

Региональный этап ВсОШ
по физике 2021

1 день

Шифр 1006

Таблица для жюри

№ задачи	1	2	3	4	Итого	Подпись
Эксперт №1 (Ф.И.О) <i>Фирстов А.В.</i>	15	11	10	9	45	<i>Фирстов А.В.</i>
Эксперт №2 (Ф.И.О) <i>Пегин С.А.</i>	15	11	10	10	46	<i>Пегин С.А.</i>
Председатель (Ф.И.О) <i>Гарин</i>	15	11	10	10	46	<i>Гарин</i>

№ 10. 1

За время T , пока поезд переместился из позиции II в III, дым прошел расстояние $8S$ (S - расстояние, соответствующее стороне 1 клетки). Значит, ~~$8S = vT$~~

$$8S = vT \Rightarrow S = \frac{1}{8}vT.$$

Между позициями I и II расстояние $6S$, а II и III - $10S$.
Отсюда (v_2 - скорость поезда в позиции II)

$$\begin{cases} 6S = v_2 T - \frac{1}{2}aT^2 \\ 10S = v_2 T + \frac{1}{2}aT^2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \frac{3}{4}vT = v_2 T - \frac{1}{2}aT^2 \\ \frac{5}{4}vT = v_2 T + \frac{1}{2}aT^2 \end{cases}$$

т.к. $T \neq 0$, то
$$\begin{cases} 3v = 4v_2 - 2aT & (1) \\ 5v = 4v_2 + 2aT & (2) \end{cases}$$

(2) - (1) следует $2v = 4aT \Rightarrow T = \frac{v}{2a} = \frac{4 \frac{m}{c}}{2 \cdot 0,4 \frac{m}{c^2}} = 5c$

кроме того, $v_2 = \frac{3v + 2aT}{4} = \frac{3 \cdot 4 + 2 \cdot 0,4 \cdot 5}{4} = 4 \frac{m}{c}$

Пока поезд разогнался до v_2 , он прошел путь S_2

~~$S_2 = \frac{v_2^2}{2a}$~~ Тогда $2aS_2 = v_2^2$

$$S_2 = \frac{v_2^2}{2a} = \frac{(4 \frac{m}{c})^2}{(2 \cdot 0,4 \frac{m}{c^2})} = 20m$$

Расстояние от т. O до позиции II соответствует 11 клеткам,

$$\text{т.е. } 11S = \frac{11}{8}vT = \frac{11}{8} \cdot 5c \cdot 4 \frac{m}{c} = 27,5m$$

Тогда расстояние от т. O до места старта поезда равно

$$S_0 = |11S - S_2| = |27,5 - 20|m = 7,5m$$

Ответ: $T = 5c$; труба паровоза находилась на расстоянии

$S_0 = 7,5m$ по направлению ускорения a от точки O.

$\sqrt{2} \pm 0.4$

Поскольку корпус движется от времени T_2 до T_4 практически равномерно, то равнодействующая всех сил на него равна 0

$m \cdot g + \vec{F}_{\text{соед}} \approx 0$ m - масса корпуса с магнитиком

$+ F_{\text{соед}} = m g$ Носим тогда $+1$

$m g = k U^n$ Построим логарифмический график

$\ln(F_{\text{соед}})$ от $\ln(U)$

U найдем по формуле $U = \frac{h}{T_4 - T_2}$, где h - расстояние от верхнего лазера до плоскости нижних лазеров.

$h = (230 \pm 0.5) \text{ см}$

$F_{\text{соед}}$ выразим в 10^3 Н , U выразим в м

$T_2, 10^3 \text{ C}$	181	143	198	552	149	131	576
$T_4, 10^3 \text{ C}$	290	341	381	723	301	277	709
$m, 10^{-6} \text{ кг}$	537	600	700	790	894	990	1125
$g, \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$	9.8	9.8	9.8	9.8	9.8	9.8	9.8
$U, \text{ м}$	0.132	0.136	0.136	0.136	0.151	0.158	0.173
$F_{\text{соед}}, 10^3 \text{ Н}$	5.33	6.00	7.00	7.90	8.94	9.90	11.25
$\ln(F_{\text{соед}})$	1.67	1.79	1.94	2.08	2.19	2.29	2.42
$\ln(U)$	0.12	0.15	0.23	0.31	0.41	0.46	0.55

на логарифмическом графике угловой коэффициент наклона будет равен n . Поскольку график получился линейным, утвердим n не составит труда

$n = \frac{\Delta \ln(F)}{\Delta \ln(U)} = \frac{2.35 - 1.65}{0.5 - 0.07} = 1.6$

$$N=10.0 \rightarrow N=10.3$$

m_r - масса газа

m_o - масса оболочки

m_{ne} - масса гелия

$$m_o = \sigma \cdot 4\pi r^2$$

$$m_{ne} = \rho_{ne} V$$

Шар зависит в воздухе, когда

$$F_T = F_{Arch}$$

$$(m_{ne} + m_o)g = m_o g$$

$$\rho_{ne} V - \rho_v V + m_o = 0$$

$$(\rho_v - \rho_{ne}) V + m_o = m_o$$

$$\left(\frac{\rho_o m_o}{RT} - \frac{\rho_o m_{ne}}{RT} \right) \cdot \frac{m_{ne} RT}{\rho_o m_{ne}} = m_o \quad \left(\text{при } m_{ne} \geq \frac{4m_{ne} \pi r^2 \sigma}{m_o - m_{ne}} \text{ шар взлетит} \right)$$

$$\frac{m_o - m_{ne}}{m_{ne}} m_{ne} = m_o \Rightarrow m_{ne} = \frac{m_o \cdot 4\pi r^2 \sigma}{m_o - m_{ne}}$$

Чтобы взлетел, шар должен вытеснить вес объема гелия, не считая его. Если шар не взлетает, наполненный, то

увеличение массы не увеличит F_T , но уменьшит F_{Arch} ,

а уменьшение массы не уменьшит одинаково объем не и

объем вытесненного воздуха, а т.к. $\rho_v > \rho_{ne}$, то

F_{Arch} уменьшится сильнее, чем F_T , и шар все равно не взлетит. Значит, объем шара должен быть не

меньше необходимого объема воздуха

$$\frac{4}{3} \pi r^3 \geq \frac{m_{ne}}{\rho_{ne}} \Rightarrow \frac{4}{3} \pi r^3 \geq \frac{m_{ne}}{m_o - m_{ne}} \cdot \frac{4\pi r^2 \sigma}{\frac{\rho_o m_{ne}}{RT}}$$

$$\gamma \geq \frac{3RT \cdot M_{не}}{P_0 \cdot M_{не} \cdot (M_0 - M_{не})} \Rightarrow \frac{\gamma}{\sigma} \geq \frac{3RT}{P_0 (M_0 - M_{не})}$$

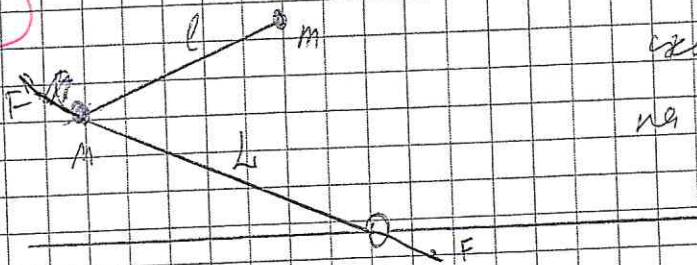
Ответ: шар должен обладать характеристиками

$$\frac{\gamma}{\sigma} \geq \frac{3RT}{P_0 (M_0 - M_{не})}, \text{ тогда он взлетит при завыскет}$$

$$\text{в воздухе при массе шарика } M_{не} = \frac{4M_{не} \cdot \pi r^2 \sigma}{M_0 - M_{не}}$$

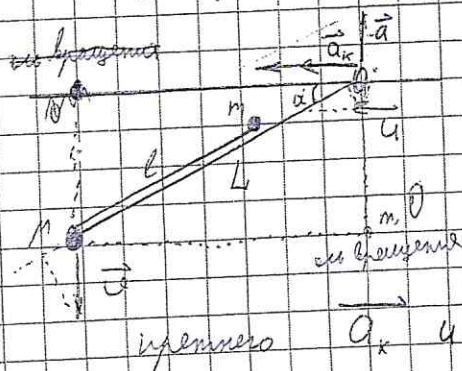
Для равноускоренного взлёта в обеих выражениях должен стоять знак $>$

$$N \approx 10.2$$



Если ленточный смертель схват, то он движется на кольцо с О. лаской. Тогда его ускорение равно $a = \frac{F}{m} = \frac{F}{\sigma x}$

Значит, ленточный смертель не стат, и грузы m и M свободно падают в пространстве, ч их ускорение $a_{ш} = a_{го} = a_{ш} = a_{г} = a = g$. M, m и кольцо скатываются по одной прямой, когда смертель L образует угол α со спицей, то неподвижно ките её. Перейдем в с.о., движущуюся со ускорением $a_{ш} = g$ вниз ($a_{ш}$ по-прежнему равно g, т.к. смертель L практически не растянут). Тогда ко ускорение кольца складывается из



и ускорения относительно с.о. $-a_{ш} = -a$

Скорость шарика M в любой С.О. не меняется, а (пусть равна u)

Тогда $u^2 = 2gh = 2g(L \cdot \sin \alpha) = 4gL \sin \alpha$

$u = \sqrt{4gL \sin \alpha}$ + 25.

Из проекции на шнур L (пусть ось x)

$u_x = u \cos \alpha$, где u - скорость конца (направлена влево по шнур.)

$u \sin \alpha = u \cos \alpha$; $u = \tan \alpha \cdot u = 2 \tan \alpha \sqrt{gL \sin \alpha}$

представим в данный момент движение шнуром L можно

считать ~~выполняем~~ вращением вокруг точки O - точки пересечения

шнуров K и O в точке, где находится кольцо, и K и O в точке,

где находится груз M

Перенесем в эту точку С.О., движущуюся со скоростью u влево

относительно последней С.О. Теперь кольцо вращается вокруг

неподвижного груза M со скоростью $V = \sqrt{u^2 + u^2} =$

$= \sqrt{(u^2 + u^2) \cdot 4gL \sin \alpha} = 2 \sqrt{\frac{\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha}{\cos^2 \alpha}} \cdot \sqrt{gL \sin \alpha} = \frac{2}{\cos \alpha} \sqrt{gL \sin \alpha}$

тогда центростремительное ускорение кольца равно

$a_{g.c} = \frac{V^2}{L} = \frac{4gL \sin \alpha}{L \cos^2 \alpha} = \frac{4 \sin \alpha}{\cos^2 \alpha} g$

$a_{g.c} = a_k \cdot \cos \alpha - a \sin \alpha = \frac{4 \sin \alpha}{\cos^2 \alpha} g$

$a_k \cdot \cos \alpha = g \sin \alpha \left(\frac{4}{\cos^2 \alpha} g + g \right)$

$a_k = g \cdot \tan \alpha \cdot \left(\frac{4}{\cos^2 \alpha} + 1 \right)$

Ответ: $a_{ш} = a_{г} = g$; $a_k = g \cdot \tan \alpha \cdot \left(\frac{4}{\cos^2 \alpha} + 1 \right)$

Не найдем ускорения кольца
(не успевает вращаться)

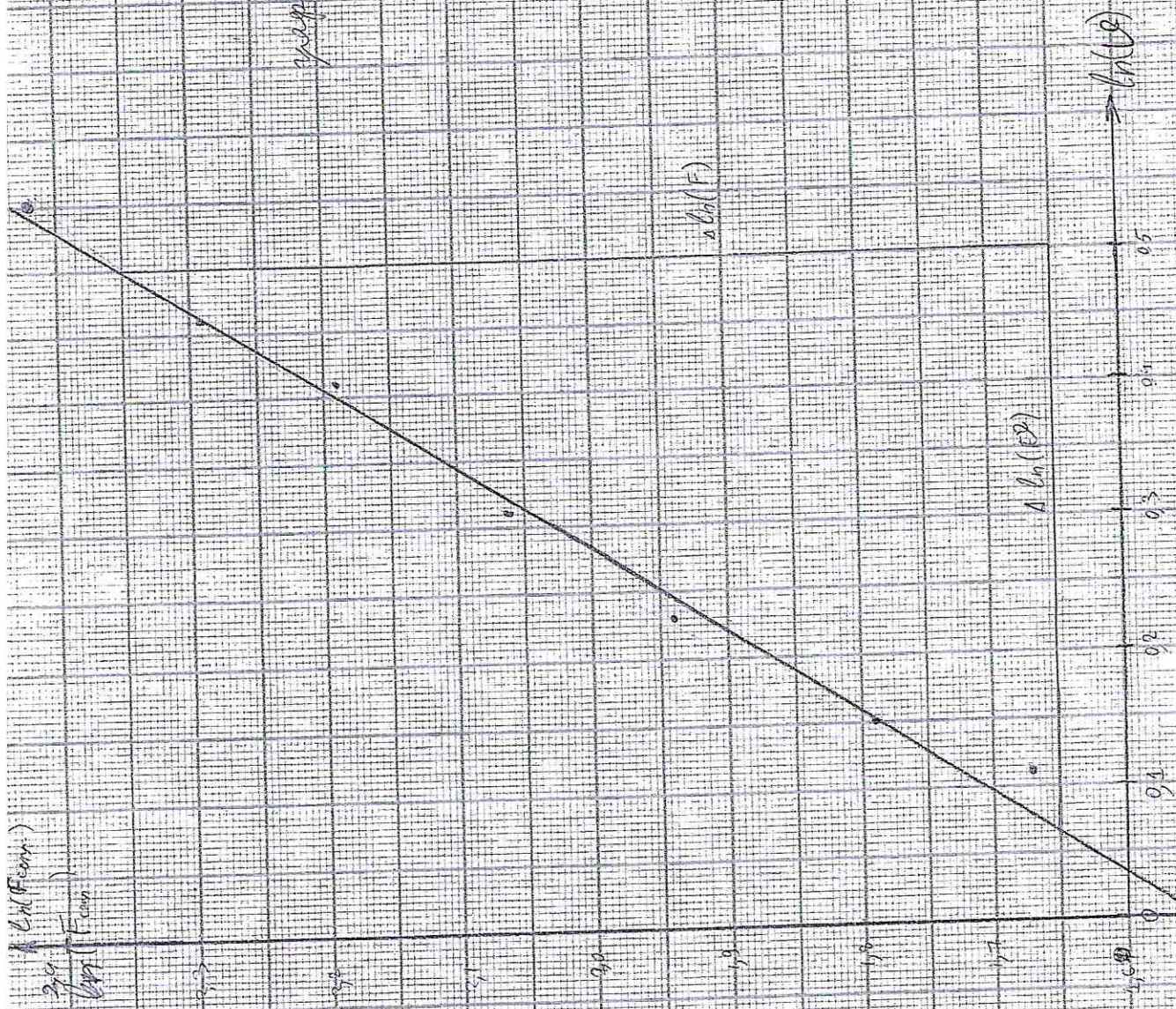
(-30)

-15 - не в ур-не.

1000

~~1000~~

измерения погрешности 10.4



Региональный этап ВсОШ
по физике 2021

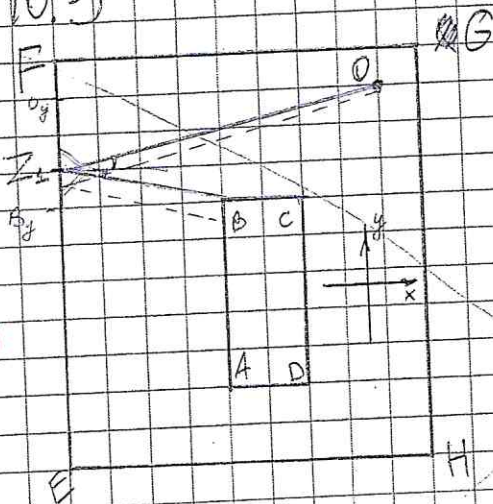
2 день

Шифр 1006

Таблица для жюри

№ задачи	1	2	3	4	Итого	Подпись
Эксперт №1 (Ф.И.О) <i>Петит СЯ</i>	<i>13</i>	<i>12</i>	<i>8</i>	<i>4</i>	<i>37</i>	<i>[Signature]</i>
Эксперт №2 (Ф.И.О) <i>Егоршин ИИ</i>	<i>12</i>	<i>12</i>	<i>8</i>	<i>4</i>	<i>36</i>	<i>[Signature]</i>
Председатель (Ф.И.О) <i>Габришев</i>	<i>13</i>	<i>12</i>	<i>8</i>	<i>4</i>	<i>37</i>	<i>[Signature]</i>

№2.10.3

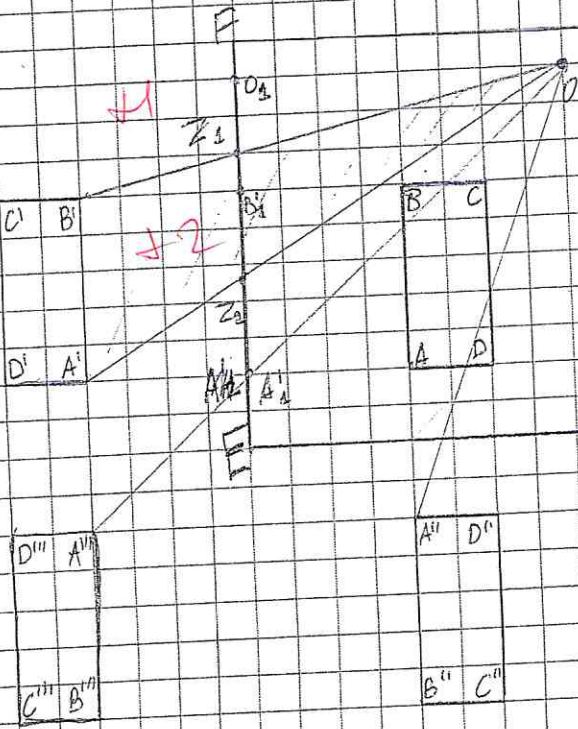


Для того, чтобы увидеть с
посла стороны стержень AB в
части стержня AB возле точки
 B , ~~то зеркало должно располагаться~~
~~не дальше~~ верхний край зеркала
должен располагаться не дальше
3 метров (10 м) от точки F . ~~т.к.~~

при этом угол падения и угол отражения равны, то равны
и углы $\angle FZ_1O$ и $\angle B_1Z_1B$ равны (B_1 - проекция B на EF).
Тогда $\triangle BB_1Z_1 \sim \triangle OO_1Z_1$, и $\frac{O_1Z_1}{B_1Z_1} = \frac{OO_1}{BB_1} = 2$ (из рисунка)
 ~~$= \frac{3 \text{ м}}{1.5 \text{ м}} = 2$ (из рисунка).~~

Если же Z_1 будет находиться не дальше 30 м от F ,

№2.10.3



Посмотрим изображение
 $ABCD$ в зеркале - $A'B'C'D'$.
Чтобы было видно сторону
 AB в зеркале, в нем
должно быть видно сторону
 $A'B'$. В пересечении
 OA' и OB' с EF и будут
находиться края зеркала
 Z_1 и Z_2 . ~~т.к.~~ расстояние
от O до EF в 2 раза больше,

чем от B' , то Z_1 по подобию треугольников $\triangle OO_1Z_1$ и $\triangle B'B_1Z_1$
(O_1 и B_1 - проекции O и B на EF)

$$O_1 Z_1 = 2 B_1' Z_1 = 2 \text{ клетки}, \text{ и } F Z_1 = 3 \text{ клетки}$$

$$(\text{т.к. } O_1 B_1' = 3 \text{ клетки})$$

Аналогичные рассуждения проводятся для A', A_1', O, O_1^*

$$O_1 Z_2 = 2 A_1' Z_2; O_1 A_1' = 8 \text{ клеток} \Rightarrow O_1 Z_2 = \frac{16}{3} \approx 5,33 \text{ клетки}$$

$$\text{Тогда } F Z_2 = \frac{18}{3} \approx 6,33 \text{ клетки. Значит, край зеркала}$$

должен находиться не дальше 3 клеток (30 м) $\sqrt{\frac{19}{3}}$ (т.к. $\frac{19}{3} \approx 6,33$)

($\frac{19}{3} \text{ м} \approx 6,33 \text{ м}$), а значит его минимальная длина

равна $5,33 \text{ м} - 30 \text{ м} = 2,33 \text{ м}$ (с точностью до 0,01 м).

3) Предположим, что можно. Построим изображение $A'B'C'D$

в зеркале на стене $EH - A''B''C''D''$. Заметим, что отрезок

OA'' проходит через 2 стены склада, а значит, расположен в единственном зеркале на стороне EH (на других сторонах зеркал нет), увидев сторону AD невозможно, т.к. невозможно

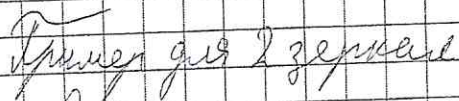
увидеть полное её изображение $A''D''$. Если же

мы построим изображение $A'B''C''D''$ в зеркале на стороне EF , — $A'''B'''C'''D'''$, то отрезок OA''' опять пересекает

склад $A'B'C'D$. Значит, двух зеркал тоже недостаточно.

Далее приведем пример для 3 зеркал. Ответ на 3 вопроса — нет.

4) Далее приведем пример для 2 зеркал с углом $Z_1 Z_2$ (хотя оно и не используется).


$$\sqrt{-2.10.2}$$
$$= g \cos \alpha$$

Время $t = \sqrt{\frac{2l}{g \cos \alpha}} = \sqrt{\frac{2d}{g}}$

или переводим нейтронную окружность с центром

~~обращение в формулу в 4 порта увеличит, и для не, может, маневр,~~

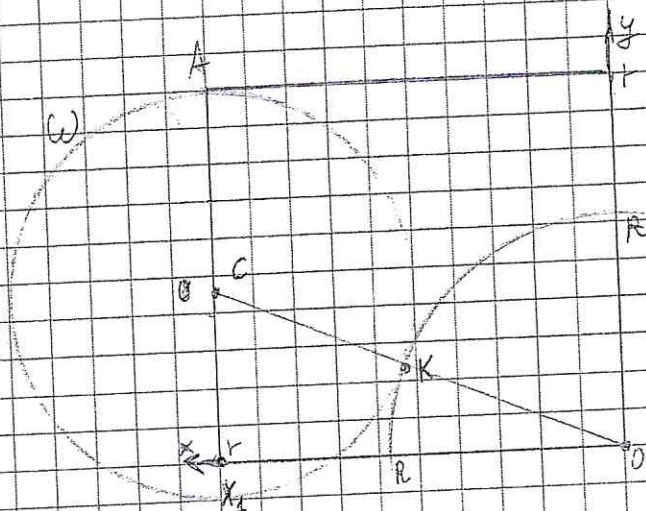
~~Вспомогательная функция~~

~~$$40 = \sqrt{2} r \text{ (нож. туперос)}, AT = \sqrt{10^2 - 10^2} = \sqrt{2} r - R = \frac{d}{2}$$~~

~~разных окружностей с г. в м. к. м. А-судя, а т-моя окружность~~

~~Найти $d = 2(R + r)$, и время t (иначе окружность ω)~~
 ~~$t =$~~

по ходу которой камешек
летит, не меняя
направления, и не
касаясь шарика, не меняя
направления.
Построим центры и найдем
длину d ω



R - радиус ω , r - радиус
касания.

$$CX_1 = r - \frac{d}{2} \quad OX_1 = r$$

$$CO = \sqrt{r^2 + \left(r - \frac{d}{2}\right)^2} = \sqrt{2r^2 - rd + \frac{d^2}{4}}$$

$$CO = \frac{d}{2} + R = \sqrt{2r^2 - rd + \frac{d^2}{4}}$$

$$R^2 + dR + \frac{d^2}{4} = 2r^2 - rd + \frac{d^2}{4}$$

$$d(R + r) = 2r^2 - R^2$$

$$d = \frac{2r^2 - R^2}{R + r}$$

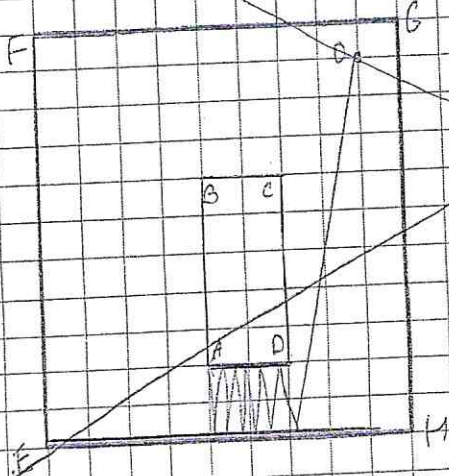
$$t = \sqrt{\frac{2d}{g}} = \sqrt{2 \frac{2r^2 - R^2}{g(R + r)}}$$

Ответ: $t = \sqrt{2 \frac{2r^2 - R^2}{g(R + r)}}$

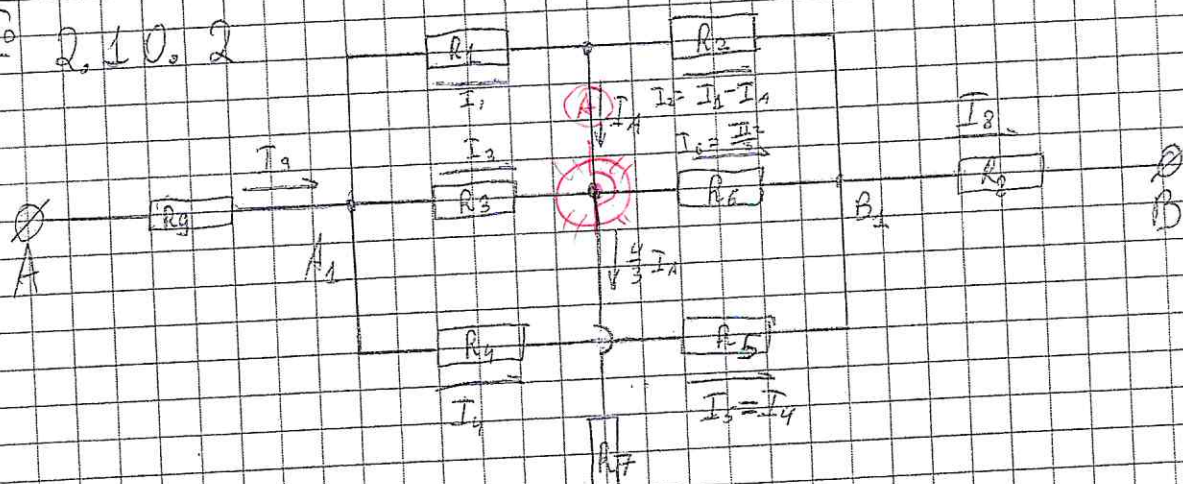
~~Решение: $R = 2.1 \pm 0.4$~~

~~$R = 2.1 \pm 0.3$ (приближение)~~

~~Пример для 2-го задания - на стене AD и
стене EH кривая~~



№ 2.10.2



$$I_1 R_1 = I_3 R_3$$

$$\textcircled{1} I_1 = 3 I_3$$

$$I_2 R_2 = I_6 R_6$$

$$\textcircled{2} I_2 = 3 I_6$$

$$\textcircled{3} I_4 = I_5$$

$$\textcircled{4} I_2 = I_1 - I_4$$

$$\textcircled{2} \textcircled{4} I_6 = \frac{I_2}{3} = \frac{I_1 - I_4}{3} = I_3 - \frac{I_4}{3}$$

$$\textcircled{5} I_7 = I_1 + I_3 - I_6 = I_1 + \frac{I_1}{3} - \frac{I_1 - I_4}{3} = \frac{4 I_1}{3} = \frac{4 \cdot 4.5 \text{ A}}{3} = 6 \text{ A}$$

$$\textcircled{6} I_8 = I_9 - I_7 = 14 \text{ A} - 6 \text{ A} = 8 \text{ A}$$

$$\textcircled{7} I_4 + I_3 + I_1 = I_4 + 4 I_3 = I_9 \Rightarrow I_4 = I_9 - 4 I_3 = I_5$$

$$\textcircled{8} I_1 R_1 + I_2 R_2 = I_4 R_4 + I_5 R_5 = U_{AB1}$$

$$3 I_3 R_1 + (3 I_3 - I_4) R_2 = (I_9 - 4 I_3) (R_4 + R_5)$$

$$3 I_3 + 6 I_3 - 2 I_4 = 9 I_9 - 36 I_3$$

$$45 I_3 = 9 I_9 - 2 I_4 \quad I_3 = \frac{9 I_9 - 2 I_4}{45} = \frac{9 \cdot 14 \text{ A} - 2 \cdot 4.5 \text{ A}}{45} = 3.6 \text{ A}$$

$$I_6 = I_3 - \frac{I_4}{3} = 3.6 \text{ A} - \frac{4.5 \text{ A}}{3} = 1.1 \text{ A}$$

$$U_{AB} = I_9 R_9 + I_3 R_3 + I_6 R_6 + I_8 R_8 = 14 \text{ A} \cdot 9 \Omega + 3.6 \text{ A} \cdot 3 \Omega + 1.1 \text{ A} \cdot 6 \Omega + 8 \text{ A} \cdot 8 \Omega = 204.4 \text{ В}$$

№ 10.2

Дано: $I_1 = 6 \text{ A}$ $I_2 = 8 \text{ A}$ $U_{AB} = 204,4 \text{ В}$

№ 2.10.4

Если 8 см^3 земли в трубку $8,0 \text{ см}$, то $\rightarrow$ внутренняя
площадь поперечного сечения $S_{\text{внут}} = \frac{\Delta V}{\Delta l} = \frac{8 \text{ см}^3}{8,0 \text{ см}} = 1,0 \text{ см}^2$

$$r_{\text{внут}} = \sqrt{\frac{4 S_{\text{внут}}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1,0}{\pi}} = \sqrt{1,27} = 1,13 \text{ см}$$

+ 2

8A

Найдём D - внешний диаметр

известно что $\pi D = \frac{1}{2} 2\pi L$, где L - длина намотанной проволоки

$$D = \frac{L}{2 \cdot \pi} = \frac{8,9}{2 \cdot 3,14} = 1,42$$

$$S_{\text{внеш}} = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{\pi L^2}{4 \cdot 2 \cdot \pi^2} = \frac{L^2}{16 \pi} = \frac{8,9^2}{16 \cdot 3,14} = 1,58 \text{ см}^2$$

$$\text{Площадь стенок трубки } S_{\text{ст}} = S_{\text{внеш}} - S_{\text{внут}} = 1,58 \text{ см}^2 - 1,0 \text{ см}^2 = 0,58 \text{ см}^2$$

На участках, где при изменении ρ k постоянно, вода
перемещается за вертикальную внутреннюю стенку,
поэтому k не увеличивается

Из графика $V_S(h)$ видно, что на h от 0 до $3,0 \text{ см}$ V растёт линейно,

значит площадь попер. сечения здесь постоянна (с учётом трубки)

и равна $S_{\text{ст}} = \frac{\Delta V}{\Delta h} = \frac{(12-0) \text{ см}^3}{3,0 \text{ см}} = 4,0 \text{ см}^2$, а площадь только

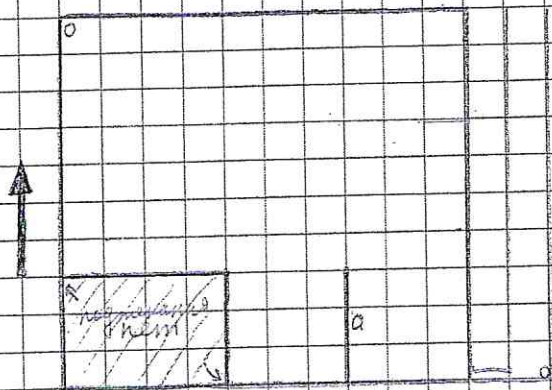
попер. сечения ямки (без трубки) равна $S_S - S_{\text{внут}} = 4,0 \text{ см}^2 - 1 \text{ см}^2 = 3,0 \text{ см}^2$

$= 3,0 \text{ см}^2$. Значит, перегородка расположена на расстоянии

$$\frac{3,0 \text{ см}^2}{4,0 \text{ см}} = 0,75 \text{ см от края, то есть прилагает ко дну и}$$

имеет высоту равно 3 см (9)

1006



На графике $V_1(h)$ вода
сначала попадает в левый
отсек от перегородки А,
и переливается через нее,
когда занимает объем 9 см^3 +1
Этот объем соответствует
отсеку $3 \times 3 \text{ клетки}$ ($3 \text{ см} \times 3 \text{ см} \times 1 \text{ см}$).

Значит, есть еще 2 перегородки (Б), ограничивающие
объем, занимаемый водой. Рассмотрим квадратные
участки на графиках $V_4(h)$ и $V_5(h)$ при h от 40 до 100
на уровне $h = 70 \text{ см}$ вода начнет перемещаться за стенку,
пока не займет объем $V_{45} = 71 \text{ см}^3 - 43 \text{ см}^3 = 28 \text{ см}^3$ +1

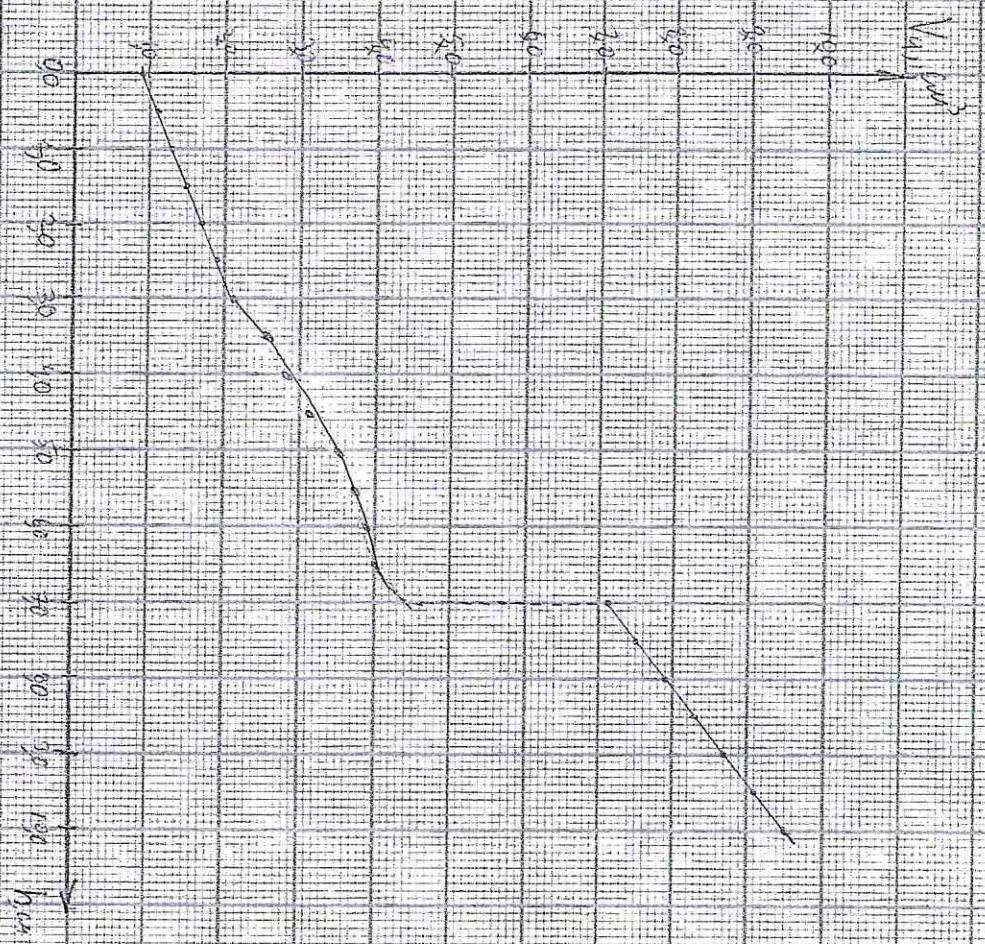
$V_{45} = 71 \text{ см}^3 - 44 \text{ см}^3 = 27 \text{ см}^3$, что соответствует отсеку

$4 \text{ см} \times 7 \text{ см} \times 1 \text{ см}$ или $3 \text{ см} \times 9 \text{ см} \times 1 \text{ см}$, в предположении,

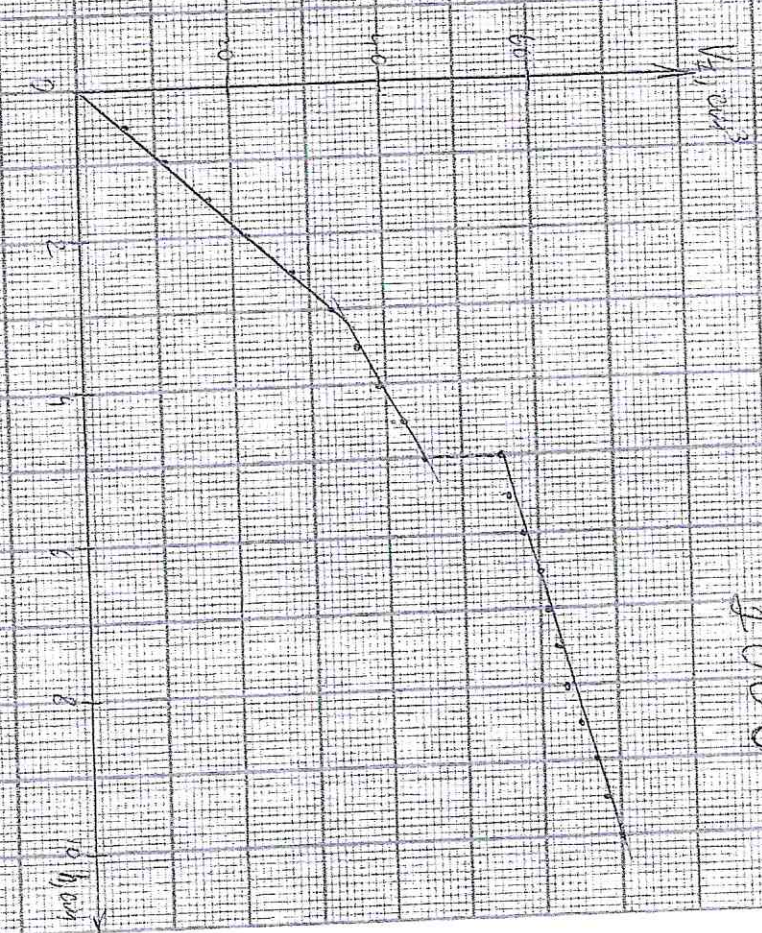
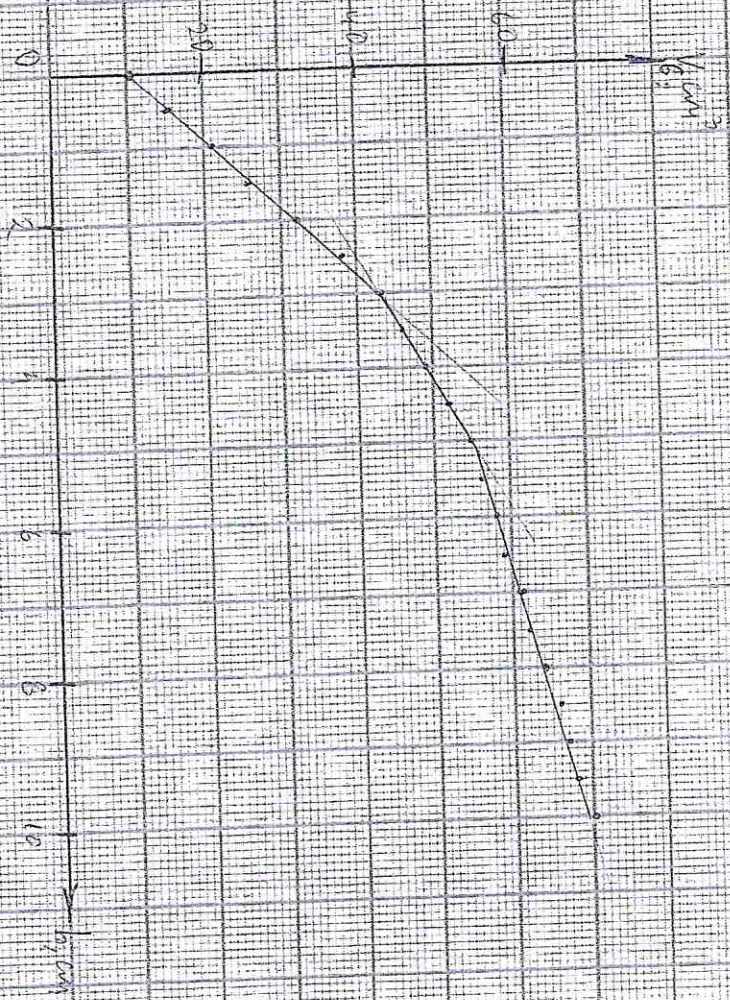
Однако отсеку $7 \text{ см} \times 4 \text{ см} \times 1 \text{ см}$ был бы нарушен доступ
воды либо к трубе, либо к отсеку между А и Б, т.к.
его ширина превышает высоту воды на уровне $7 \text{ см} - 4 \text{ см} = 3 \text{ см}$
от дна, т.е. там, где заканчивается стена А, а ширина 7 см
непрерывно покрывает всю эту стенку (расстояние от А до
левой стены - 7 см , до правой - 3 см). Значит, подходит
только отсек $9 \times 3 \text{ см} \times 1 \text{ см}$, прилегающий к правой стенке,
тогда в него не затекала вода из отверстия в левом верхнем
углу (через него поднимается вода в $V_4(h)$). Ключевой момент
указания графиков

1006

Немаловажно графикам $V_4(h)$ и $V_5(h)$ на графике для h от 3 см до 7 см можно объяснить образованием воздушных пузырей, либо из-за сложной конструкции стенок



4006



1006