$ г

$T_0 = 296$ K

$\lambda = ?$

Решение.

$\lambda\Delta M = c_{Al} M_{Al}\cdot\Delta T + Q_{внеш}$

Запишем это выражение при малом изменении массы

$\lambda dM = cMdT + dQ \Rightarrow \lambda m = \cancel{c}m\int^{T_+} c\,dT + Q_{внеш}$

Очевидно, что цилиндр бро-сили между 5:23 и 5:52, так что построим граф зав $M(T)$ с учетом вычитания массы цилиндра

t, мин	0	49	92	125	161	202	246	290	323	352	$\overset{67}{380}$	$\overset{390}{\cancel{414}}$	414	445	468	500	529
M, г	250	246	242	238	234	230	226	222	218	205	185 9	1~~8~~95	175	163	160	135	1~~6~~0 150

373	615	655	697	740	785
~~146~~	142	138	134	130	126

146
~~150~~
146

Исходя из графика $\Delta Q(t)$ - постоянная величина при чем ~~то~~ $Q' = \frac{\lambda\cdot 20\,гр}{200c}$ Из графика можно предположить, что M контейнера ≈ 120 гр.

Подставим в конечное выражение

$\lambda\cdot 0{,}085\,кг = \int_{-196°C}^{23°C} m c\,dT + \Delta Q(t)\cdot 450c \Rightarrow \boxed{\lambda = \overset{2{,}6\cdot 10^5}{\cancel{2{,}5\cdot 10^4}}\frac{Дж}{кг}}$

это можно найти как площадь под графиком ≈ 150000 $\frac{Дж}{кг}$

? ? $\lambda\cdot 45$ г

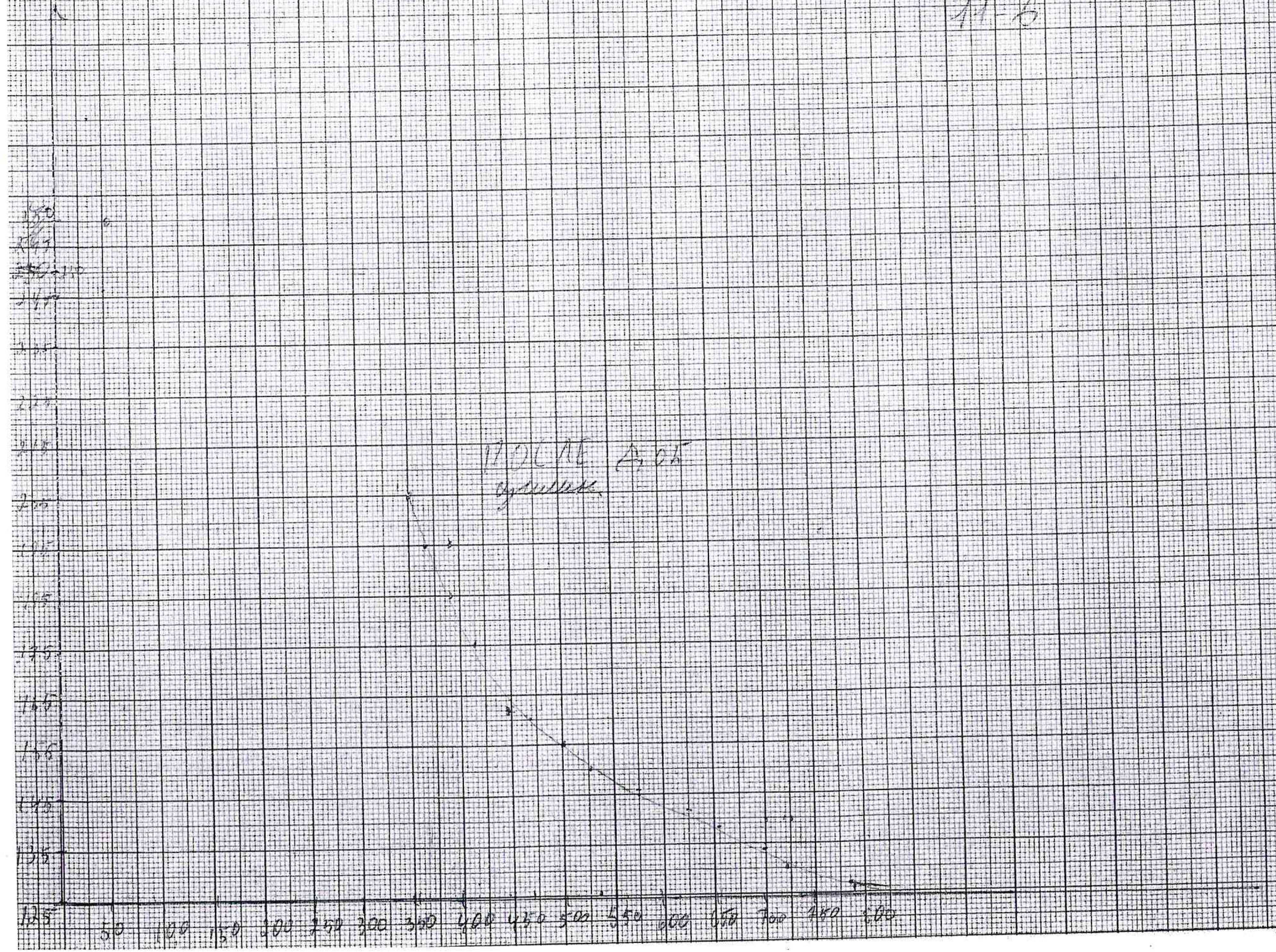
−1б 4 за отсутствие [illegible]

[illegible]

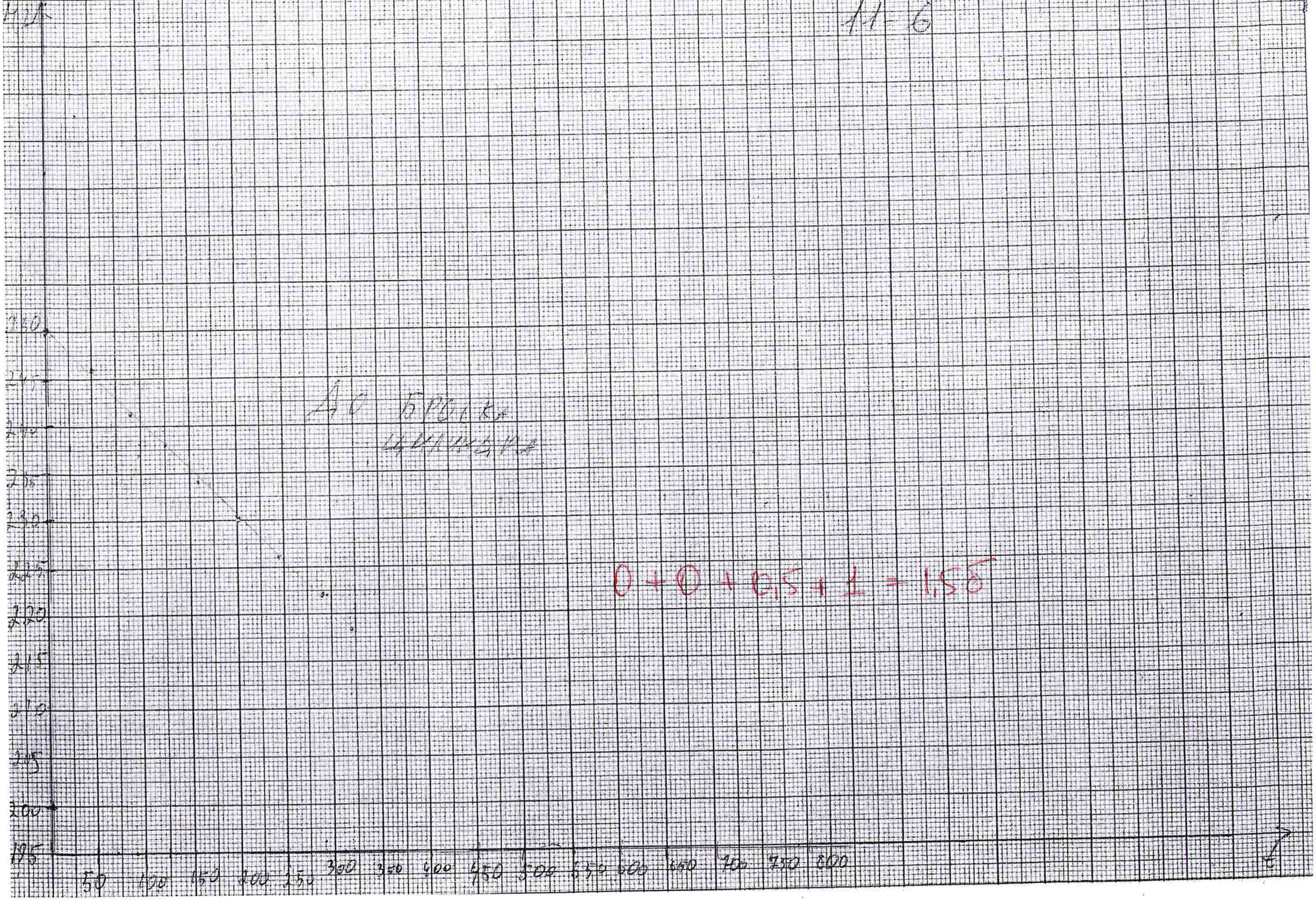
1	1,5
2	2
3	2
4	0
5	1
6	0,5

= 7,5

11-Б


ПОСЛЕ ДОБ
сушилки
125
135
145
155
165
175
185
195
205
215
225
50
100
150
200
250
300
350
400
450
500
550
600
650
700
750
800

11-6



0 + 0 + 0,5 + 1 = 1,5б

11-6