Всероссийская олимпиада школьников
Региональный этап 2020/2021 учебный год

ЛИСТ 1 ИЗ 4

3-12
ШИФР (заполняется Оргкомитетом)

1	2	3	4	Σ
1	2	10	8	30

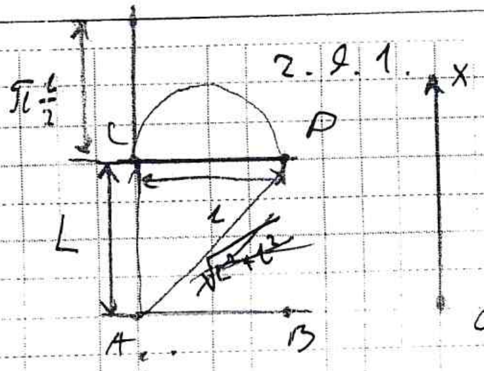
2.9.1.

Дано:

a_{max}

$\frac{t_1}{t_2}$?

L



Рассматривать закруглённый участок CD будем, как прямой с длиной $\pi\frac{l}{2}$, тогда

Ox:

$t_3+t_4=t_1$

$$L=\frac{a_m t_3^2}{2} \Rightarrow t_3=\sqrt{\frac{2L}{a_m}}$$

2и

$$\frac{l}{2}\pi = a_m t_3 t_4 \Rightarrow t_4=\frac{l\pi}{2\sqrt{2La_m}}$$

$$t_1=t_3+t_4=\sqrt{\frac{2L}{a_m}}+\frac{l\pi}{2\sqrt{2La_m}}=\frac{4L+l\pi}{2\sqrt{2La_m}}$$

$$L+\pi\frac{l}{2}=\frac{a_m t_2^2}{2} \Rightarrow t_2=\frac{\sqrt{2L+\pi l}}{\sqrt{a_m}}$$

$$\frac{t_1}{t_2}=\frac{\frac{4L+l\pi}{2\sqrt{2L}\cdot\sqrt{a_m}}}{\frac{\sqrt{2L+\pi l}}{\sqrt{a_m}}}=\frac{4L+l\pi}{2\sqrt{4L^2+2\pi lL}}$$

Если $L=l$:

$$\frac{t_1}{t_2}=\frac{(4+\pi)\cancel{L}}{2\sqrt{4+2\pi}\cdot\cancel{L}}\approx 1{,}11 \text{ раз}$$

1и – 0
2и – 1
3и – 0
4и – 0
5и – 0
6и – 0

Всероссийская олимпиада школьников
Региональный этап 2020/2021 учебный год

ЛИСТ 2 ИЗ 4 | 9-12
ШИФР (заполняется Оргкомитетом)

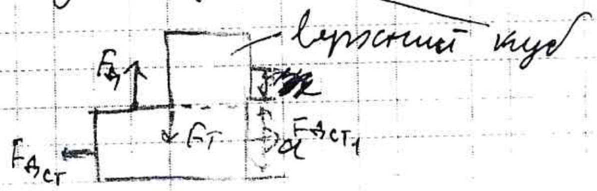
2.9.2.

Дано: $a = 10$ см, $\rho = 1$ г/см³, $\frac{5}{6}V$

$V = 3a^3 \Rightarrow \frac{5}{6}V = 2{,}5a^3$

чтобы заполнить до высоты a, надо: $2a^3$ жидкости т.к. $2{,}5a^3 - 2a^3 = 0{,}5a^3$ ⇒ до уровня a всё заполнено и ещё осталось $0{,}5a^3$ жидкости ⇒

~~т.к. остался куб с незаполненный куб с $V_к = a^3$ и $0{,}5a^3$ жидкости ⇒ $\frac{V_{ост}}{V_к} = 0{,}5$ ⇒ оставшийся куб заполнен на половину ⇒ ⇒~~



$\Rightarrow \frac{2a^3 + xa^3}{3a^3} = \frac{5}{6} \Rightarrow x = \frac{1}{2} \Rightarrow$

⇒ заполнено x объема верхнего куба ⇒

⇒ вода находится на уровне xa ($\frac{1}{2}a$)

т.к. куб приподнялся ⇒ $F_A = F_T$ ($F_{A_{ст}}$ на стенки никак не влияет на подъемные фигуры т.к. $F_{A_{нст}} \perp F_T$) $F_T = mg$; $F_A = \rho g h S$ ($h = \frac{1}{2}a$ уже доказывал) ($S = a^2$)(из рис.) ⇒

$\Rightarrow mg = \rho g \frac{1}{2} a \cdot a^2 \Rightarrow m = \frac{a^3 \rho}{2} = 500\text{ г} = 0{,}5\text{ кг}$

2н
1н − 0
2н − 2
3н − 0
4н − 0
5н − 0
6н − 0

2.9.4.

Дано: $m(\tau)$, $\tau_в = 12$ мин, $t_0 = +24°C$, $t_1 = -196°C$, $M = 70$ г, $m_к = 196$ г, $c_м(t)$, $m_{изн} = 250$ г

Строю график $m(\tau)$

$c_м = kt + b$ (Дано: (c: ~~200~~ 300; t: −200), (c: 1200; t: 50)) ⇒

⇒ $k = 3{,}6$; $b = 1020$; строю график $c_м(t)$

возьмём $\Delta t \to 0$, тогда на этом участке изменение можно считать $=0 \Rightarrow S_i = c\Delta t$ — это физ. величина означает кол-во энергии (поглощаемой) выделяемое материалом из которого сделан цилиндр на каждый кг массы за $t = \Delta t$, ТАК.

$S = \sum S_i \Rightarrow S$ — это и есть эта величина $\Rightarrow$

1и – 6+1
2и – 1
3и – 3
4и – 2
5и – 3
6и – 2
/18

$$S = \frac{c_1 + c_2}{2}(t_0 - t_Д)$$

$$c_1 = k t_0 + b = 1106{,}4 \ \frac{Дж}{кг}$$

$$c_2 = k t_Д + b = 314{,}4 \ \frac{Дж}{кг}$$

$$S = 156288 \ \frac{Дж}{кг}$$

Т.к. M цилиндра $= 70$ г $\Rightarrow$ он выделил $Q_1 = SM$.

Из графика видно, что N (с окруж. средой) $= Const = 6$ г/мин $\Rightarrow$ масса азота испарившегося из-за теплообмена с окр. средой $m_{испокр} = N\tau_B \overset{=72 г}{} \ (\tau_B = 12$ мин$) \Rightarrow$ весь остальной азот испарился из-за $Q_1 \Rightarrow$

Т.к. после того как цилиндр коснулся дна, ничего не изменилось $\Rightarrow$ этим можно пренебречь

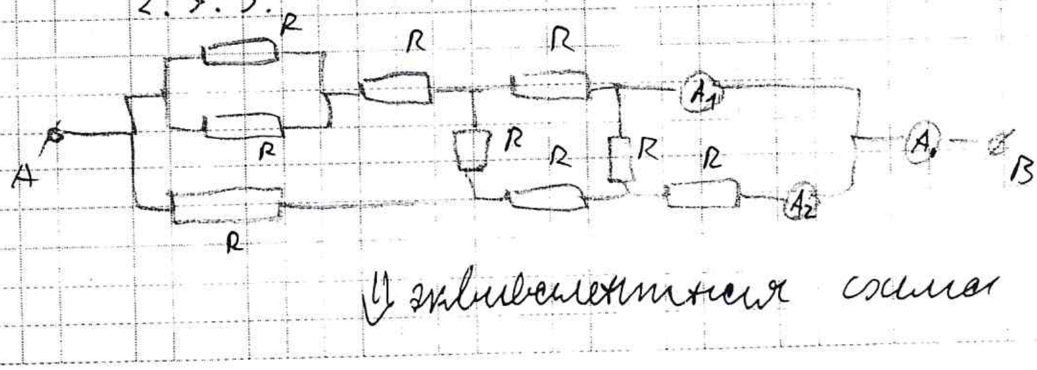
$\Rightarrow m_{изн} + M - m_к - m_{испокр} = m_{испк} = 52$ г $\Rightarrow$ 5и

$$\Rightarrow \lambda = \frac{Дж}{кг} = \frac{Q_1}{\Delta m_{испк}} = \frac{SM}{m_{испк}} \approx \cancel{202595{,}5 \ \frac{Дж}{кг}} \approx 210388 \ \frac{Дж}{кг}$$

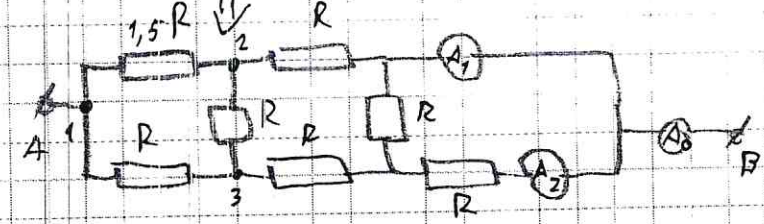
2и

2.9.3.

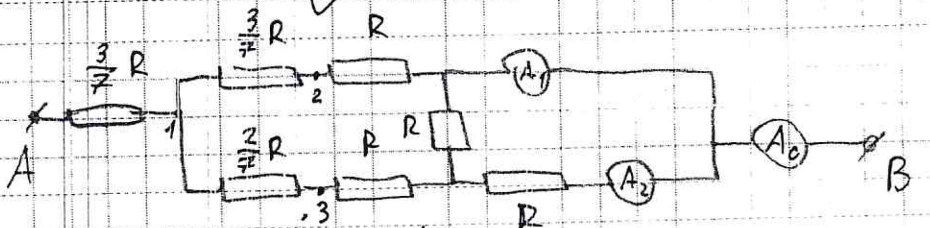
Дано:
$R(все) = R$
$I_0 = 9$ мА
$I_1; I_2$?



1) эквивалентная схема

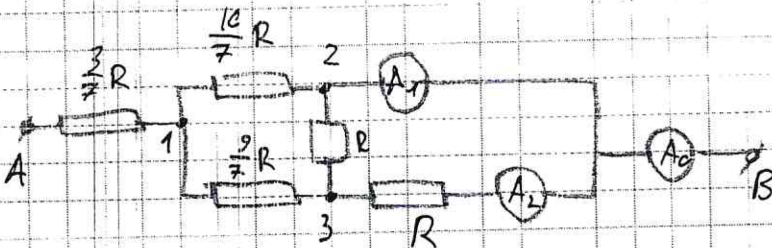


⇓ эквивалентная схема (треуг. → звезду)

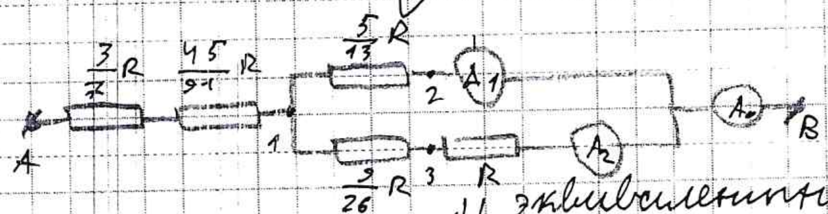


1и – 3б
2и – 3б
3и – 2б
4и – 2б

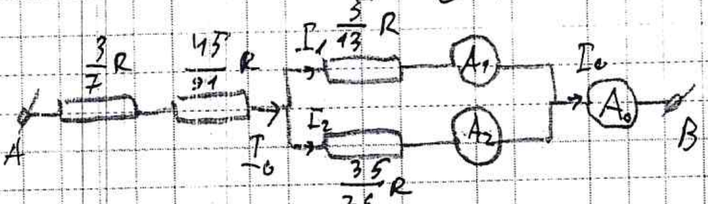
⇓ эквивалентная схема



⇓ эквивалентная схема (треуг. → звезду)



⇓ эквивалентная схема



$I_1 + I_2 = I_0$;

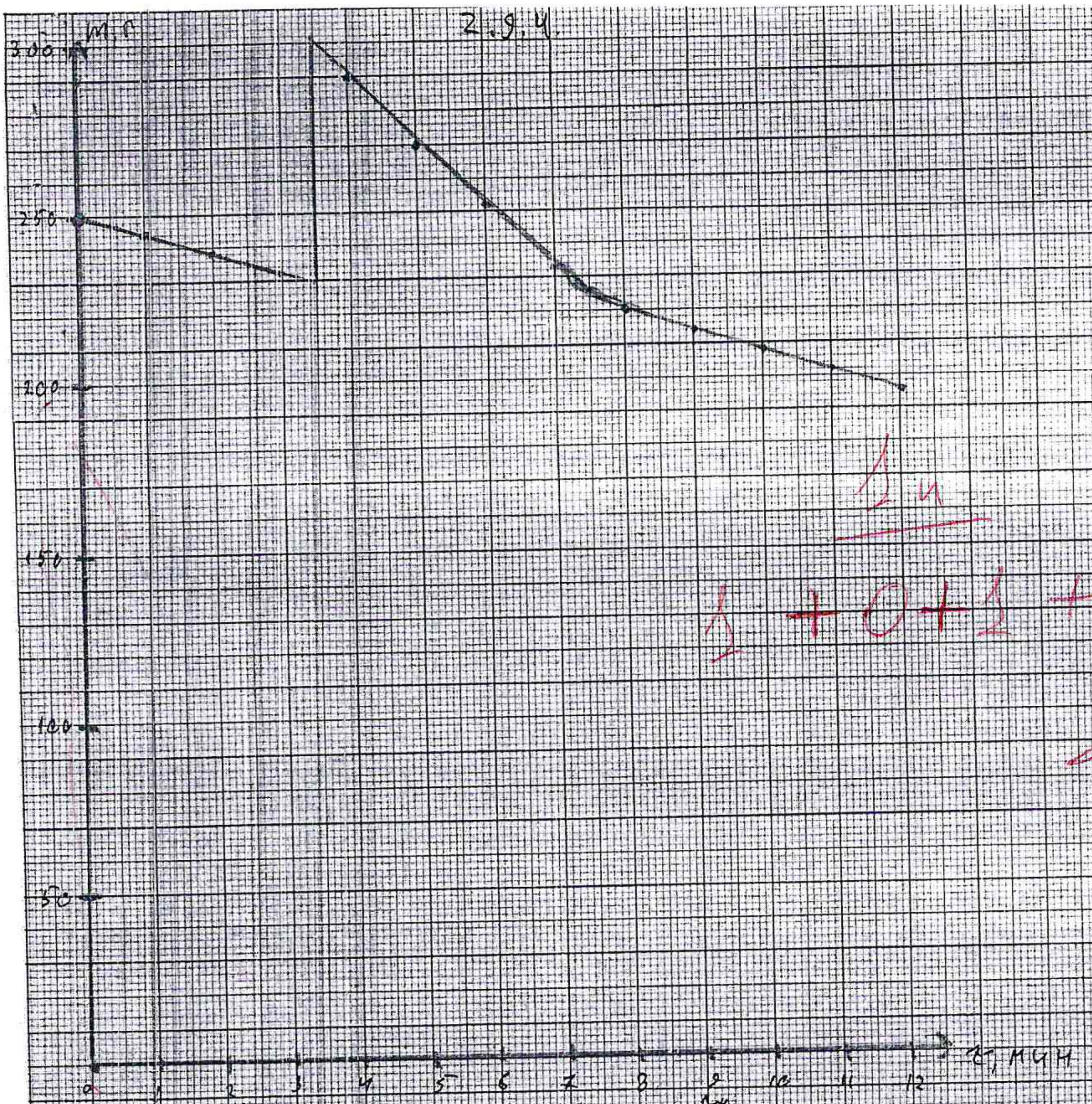
$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{\frac{35}{26}R}{\frac{5}{13}R} = 3{,}5 \Rightarrow I_1 = 3{,}5 I_2$$

$$\left.\begin{aligned} I_1 + I_2 &= I_0 \\ I_1 &= 3{,}5 I_2 \end{aligned}\right\} \Rightarrow 4{,}5 I_2 = I_0 \Rightarrow I_2 = 2\text{ мА}$$

$$I_0 - I_2 = I_1 = 7\text{ мА}$$

(амперметры идеальные ⇒ ~~когда~~ $R_A \to 0$)

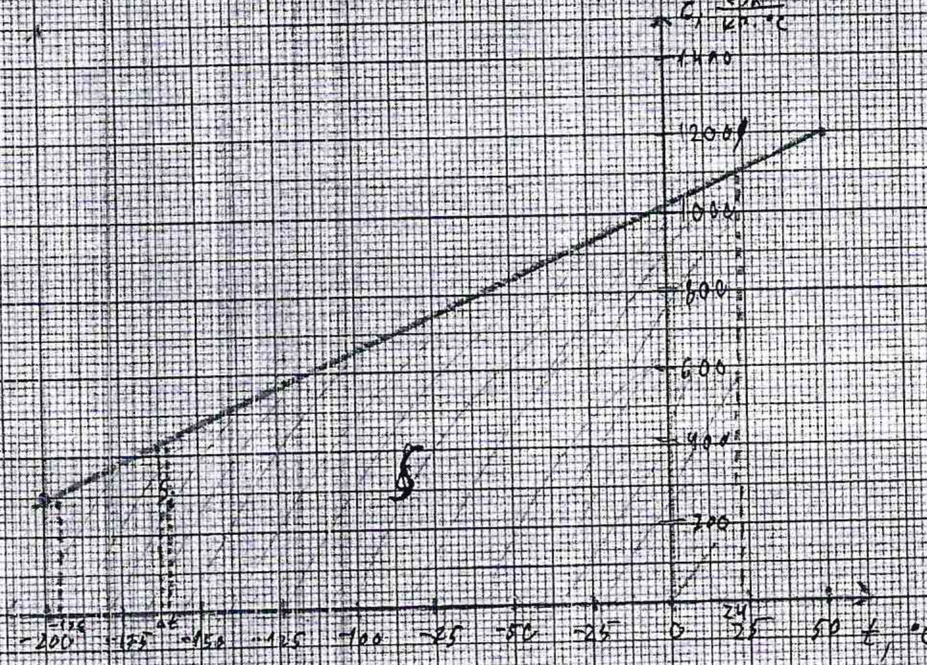
2.9.4



1 и

1 + 0 + 1 + 2 + 2 + 0

6



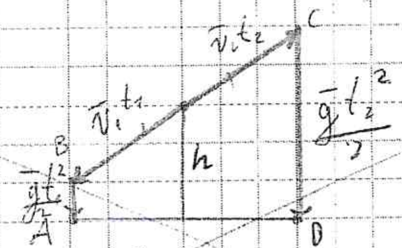
Всероссийская олимпиада школьников
Региональный этап 2020/2021 учебный год

ЛИСТ 1 ИЗ 4 | 9-12
ШИФР (заполняется Оргкомитетом)

1	2	3	4	Σ
10	3,5	0	14	27,5

1.9.1

Дано:
$t_1 + t_2 = 3c$
$t_2 = 2t_1$
$V_1 = V_2;\ \overline{V}_1 = -\overline{V}_2$
$h?$
$V?$

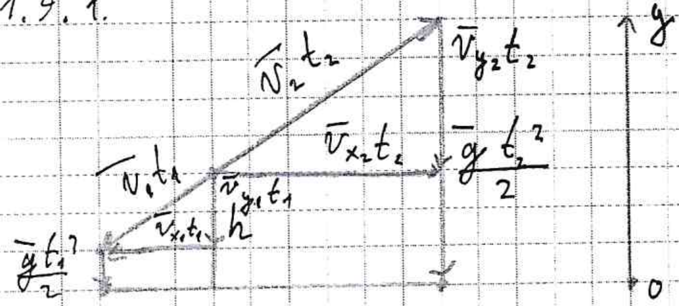


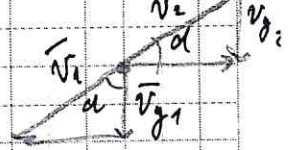
$$\left.\begin{array}{l} t_1 + t_2 = 3c \\ t_2 = 2t_1 \end{array}\right\} 3t_1 = 3c \Rightarrow t_1 = 1c;\ t_2 = 2c$$

~~$h \perp$ Земле и $g \perp$ Земле $\Rightarrow h \parallel \overline{g}t_1 \parallel \overline{g}t_2$, также $V_1 = V_2 \Rightarrow h$ - средняя линия трапеции $ABCD \Rightarrow h = \frac{AB + CD}{2} \Rightarrow h = \frac{gt_1 + gt_2}{2} = g\frac{t_1 + t_2}{2} = 15\,м$~~

1.9.1.

Дано:
$t_1 + t_2 = 3c$
$t_2 = 2t_1$
$V_1 = V_2;\ \overline{V}_1 = -\overline{V}_2$
$h?;\ V_1?$
$\overline{V}_{н_1} \perp \overline{V}_{н_2}$





Oy:
$$0 = h + V_y t_2 - \frac{gt_2^2}{2}$$
$$0 = 2h + 2V_y t_2 - gt_2^2$$
$$V_y = \frac{gt_2^2 - 2h}{2t_2}$$

т.к. $V_1 = V_2;\ \alpha = \alpha \Rightarrow$
$\Rightarrow V_{y_1} = V_{y_2} = V_y$
Аналогично:
$V_{x_1} = V_{x_2}$

$$0 = h - V_y t_1 - \frac{gt_1^2}{2}$$
$$\Downarrow$$
$$V_y = \frac{2h - gt_1^2}{2t_1}$$

$$\left.\begin{array}{l} t_1 + t_2 = 3c \\ t_2 = 2t_1 \end{array}\right\} 3t_1 = 3c \Rightarrow t_1 = 1c;\ t_2 = 2c$$

$v_y = v_y \Rightarrow \frac{2h - gt_1^2}{2t_1} = \frac{gt_2^2 - 2h}{2t_2}$; $t_2 = 2t_1$

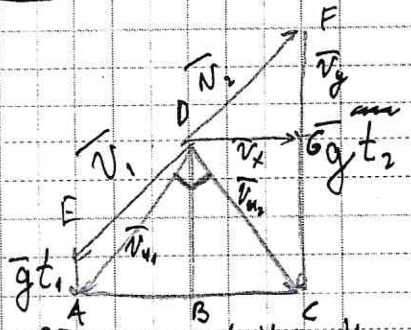
$\frac{2h - gt_1^2}{2t_1} = \frac{4t_1^2 g - 2h}{4t_1}$

$2h - gt_1^2 = 2t_1^2 g - h$

$3h = 3gt_1^2$

$\underline{h = gt_1^2 = 10м}$

$v_y = \frac{2h - gt_1^2}{2t_1} = 5 м/с$



Т.к. $v_1 = v_2$; $gt_1 \parallel DB \parallel gt_2 \Rightarrow$
$\Rightarrow$ BD - средняя линия трапеции AEFC $\Rightarrow$ AB = CB ; BD - общуся $\Rightarrow$

$\Rightarrow \bar{v}_{н_1} = \bar{v}_{н_2}$; ~~DAL = 90°~~ $\angle ADC = 90° \Rightarrow \angle DAB = \angle DCB = 45°$

$\bar{v}_x \perp \bar{g}t_2 \Rightarrow v_x \perp DB \Rightarrow \angle CDG = 45°$ ($\angle BDC = 45°$; $\angle DBC = 90°$) $\Rightarrow$

$\Rightarrow \bar{v}_x = GC$ (р/б $\triangle$ ($GCB = 90°$, и $DCB = 45°$) $\Rightarrow \angle DCG = \angle GDC = 45°$

$GC = \bar{g}t_2 - \bar{v}_y \Rightarrow v_x = gt_2 - v_y = 15 м/с$

$v_1 = v_2 = \sqrt{v_y^2 + v_x^2} \approx 15,8 м/с$

1 и — 2
2 и — 2.
3 и — 2
4 и — 1
5 и — 2
6 и — 1

1.9.2.

Дано:
R; L
d; ρ
20ρ
$\frac{d}{L}$?

$F_T = mg = 20\rho Vg$

$V = \pi(R^2L - (R-d)^2(L-d))$ — только стенка!

$k_1 = R^2L - (R-d)^2(L-d)$

$F_T = 20\rho g\pi \cdot k_1$

$F_A = V_{пч}\rho g = h\pi R^2 \rho g$ $R^2 = k_2$

при $h \geq L \Rightarrow V_{пч} = V_{ц} \Rightarrow F_A = Const$

$F_A = L\pi R^2 \rho g \Rightarrow$

$$\left.\begin{aligned} 1) N &= \rho\pi g(20k_1 - k_2h),\ h < L \\ N_1 &= \rho\pi g(20k_1 - k_2L),\ h \geq L \end{aligned}\right\}$$ график на ММ-КЕ

стакан всплывает при ~~х~~ когда

$$20k_1 \le k_2 h$$

1ч — 1,5
2ч — 1
3ч — 1
4ч — 0
5ч — 0

$F_A \to max$ при $h = L$

$$20k_1 \le k_2 L$$

$$\Downarrow$$

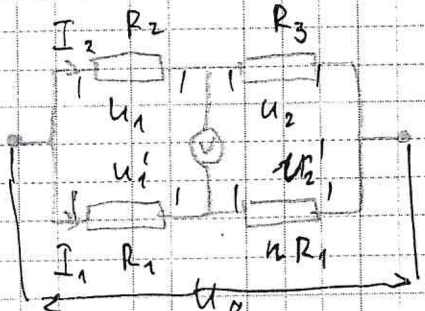
$$\frac{L}{d} \cancel{\le \frac{40Rd - 20d^2 - 20R^2}{40Rd - 20d^2 - R^2}} \ge \frac{20R^2 + 20d^2 - 40Rd}{R^2 + 20d^2 - 40Rd}$$

при ~~d → max~~ $(d = 0{,}04R)$

~~$\frac{L}{d} \le$~~

1.9.4

Дано:
$U(n)$



~~$I_2 = \frac{U}{R_2 + R_3}$~~

$$\left.\begin{aligned} U_1 + U_2 &= U_0 \\ \frac{U_1}{U_2} &= \frac{R_2}{R_3} \end{aligned}\right\} \quad U_0 = U_1\left(\frac{R_3}{R_2} + 1\right)$$

$$\left.\begin{aligned} U_1' + U_2' &= U_0 \\ U_2' &= nU_1' \end{aligned}\right\} \quad U_0 = (n+1)\,U_1'$$

$$U = U_1 - U_1'$$

$$U = U_0\left(\frac{1}{\frac{R_3}{R_2} + 1} - \frac{1}{n+1}\right)$$

5б

Пусть $k = \frac{R_3}{R_2}$; а $z = \frac{1}{n+1}$, тогда:

$$U = -U_0 \cdot z + \frac{U_0}{k+1} = U_0\left(\frac{1}{k+1} - z\right)$$

4б (-1б за отсутствие [illegible])

Всероссийская олимпиада школьников
Региональный этап 2020/2021 учебный год

ЛИСТ 4 ИЗ 4

9-12
ШИФР (заполняется Оргкомитетом)

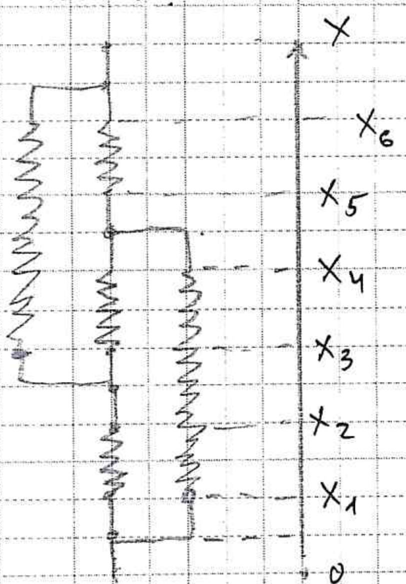
Из графика:

1б $\frac{25}{36} = \frac{1}{k+1} \Rightarrow k = 0{,}44$ (при $\frac{25}{36}$; $U = 0 \Rightarrow \frac{1}{k+1} - \frac{25}{36} = 0$)

0б. $U_0 = \frac{1720}{3186} = \frac{215}{396} \approx 0{,}54$ В (при $z = \frac{1}{2}$; $U = 3{,}2$)

1.9.3.

Дано:
k_1, k_2
k?



$F_{упр} = kx$

при сжатии на $3\Delta x \rightarrow$

$\Rightarrow$

$F_y = 4k_2 \cdot 2\Delta x + 3k_1\Delta x$ (2 больше сжим. на $2\Delta x$, а маленькие на Δx)

$F_y = \Delta x(4k_2 + 3k_1)$

$\frac{F_y}{\Delta x} = 4k_2 + 3k_1$

$\Downarrow$

$k = 4k_2 + 3k_1$

~~[illegible]~~

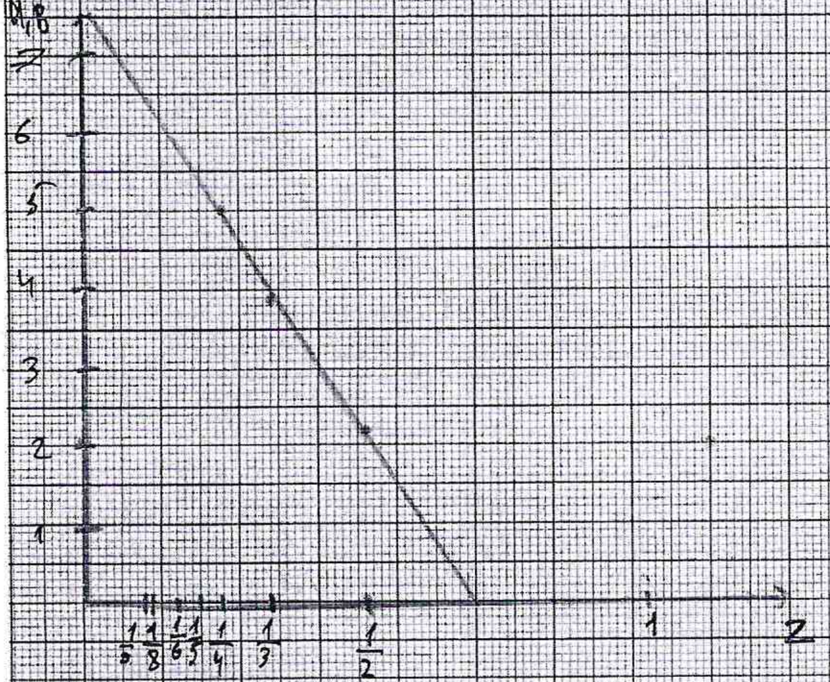
~~[illegible]~~

сжимании: $F_1 = 2k_1\Delta x$
растягив. $F_2 = 4k_2\Delta x$

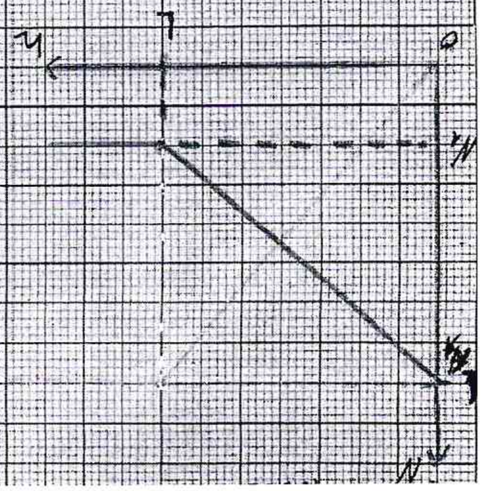
$F_1 < F_2 \Rightarrow \frac{k_1}{k_2} < 2$

1н – 0
2н – 0
3н – 0
4н – 0
5н – 0

$0{,}5 + 0 + 0{,}5 + 0{,}5 + 0 = \underline{1{,}5\delta}$



$0{,}5 + 0 + 0{,}5 + 0{,}5 + 1 = \underline{2{,}5\delta}$


Y
N