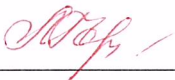


Протокол проверки работы

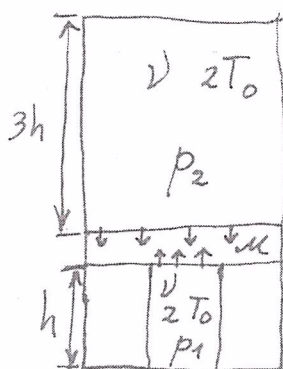
Шифр работы 1001

ФИО эксперта	Баллы	Подпись
Капустина Т.Т.	49	
Егоршин И.И.	49	
Горбанева Л.В.	49	

1	2	3	4	5
12	12	5	10	10

ЛИСТ ДЛЯ ОТВЕТОВ

ЗАДАЧА № 10.2	ЛИСТ 1 ИЗ 9	1001 ППФР (заполняется Оргкомитетом)
---------------	-------------	--



$$1. \begin{cases} \nu R \cdot 2T_0 = p_2 \cdot (3h \cdot 3S) \\ \nu R \cdot 2T_0 = p_1 \cdot hS \end{cases}$$

$$p_1 S = 3p_2 S + mg$$

Решаем систему.

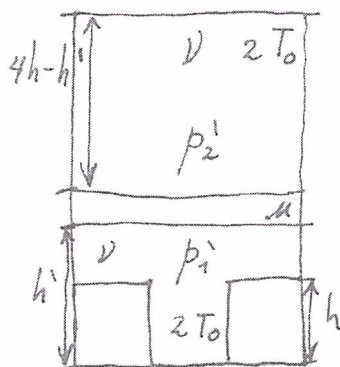
$$p_2 = p_1$$

$$p_2 = \frac{2\nu RT_0}{9hS}$$

$$p_2 S = 3p_2 S + mg$$

$$mg = \frac{4\nu RT_0}{3hg} - \text{масса поршня.}$$

2.



$$\begin{cases} 2\nu RT_0 = p_2' \cdot (4h-h') \cdot 3S \\ 2\nu RT_0 = p_1' \cdot ((h'-h) \cdot 3S + hS) \end{cases}$$

$$p_1' \cdot 3S = mg + p_2' \cdot 3S$$

Решаем систему.

$$p_2' = \frac{2\nu RT_0}{3S(4h-h')}$$

$$p_1' = \frac{mg}{3S} + p_2'$$

$$2\nu RT_0 = \left(\frac{2\nu RT_0}{3S(4h-h')} + \frac{4\nu RT_0}{9hS} \right) (3Sh' - 2Sh)$$

$$3h'^2 - 23hh' + 29h^2 = 0$$

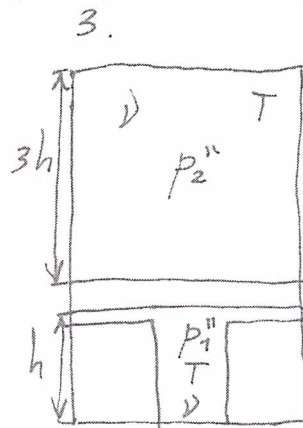
$$h'_1 \approx 6,7h > 4h - \text{этого не можем быть.}$$

$$h'_2 \approx 1,6h \Rightarrow h' = 1,6h$$

- 1-12
- 2-12
- 3-5
- 4-10
- 5-10

ЛИСТ ДЛЯ ОТВЕТОВ

ЗАДАЧА № 10. 2	ЛИСТ 2 ИЗ 9	1001 ШПФР (заполняется Оргкомитетом)
----------------	-------------	--

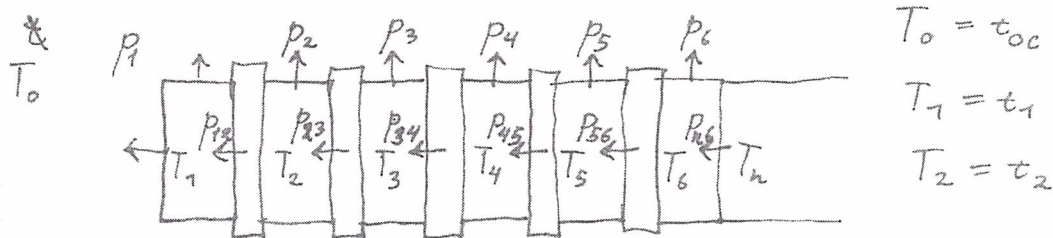


$$\begin{aligned}
 & \cancel{2VRT} \\
 & \left\{ \begin{aligned} VRT &= p_2'' \cdot 3h \cdot 3S \\ VRT &= p_1'' \cdot hS \end{aligned} \right. \\
 & 3Sp_1'' = 3Sp_2'' + Mg \quad \leftarrow \text{в момент,} \\
 & p_1'' = 3p_2'' \quad \text{зазор когда} \\
 & p_2'' = \frac{VRT}{3hS} \quad \text{зазор} \\
 & 2 \cdot 3Sp_2'' = 3Sp_2'' + \frac{4VRT_0}{3h} \quad \text{между опорами} \\
 & T = 0,5 T_0 \quad \text{и поршнем мал}
 \end{aligned}$$

≤ 125.

ЛИСТ ДЛЯ ОТВЕТОВ

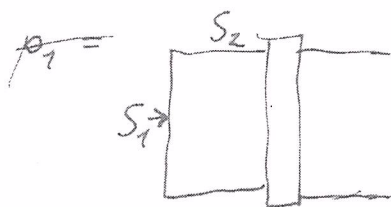
ЗАДАЧА №10.1	ЛИСТ 3 ИЗ 9	1001 ШПФР (заполняется Оргкомитетом)
--------------	-------------	--



~~Мощность теплопотерь магнита~~

Тепло, отдаваемое магнитом воздуху и ~~к~~ магниту слева через картон (очевидно, что чем левее магнит, тем меньше его температура) равно теплу, поступающему от магнита справа:

$$\begin{cases} p_1 = p_{12} \\ p_2 + p_{12} = p_{23} \\ p_3 + p_{23} = p_{34} \\ \dots \end{cases}$$



$$S_1 = \pi r^2 = 4 \cdot \pi \text{ см}^2$$

$$S_2 = 2\pi r h = 4\pi \text{ см}^2$$

$$S_1 = S_2 = S$$

$$p_1 = \alpha (S_1 + S_2) (T_1 - T_0)$$

$$p_{12} = \beta S_1 (T_2 - T_1)$$

$$\alpha (S_1 + S_2) (T_1 - T_0) = \beta S_1 (T_2 - T_1)$$

$$2\alpha (T_1 - T_0) = \beta (T_2 - T_1)$$

$$\frac{\alpha}{\beta} = \frac{T_2 - T_1}{2(T_1 - T_0)} = 1$$

$$\alpha = \beta$$

1

1

1
 $S_2 = \frac{S}{2}$

ЛИСТ ДЛЯ ОТВЕТОВ

ЗАДАЧА № 10. 1	ЛИСТ 4 ИЗ 9	1001 ШИФР (заполняется Оргкомитетом)
----------------	-------------	--

$$\alpha p_2 + p_{12} = p_{23}$$

$$\alpha S_2 (T_2 - T_0) + p S_4 (T_2 - T_1) = p S_1 (T_3 - T_2)$$

$$T_2 - T_0 + T_2 - T_1 = T_3 - T_2$$

$$T_3 = 3T_2 - T_0 - T_1 = 44^\circ\text{C}$$

Аналогично для всех магн остальных температур магнитов:

$$\alpha S_2 (T_3 - T_0) + p S_4 (T_3 - T_2) = p S_1 (T_4 - T_3)$$

$$T_4 = 3T_3 - T_2 - T_0 = 83^\circ\text{C}$$

$$T_5 = 3T_4 - T_3 - T_0 = 185^\circ\text{C}$$

$$T_6 = 3T_5 - T_4 - T_0 = 452^\circ\text{C}$$

$$T_n = T_6 \text{ ; т.к. } = 452^\circ\text{C ; т.к. между}$$

6-ым магнитом и шитой ниткой нет, а температура магнита одинакова во всех его точках.

≤ 12.5

ЛИСТ ДЛЯ ОТВЕТОВ

ЗАДАЧА № 10-4	ЛИСТ 5 ИЗ 9	1001 ППФР (заполняется Оргкомитетом)
---------------	-------------	--

Есть 2 случая:

- 1) α - изображение S_1 ; β - изображение S_2
- 2) β - изображение S_1 ; α - S_2 .

~~(X) X~~

~~Луч, ^{от источника} идущий через α к изображению, не преломляясь, проходит через центр линзы (X)~~

1) Луч (или его продолжение), идущий от источника к его изображению, не преломляясь, проходит через центр линзы.

$\Rightarrow$ Точка O пересечения ~~и~~ прямых αS_1 и βS_2 - центр линзы.

2) Луч ^{и/или} (или его продолж.), идущий через оба источника, после преломления идёт через оба изображения $\Rightarrow$

$\Rightarrow$ Точка L пересечения $\alpha\beta$ и $S_1 S_2$ - принадлежит линзе.

Мы знаем положение линзы

Строим луч $S_1 K / S_2 K$, параллельный оптической оси, после преломления он ^(или его продолж.) пройдёт через изображение " α " и пересечёт

ЛИСТ ДЛЯ ОТВЕТОВ

ЗАДАЧА № 10. 4	ЛИСТ 6 ИЗ 9	1001 ППФР (заполняется Оргкомитетом)
----------------	-------------	--

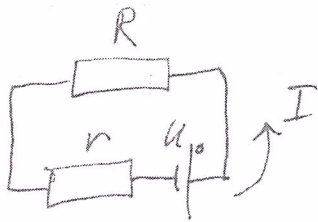
оптическую ось в фокусе линзы;
 Второй фокус симметричен первому
 относительно ^{плоскости} ~~центра~~ линзы ($OF = OF'$)

В обоих случаях линза собирающая.

≤ 105.

ЛИСТ ДЛЯ ОТВЕТОВ

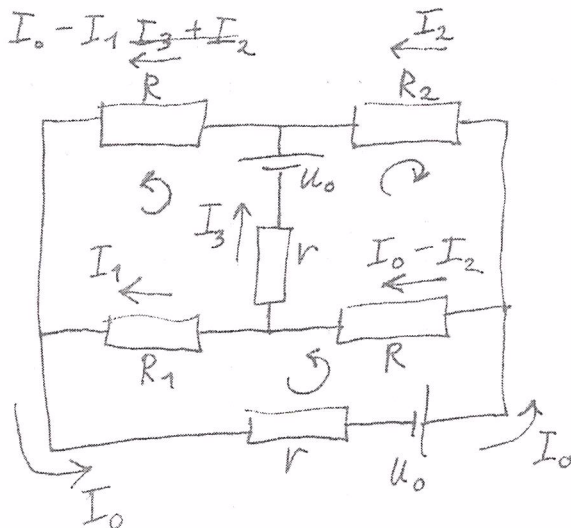
ЗАДАЧА № 10.5	ЛИСТ 7 ИЗ 9	1001 ШПФР (заполняется Оргкомитетом)
---------------	-------------	--



$$I = \frac{U_0}{R+r}$$

$$P_0 = (R+r) I^2$$

$$P_0 = \frac{U_0^2}{R+r} = 7 \text{ Вт}$$



уравнения 3 обходов:

$$U_0 = R(I_0 - I_2) + R_1 I_1 + r I_3$$

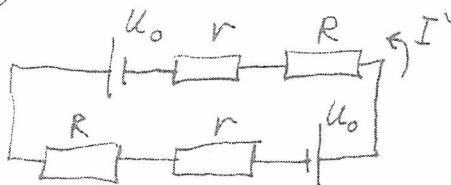
$$U_0 = R(I_0 - I_1) + r I_3 - R_1 I_1$$

$$U_0 = r I_3 + R(I_0 - I_2) - I_2 R_2$$

$$I_3 = I_0 - I_2 - I_1$$

Предположим, что $I_1 = I_2 = 0$ (не противоречит записанной системе)

Тогда преобразуем схему в эквивалентную (т.к. ток по R_1 и R_2 не течёт):



$$2U_0 = 2(R+r) I'$$

$$I' = \frac{U_0}{R+r} = I$$

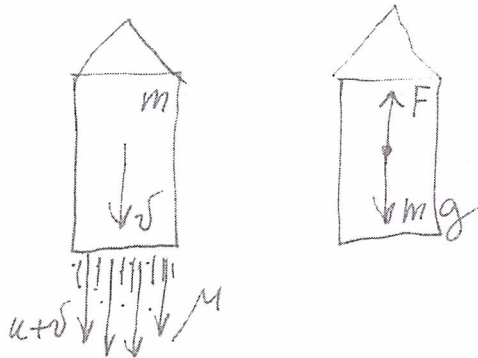
$$P = 2(R+r) I'^2 = \frac{2U_0^2}{R+r}$$

$= 14 \text{ Вт}$; мы не пришли к противоречию, значит предположение и полученный ответ верны.

105

ЛИСТ ДЛЯ ОТВЕТОВ

ЗАДАЧА № 10, 3	ЛИСТ 8 ИЗ 9	1001 ШПФР (заполняется Оргкомитетом)
----------------	-------------	--



Изменение импульса
корабля dp_1 за
малый промежуток
времени dt равно
изменению импульса
топлива dp_2 .

$$dp_1 = dp_2 = dp$$

$$F = \frac{dp}{dt}$$

$$dp = \Delta v dm = u dm$$

$$dm = \mu dt$$

$$(1) \quad F = u \mu$$

Силы, действующие на корабль не
меняются с течением времени $\Rightarrow$
он движется равнозамедленно (с уск. a ,
направленной вверх). t - время до
посадки.

$$(1) \quad a = \frac{F - mg}{m} = \frac{u \mu}{m} - g$$

$v - at = v_n$ - при граничном случае с
максимальной конечной скоростью.

$$(1) \quad t = \frac{v - v_n}{a}$$

ЛИСТ ДЛЯ ОТВЕТОВ

ЗАДАЧА № 10, 3	ЛИСТ 9 ИЗ 9	1001 ППФР (заполняется Оргкомитетом)
----------------	-------------	--

μ — истраченное топливо.

$$\mu = \mu t = \mu \frac{v - v_n}{a}$$

$$v^2 - v_n^2 = 2ah$$

$$v^2 - v_n^2 = \frac{2a}{m} \mu h - 2gh$$

$$\mu = \frac{m}{2ah} (v^2 - v_n^2 + 2gh)$$

$$\mu = \mu \frac{v - v_n}{a} = \frac{m}{2ah} (v^2 - v_n^2 + 2gh) \frac{v - v_n}{\frac{a\mu}{m} - g} =$$

$$= \frac{m(v^2 - v_n^2 + 2gh)(v - v_n)}{2ah \left(\frac{v^2 - v_n^2}{2h} \right)} =$$

$$= \frac{m(v^2 - v_n^2 + 2gh)(v - v_n)}{a(v^2 - v_n^2)}$$

$\mu' = 0$ — производная $\mu(v)$

$$\mu' = 0 \Rightarrow ((v^2 - v_n^2 + 2gh)(v - v_n))' = 0$$

$$3v^2 - 2v_nv + 2gh - v_n^2 = 0$$

$$v = \frac{v_n}{3} \pm \frac{\sqrt{4v_n^2 - 6gh}}{3}$$

$$v = \cancel{\frac{v_n}{3} \pm \sqrt{2gh}}$$

$$v = \frac{v_n}{3} + \frac{\sqrt{4v_n^2 - 6gh}}{3}$$

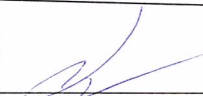
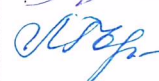
258

(Этот лист с вашими построениями необходимо сдать вместе с решением)

Начало онлайн-разбора решений задач теоретического тура (по московскому времени) будет:
 22 января по адресу <https://youtu.be/ru6zYLB1g8I>, 7 класс – 16.00; 9 класс – 17.00;
 23 января по адресу <https://youtu.be/TjNkhHpeIXs>, 8 класс – 13.00; 10 класс – 14.00; 11 класс – 15.30.
 Там же будет объявлено о правилах отбора на международную олимпиаду юниоров (IJSO)

1 протокол проверки работы

Шифр работы 21001

ФИО эксперта	Баллы	Подпись
Егоршин ИИ	37	
Капустин Г. Г.	37	
Горбачева Л. В.	37	

Евровинн / 19 / 18
Кандидат / 15 / 20

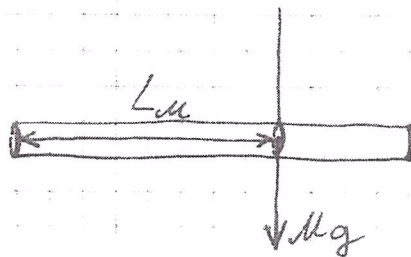
ЛИСТ ДЛЯ ОТВЕТОВ

ЗАДАЧА № 10.2	ЛІСТ 1 из 3	21001
		ШПФР (заполняется Оргкомитетом)

Измерили длину стержня миллиметровой бумагой:

$$L = 12,5 \text{ см} = 12,5 \text{ см}$$

Теперь найдём положение его центра масс; ~~подвесив~~ ^{цилиндр} подвешиваем ~~его за нитку~~ на нитке и добиваемся равновесия (горизонтального положения стержня), двигая место привязки нити:



Миллиметровой бумагой измеряем расстояние L_m от одного конца стержня до места привязки нити.

$$L_m = 8 \text{ см}.$$

Обмотаем цилиндр ниткой в несколько оборотов (8):



ЛИСТ ДЛЯ ОТВЕТОВ

ЗАДАЧА № 10. 2	ЛИСТ 2 ИЗ 3	21001 ШИФР (заполняется Оргкомитетом)
----------------	-------------	---

Разматываем эту часть нити ^(которая была на цилиндре) ~~обратно~~ и измеряем её длину миллиметровой лентой.

При 8 оборотах длина 25,5 см.

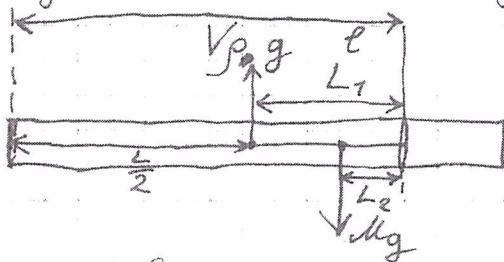
$\frac{25,5 \text{ см}}{8}$ — длина окружности основания стержня $\Rightarrow 2\pi r = \frac{25,5}{8} \text{ см}$

$$r = \frac{25,5}{16\pi} \text{ см}$$

Объём цилиндра:

$$\pi r^2 L = \frac{25,5^2 \cdot 12,5 \cdot \pi}{16^2 \cdot \pi} \text{ см}^3 \approx 10,1 \text{ см}^3$$

Снова подвесим цилиндр на нитке и опустим его в воду:



Добъёмая равновесие системы, передвигаем место привязки нити.

Условие равновесия:

$$L_1 V \rho g = L_2 Mg$$

П.к. к стержню имеет форму цилиндра, в сила Архимеда приложена к середине.

$$L_1 = L_{\text{н}} - \frac{l}{2} \quad l = 2,2 \text{ м} \quad L_1 = l - \frac{l}{2}$$

$$L_2 = l - L_{\text{н}}$$

ЛИСТ ДЛЯ ОТВЕТОВ

ЗАДАЧА № 10, 2	ЛИСТ 3 ИЗ 3	21001 ШПФР (заполняется Оргкомитетом)
----------------	-------------	---

$$(l - \frac{l}{2}) V \rho g = (l - L_{\text{н}}) m \cdot g$$

$$m = V \rho \frac{l - \frac{l}{2}}{l - L_{\text{н}}}$$

l — Расстояние от конца стержня до места привязки l измерен миллиметровой лентой, после того, как вытащили стержень из воды. $l = 9,2 \text{ см}$

$$m = V \rho \frac{l - \frac{l}{2}}{l - L_{\text{н}}} = 10,1 \text{ см}^3 \cdot 1 \frac{\text{г}}{\text{см}^3} \cdot \frac{9,2 - \frac{12,5}{2}}{9,2 - 8} =$$

$$\approx 252$$

Повторные измерения всех величин давали тот же результат, одинаковый результат.

ЛИСТ ДЛЯ ОТВЕТОВ

ЗАДАЧА № 10. 1	ЛИСТ 1 ИЗ 4	21001 ШПФР (заполняется Оргкомитетом)
----------------	-------------	---

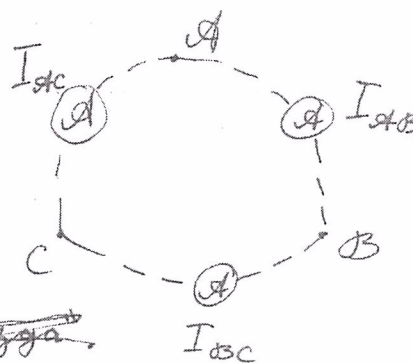
Серый ящик N19.

1) Сначала подключаем мультиметр в режиме амперметра между А и В ; В и С ; С и А :

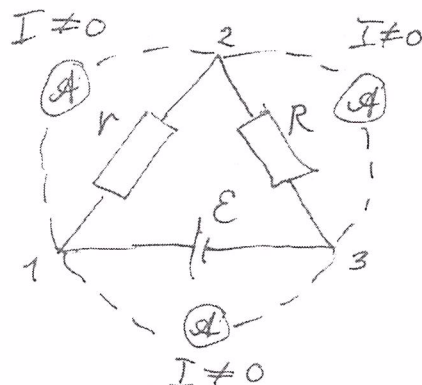
$$I_{AB} = 39 \text{ мА}$$

$$I_{CA} = 10 \text{ мА}$$

$$I_{BC} = 0$$



Рассмотрим схему ~~звезда~~ "треугольник" :



Куда бы мы ни подключили амперметр, по нему пойдёт ненулевой ток.

Но в наших измерениях $I_{BC} = 0 \Rightarrow$

$\Rightarrow$ Элементы соединены по схеме "звезда".

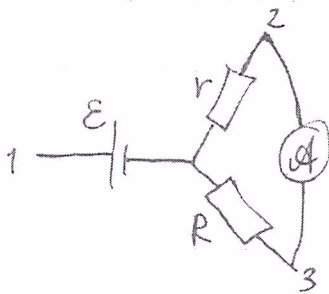
2) Рассмотрим все возможные подключения амперметра к схеме "звезда":

+55.

ЛИСТ ДЛЯ ОТВЕТОВ

ЗАДАЧА № 10.1	ЛІСТ 2 ІЗ 4	21001
		ШПФР (заповняється Оргкомітетом)

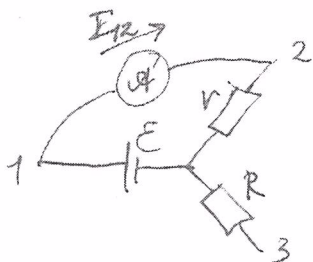
1.



$$I_{23} = 0 = I_{BC}$$

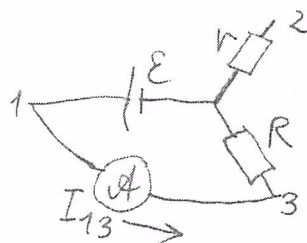
П.к. цепь не замкнута.

2.



П.к. сопротивление источника мало, $I_{12} = \frac{E}{r}$

3.



$$I_{13} = \frac{E}{R}$$

+ 30.

$$\left\{ \begin{array}{l} R > r \\ I_{12} = \frac{E}{r} \\ I_{13} = \frac{E}{R} \end{array} \right\} \Rightarrow I_{12} > I_{13} \Rightarrow I_{12} = I_{AB} = 39 \text{ мкА} \\ I_{13} = I_{AC} = 10 \text{ мкА}$$

$$\left. \begin{array}{l} I_{AB} = I_{12} \\ I_{BC} = I_{23} \\ I_{AC} = I_{13} \end{array} \right\} \Rightarrow \text{Устанавливаем соответствие между точками:} \\ A - 1; B - 2; C - 3.$$

ЛИСТ ДЛЯ ОТВЕТОВ

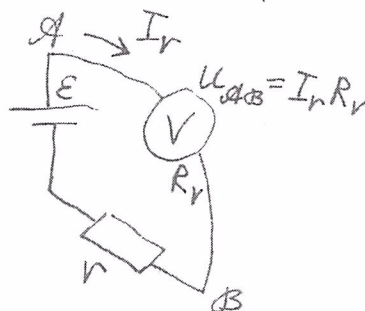
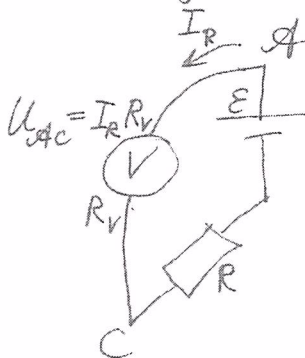
ЗАДАЧА № 10.1	ЛІСТ 3 ІЗ 4	21001 ІІІФР (заповняється Оргкомітетом)
---------------	-------------	---

$$3) \begin{cases} I_{AB} = \frac{\mathcal{E}}{R} \\ I_{AC} = \frac{\mathcal{E}}{R} \end{cases}$$

$$I_{AB} r = I_{AC} R$$

$$R = r \frac{I_{AB}}{I_{AC}} = 3,9r$$

Підключаємо вольтметр к А и В ; А и С:



$$U_{AB} = I_r R_v$$

$$U_{AC} = I_r R_v$$

$$I_R = \frac{\mathcal{E}}{R_v + R}$$

$$I_r = \frac{\mathcal{E}}{R_v + r}$$

$$\begin{cases} R_v \frac{\mathcal{E}}{R_v + R} = U_{AB} \\ R_v \frac{\mathcal{E}}{R_v + R} = U_{AC} \end{cases}$$

$$\frac{U_{AB}}{U_{AC}} = \frac{R_v + R}{R_v + r} \neq$$

$$\frac{19,3}{17,19} = \frac{R_v + 3,9r}{R_v + r} \Rightarrow \text{Отсюда выражаем } R_v:$$

$$R_v \approx 22,6r$$

ЛИСТ ДЛЯ ОТВЕТОВ

ЗАДАЧА № 10. 1	ЛИСТ 4 ИЗ 4	21001 ШИФР (заполняется Оргкомитетом)
----------------	-------------	---

$$\begin{cases} E = R_v I_r + R I_r \\ U_{AC} = R_v I_r \end{cases}$$

$$\frac{E}{U_{AC}} = \frac{R_v + R}{R_v} = \frac{22,6r + 3,9r}{22,6r}$$

$$E = \frac{26,5}{22,6} U_{AC} = \frac{26,5}{22,6} \cdot 17,19 = 20,2 \text{ В.}$$

$$r I_{AB} = E$$

$$r = \frac{20,2 \text{ В}}{3,9 \text{ мкА}} \approx 518 \text{ кОм.}$$

$$R = 3,9r \approx 2020 \text{ кОм}$$

ЛИСТ ДЛЯ ОТВЕТОВ

ЗАДАЧА № <u>Р. 2</u>	ЛИСТ <u>1</u> ИЗ <u>1</u>	21015 ШПФР (заполняется Оргкомитетом)
----------------------	---------------------------	---

1) Определим объём цилиндра:

$$V_{\text{цил.}} = S_{\text{осн.}} \cdot h = \pi \frac{d^2}{4} \cdot h = (9,6555 \pm 0,006) \text{ см}^3$$

2) Из канцелярских зажимов и цилиндра можно создать установку наподобие подвижного блока, который даёт в 2 раза выигрыш в силе, но длина нити будет в 2 раза больше. Прикрепим зажим к нити, а по одну из его "ручек" поднимем ^{камень} ~~груз~~, один конец которой будет обмотан вокруг цилиндра, а другой - вокруг второго зажима. Так можно узнать массу цилиндра относительно массы канцелярского зажима:

