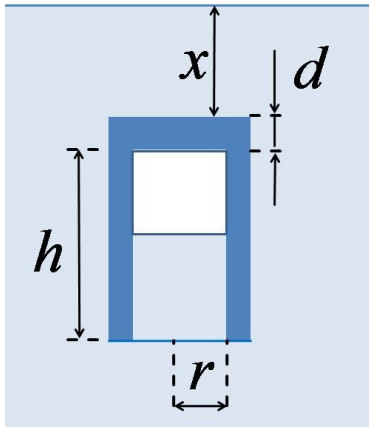


## 9 класс дистанционный тур1

### 9 класс тур1 Задание 1. Тест: (16 вопросов, 16 баллов)

### 9 класс тур1 Задание 2. Олимпиада, задача: Вверх дном (15 баллов)



Цилиндрический стакан вверх дном погружают в воду, имеющую такую же температуру как воздух. Масса стакана  $m=372.31$  г, толщина дна стакана  $d=2$  мм, глубина стакана  $h=14.5$  см, объем материала, из которого он изготовлен,  $V=61.1$  см<sup>3</sup>, внутренний радиус стакана  $r=3$  см. Определите:

1. На какую глубину ( $x$ ) необходимо погрузить дно стакана, чтобы он начал тонуть.
2. Каким будет в этот момент давление воздуха в стакане ( $P$ ).
3. Предельное значение массы стакана ( $m_1$ ), при которой он останется на плаву, если его аккуратно опустить в воду вверх дном.

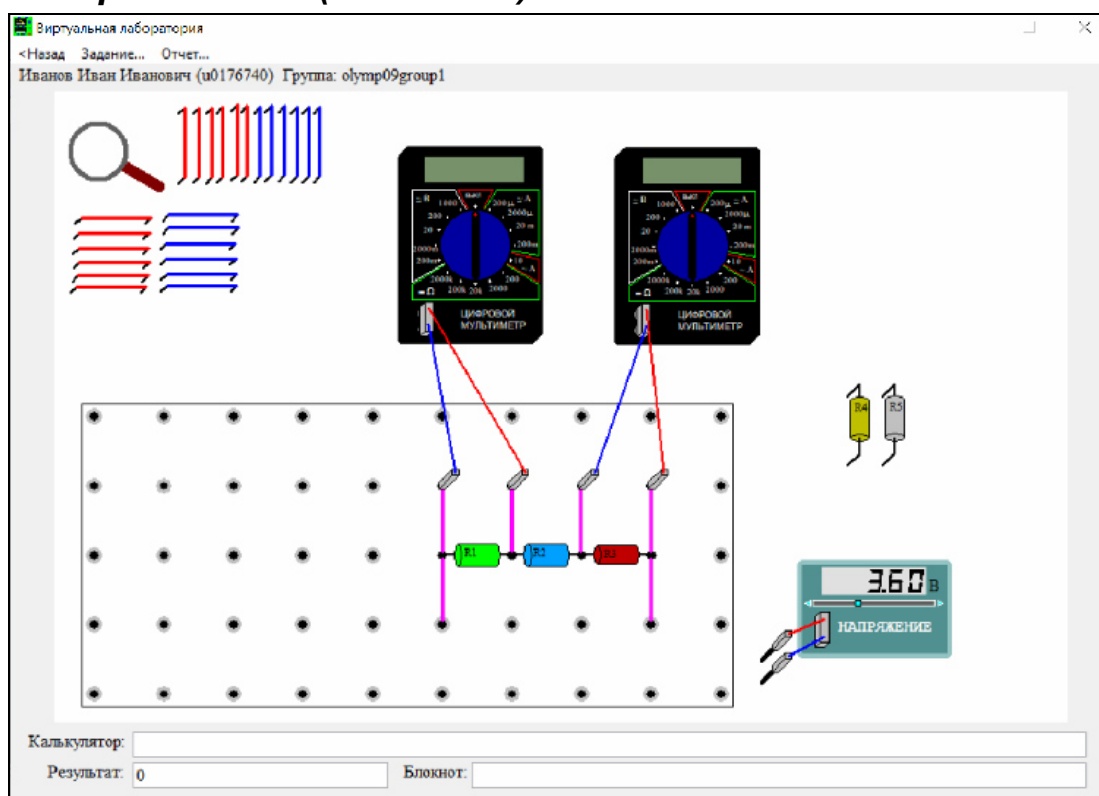
Учтите, что при неизменной температуре для газа выполняется соотношение  $pV=\text{const}$ , где  $p$  - давление газа, а  $V$  - его объем.

В ответ давление вводите с точностью до одной десятой процента, остальные ответы- с точностью до одного процента. Атмосферное давление  $P_A=100922$  Па. Ускорение свободного падения примите равным  $9.8$  м/с<sup>2</sup>. Плотность воды  $\rho_v=1$  г/см<sup>3</sup>. Число  $\pi=3.1416$ .

Введите ответ:

$$\begin{aligned} x &= \boxed{\phantom{000}} \text{ см, } (315.5 \pm 3.79) \\ P &= \boxed{\phantom{000}} \text{ Па, } (132951 \pm 266) \\ m_1 &= \boxed{\phantom{000}} \text{ г, } (465.2 \pm 5.6) \end{aligned}$$

### 9 класс тур1 Задание 3. Олимпиада, модель: Параметры резисторов и токи (25 баллов)



Имеется система с впаянными в наборную панель резисторами R1, R2, R3 и двумя мультиметрами, резисторы R4 и R5, которые могут быть установлены на эту панель, а также соединительные провода и источник питания, позволяющий менять движком напряжение на его выходе. Мультиметры могут работать в режиме (микро/милли)амперметров и (милли)вольтметров. Сопротивление мультиметра в режиме (милли)вольтметра можно считать бесконечно большим, в режиме (микро/милли)амперметра - пренебрежимо малым. Определите с минимально возможной погрешностью (желательно, не более 0.1%):

- Сопротивление R1 первого резистора.
- Сопротивление R2 второго резистора.
- Сопротивление R3 третьего резистора.
- Максимальный ток  $I_{\max}$  без короткого замыкания, который при использовании элементов данной системы можно пропустить через источник питания.
- Ток  $I_2$ , который при этом будет протекать через резистор R2.

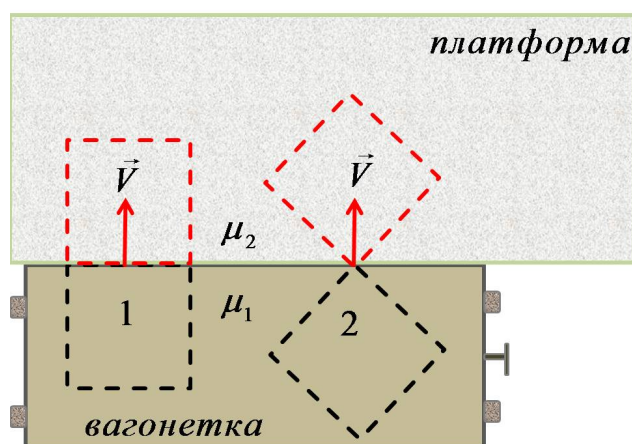
Соберите для этого необходимые электрические схемы, проведите измерения и выполните расчеты. Добивайтесь максимальной точности измерений! Задания можно переделывать, но за каждую повторную отсылку результатов на сервер начисляется до 5 штрафных баллов.

Буква  $\mu$  у диапазона означает "микро", буква m - "милли". Напряжение на выходе источника регулируется перемещением его движка. Элементы можно перетаскивать мышью и подключать к клеммам панели. Провода имеют практически нулевое сопротивление, их

можно растягивать для подсоединения к нужным клеммам. Тип измеряемой величины и предел измерительной шкалы мультиметра меняется с помощью поворота ручки.

Сопротивление резистора R1	<input type="text"/> Ом	$60 \pm 0.15$
Сопротивление резистора R2	<input type="text"/> Ом	$22.9 \pm 0.05725$
Сопротивление резистора R3	<input type="text"/> Ом	$41 \pm 0.1025$
Ток I <sub>max</sub>	<input type="text"/> А	$3.410 \pm 0.034$
Ток I <sub>2</sub>	<input type="text"/> А	$0.43668 \pm 0.0022$

### 9 класс тур1 Задание 4. Олимпиада, задача: Разгрузка вагонетки (20 баллов)



Вагонетку подогнали для разгрузки вплотную к платформе, поверхности их находятся на одном уровне. Два одинаковых ящика, у каждого из которых масса  $m=257$  кг, а дно – квадрат со стороной  $a=0.8$  м, медленно передвигают на платформу. При этом скорость одного всё время направлена перпендикулярно его боковой грани, а скорость второго – вдоль диагонали его основания (на рисунке чёрным пунктиром показано начальное положение ящиков, а красным – конечное). Приложенная сила в каждый момент времени имеет минимальное

необходимое значение. Коэффициент трения о поверхность вагонетки  $\mu_1=0.26$ , о платформу –  $\mu_2=0.35$ . Определите:

- 1) Какая сила  $F_1$  приводила в движение первый ящик в момент, когда он переместился на расстояние  $x_1=0.32$  м.
- 2) Какая работа (А) по перестановке ящика была совершена к этому моменту.
- 3) Какая сила  $F_2$  приводила в движение второй ящик в момент, когда он переместился на расстояние  $x_1=0.32$  м.
- 4) Во сколько раз К увеличилась эта сила к моменту, когда ящик переместился на расстояние  $x_2=0.72$  м.

Ускорение свободного падения примите равным  $9.8 \text{ м/с}^2$ . Ответы вводите с точностью не хуже, чем до одного процента.

Введите ответ:

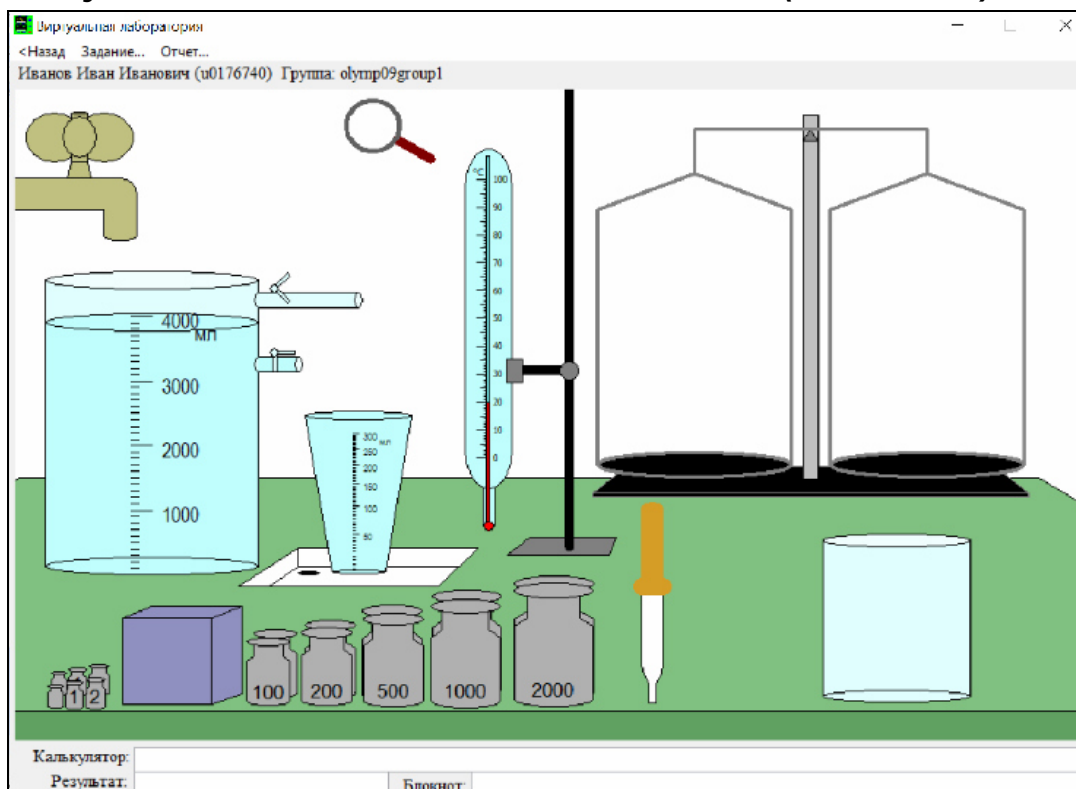
$$F_1 = \text{[input]} \text{ Н, } (745.4 \pm 8.2)$$

$$A = \text{[input]} \text{ Дж, } (224.03 \pm 2.5)$$

$$F_2 = \text{[input]} \text{ Н, } (691.0 \pm 7.6)$$

$$K = \text{[input]}, (1.1887 \pm 0.013)$$

## 9 класс тур1 Задание 5. Олимпиада, Олимпиада, модель: Мерный стакан, кубик, вода и неизвестная жидкость (40 баллов)



В отливном стакане находится вода плотностью  $1 \text{ г/см}^3$  и удельной теплоемкостью  $4200 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$ . Если щелкнуть по крану, из него начинает течь неизвестная жидкость. Определите:

- Массу мерного стакана - с точностью до десятых.
- Объём воды в отливном стакане - с точностью до целых.
- Начальную температуру кубика - с точностью до целых.
- Объём кубика - с точностью до целых.
- Плотность кубика - с точностью до десятых.
- Удельную теплоемкость кубика - с точностью до десятков.
- Плотность неизвестной жидкости, текущей из крана - с точностью до сотых.
- Удельную теплоемкость неизвестной жидкости - с точностью до десятков.

Занесите результаты в отчёт и отошлите его на сервер.

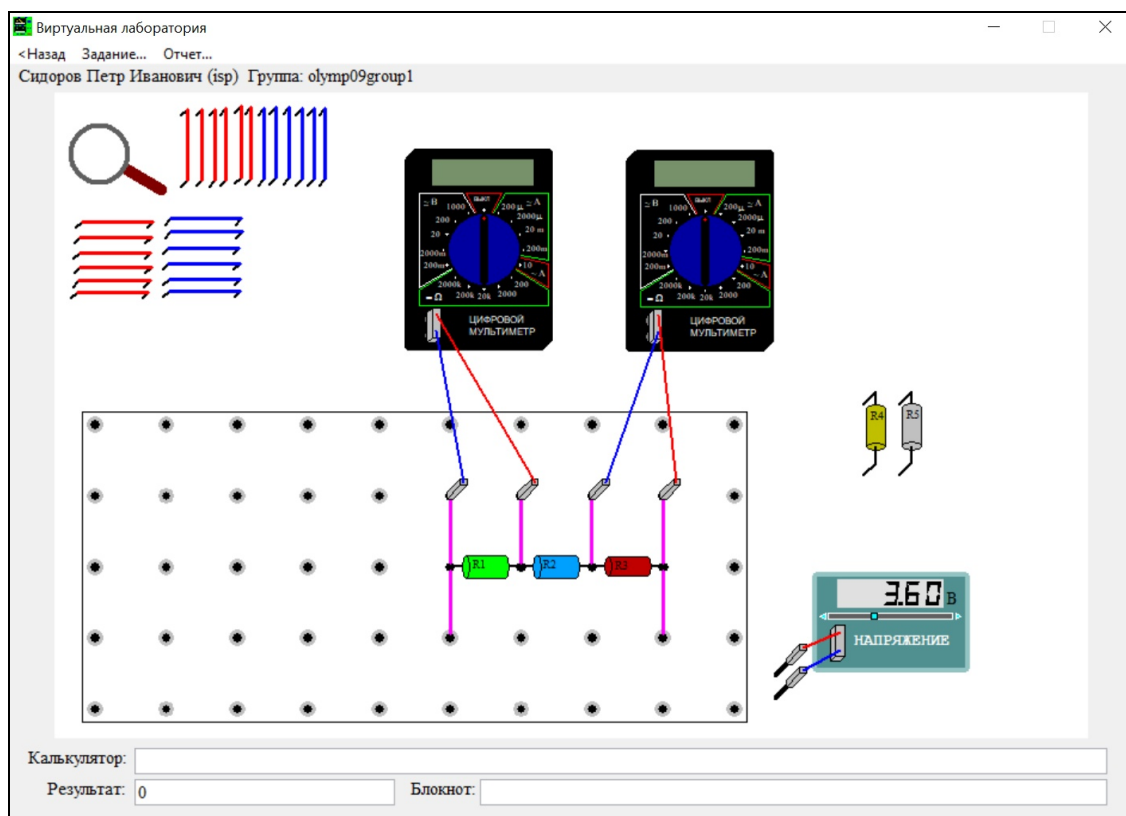
Краны открываются и закрываются по щелчку мыши. Жидкость из стаканов можно выливать в раковину и переливать в стакан, поставленный в раковину, или в отливной стакан. Градусник можно закрепить в лапку штатива, если подвести к лапке сбоку со свободной стороны и отпустить. Градусник нельзя пронести сквозь предметы. Кубик можно помещать в цилиндрический стакан, стоящий на столе, после чего наливать в этот стакан жидкости можно только пипеткой. Ускорение свободного падения  $g=9.8 \text{ м/с}^2$ . Масса подписанных гирь

указана в граммах. Теплоемкостью стаканов можно пренебречь. Считайте, что жидкость из крана, попадая в отливной стакан, практически мгновенно равномерно перемешивается с жидкостью в стакане.

Для восстановления начального состояния системы можно выйти из модели и снова в неё зайти. При этом сохраняются все начальные параметры физической системы и не назначаются штрафные баллы.

Масса мерного стакана	<input type="text"/> г	$45.5 \pm 0.01$
Объём воды	<input type="text"/> см <sup>3</sup>	$4205 \pm 2$
Температура кубика	<input type="text"/> °C	$63.9 \pm 3$
Объём кубика	<input type="text"/> см <sup>3</sup>	$235 \pm 1$
Плотность кубика	<input type="text"/> г/см <sup>3</sup>	$6.2 \pm 0.01$
Удельная теплоемкость кубика	<input type="text"/> Дж/(кг·К)	$630 \pm 35$
Плотность жидкости, текущей из крана	<input type="text"/> г/см <sup>3</sup>	$1.4595 \pm 0.015$
Удельная теплоемкость жидкости, текущей из крана	<input type="text"/> Дж/(кг·К)	$2957.5 \pm 65$

## 1. Тур 1. 9-10 классы. Модель: Параметры резисторов и токи (25 баллов)



Имеется система с впаянными в наборную панель резисторами R1, R2, R3 и двумя мультиметрами, резисторы R4 и R5, которые могут быть установлены на эту панель, а также соединительные провода и источник питания, позволяющий менять движком напряжение на его выходе. Мультиметры могут работать в режиме (микро/милли)амперметров и (милли)вольтметров. Сопротивление мультиметра в режиме (милли)вольтметра можно считать бесконечно большим, в режиме (микро/милли)амперметра - пренебрежимо малым. Определите с минимально возможной погрешностью (желательно, не более 0.1%):

- Сопротивление R1 первого резистора.
- Сопротивление R2 второго резистора.
- Сопротивление R3 третьего резистора.
- Максимальный ток  $I_{\max}$  без короткого замыкания, который при использовании элементов данной системы можно пропустить через источник питания.
- Ток  $I_2$ , который при этом будет протекать через резистор R2.

Соберите для этого необходимые электрические схемы, проведите измерения и выполните расчеты. Добивайтесь максимальной точности измерений!

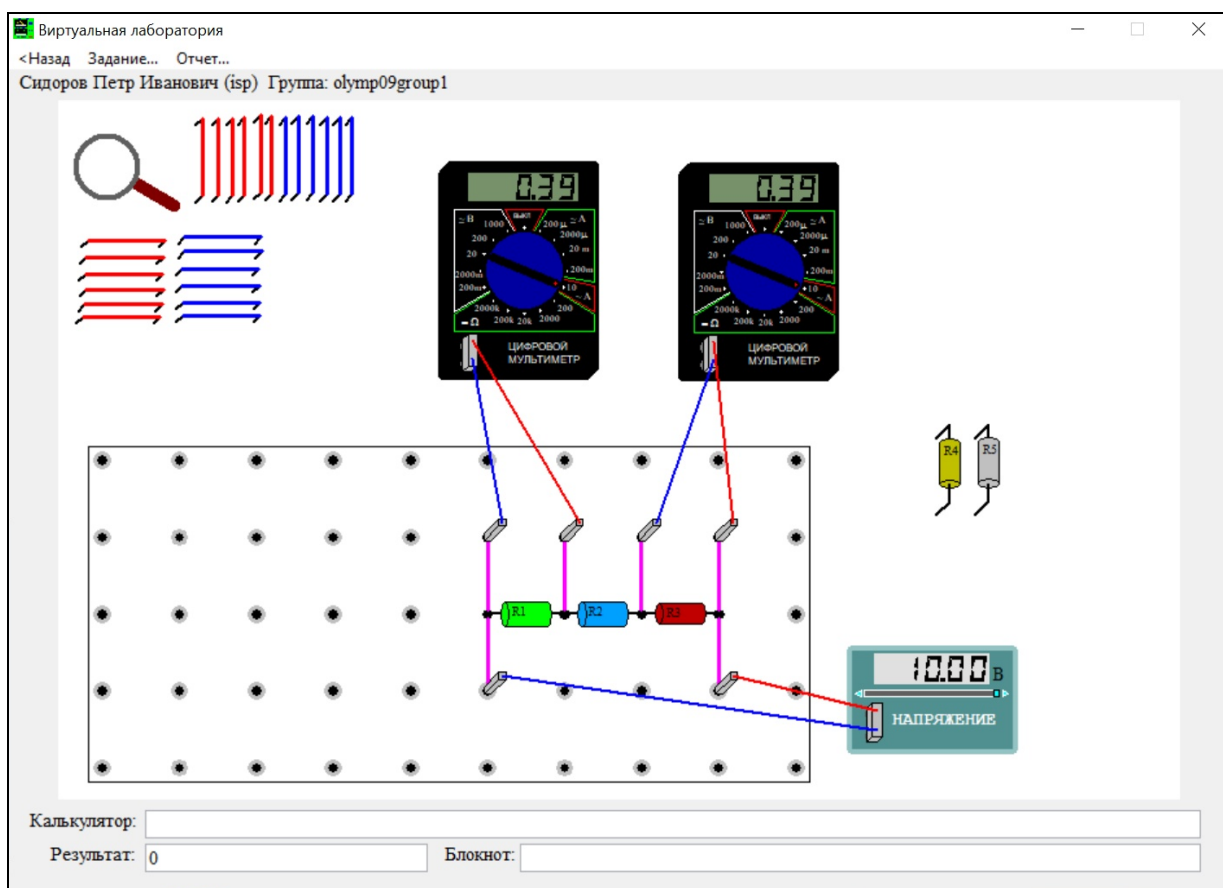
Задания можно переделывать, но за каждую повторную отсылку результатов на сервер начисляется до 5 штрафных баллов.

Буква  $\mu$  у диапазона означает "микро", буква m - "милли". Напряжение на выходе источника регулируется перемещением его движка. Элементы можно перетаскивать мышью и подключать к клеммам панели. Провода имеют практически нулевое сопротивление, их можно растягивать для подсоединения к нужным клеммам. Тип измеряемой величины и предел измерительной шкалы мультиметра меняется с помощью поворота ручки.

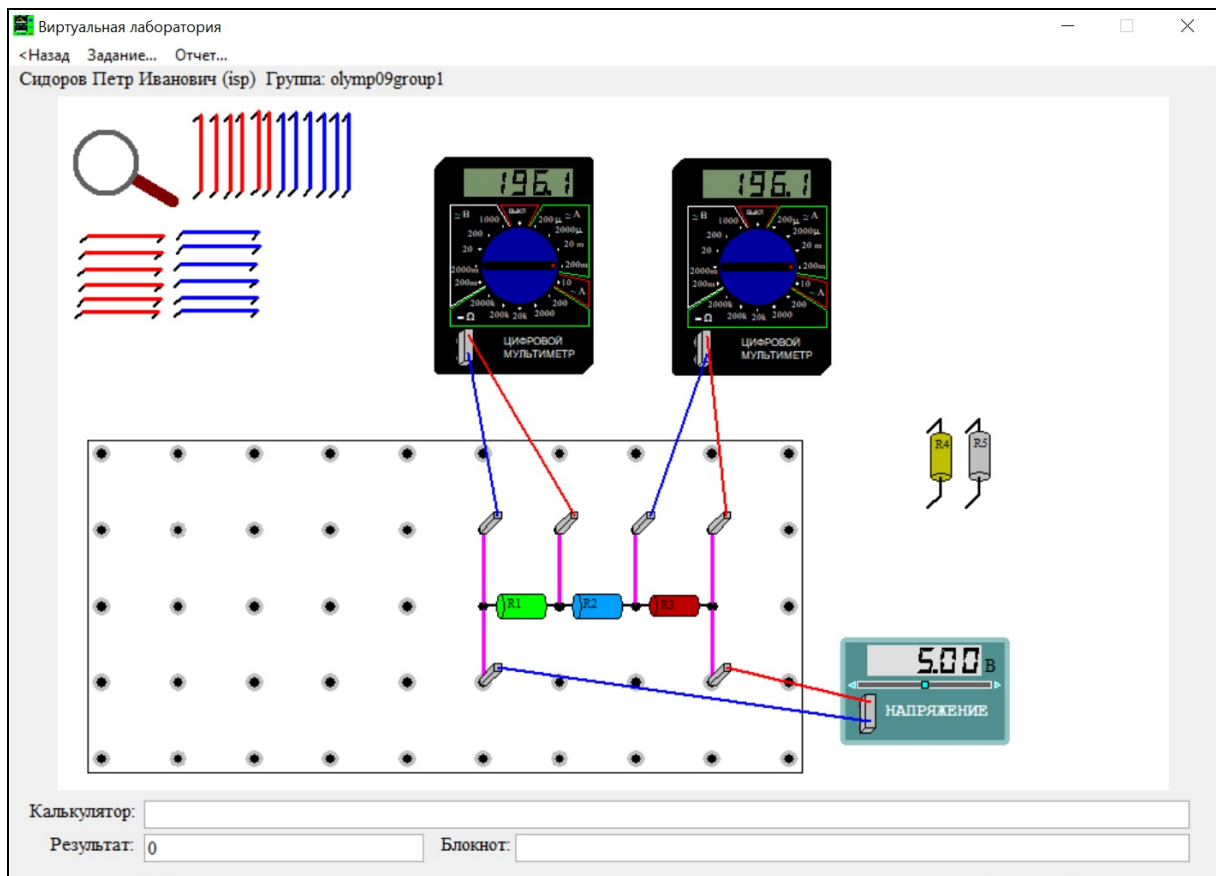
*Решение.*

### 1.1. Измерение сопротивления R2

Поскольку в режиме (милли)амперметра сопротивление мультиметров пренебрежимо мало, с их помощью можно зашунтировать резисторы R1 и R3, благодаря чему всё напряжение (обозначим его  $V_2$ ) будет падать на резисторе R2, а мультиметры будут показывать идущий через него ток (обозначим его  $J_2$ ). Первоначально установим максимальное напряжение на источнике напряжения.



В этом режиме мультиметры показывают для подходящего диапазона тока 10 А две значащие цифры тока. Это мало для необходимой точности измерений, поэтому мы уменьшим напряжение источника так, чтобы можно было переключиться на диапазон тока 200 мА. Подходящим оказывается, например, напряжение  $V_2=5.00$  В, при нем протекающий через резистор R2 ток оказывается равен  $J_2=196.1$  мА – см. следующий рисунок.



Таким образом,

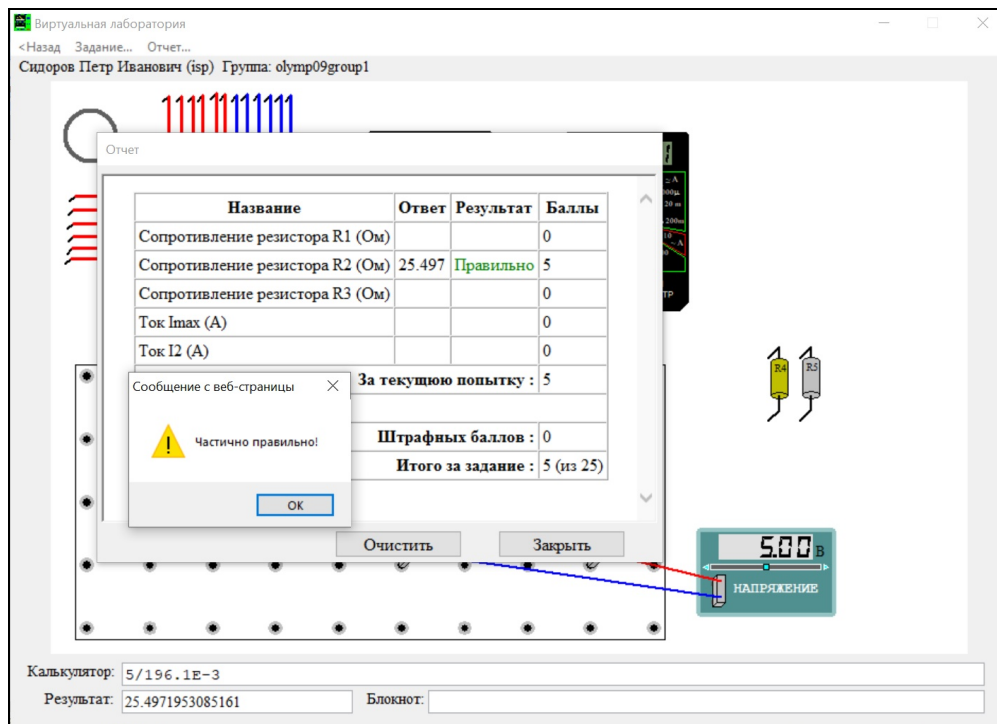
$$R_2 = \frac{V_2}{J_2} = \frac{5.00 \text{ В}}{196.1 \text{ мА}} = 25.497 \text{ Ом.} \quad (1)$$

Часто участники стараются сначала выполнить первый пункт задания, и во многих заданиях вопросы подобраны так, что именно первые пункты задания самые простые. Однако это не всегда так, как, например, в рассматриваемом случае. Следует начинать с выполнения тех частей заданий, для которых понятно, как получить ответ.

Кроме того, в предыдущие годы и во время проведения отборочных туров этого учебного года необходимо было отсылать ответы сразу за все части задания, иначе не заполненные поля ответов засчитывались как неверные ответы. По просьбе участников олимпиады начиная с заключительного тура олимпиады 2023/2024 учебного года система начисления штрафных баллов и в заданиях на основе моделей, и в теоретических задачах изменена: штрафные баллы за незаполненные поля первоначально не начисляются. А после того, как в какое-то поле введен правильный ответ и отослан на сервер, это поле при последующих ответах можно не заполнять, зачтенный ответ будет продолжать считаться зачтенным. Такая система стимулирует исправление участником совершенных ошибок и выстраивания цепочки поэтапного решения сложных проблем. Именно такие умения необходимы будущим исследователям и инженерам.

В связи со сказанным отсылаем результаты на сервер.

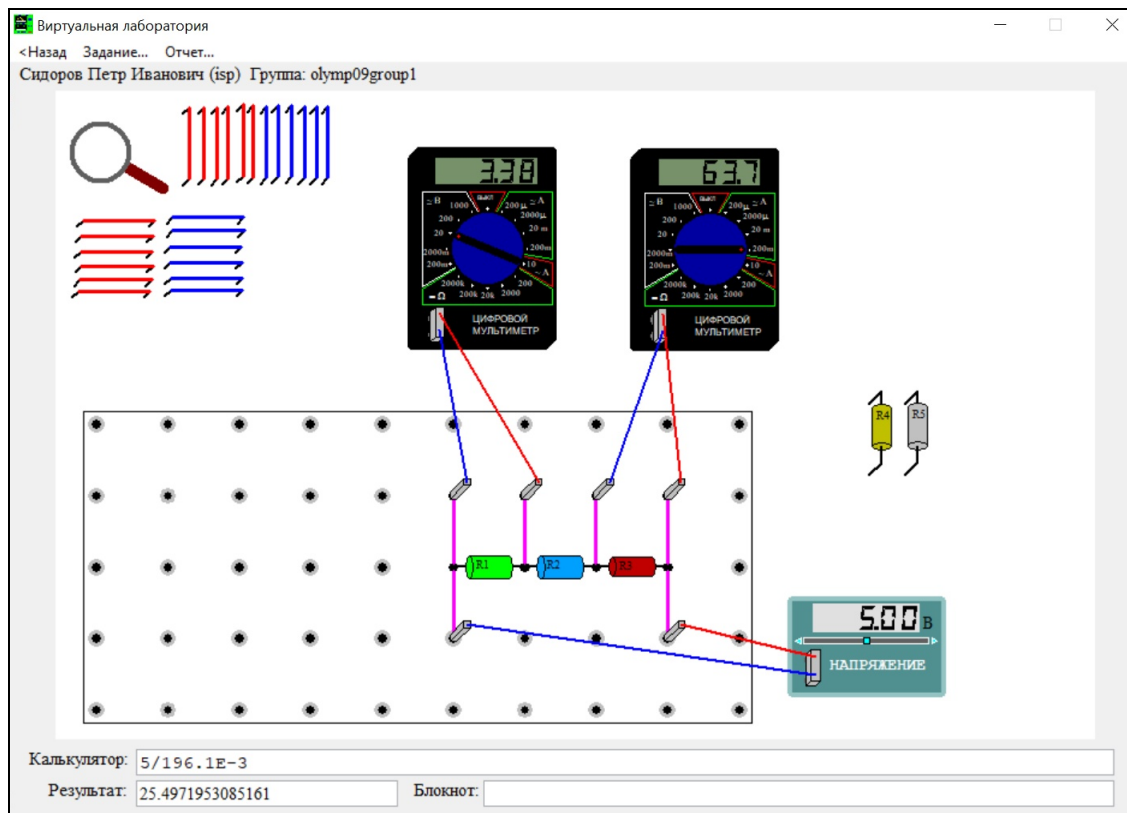




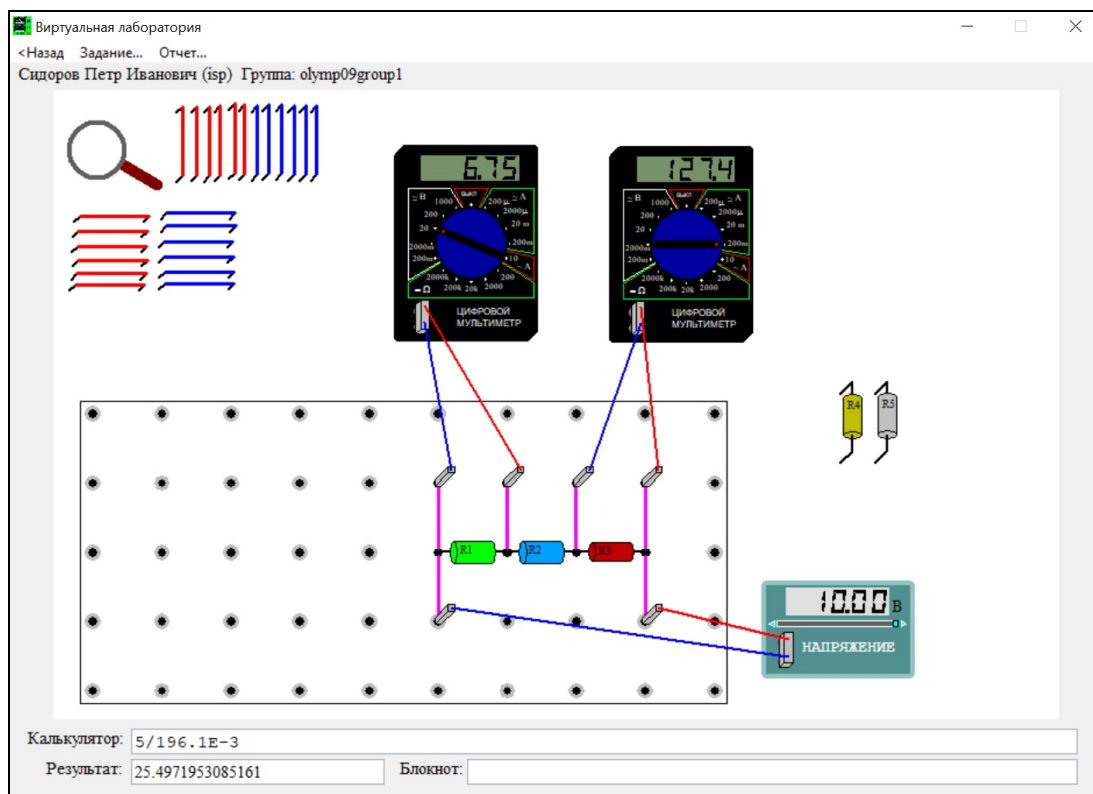
Для ввода последующих ответов необходимо нажать кнопку **ОК** и затем кнопку **Закрывать**. Когда необходимо будет заново вводить ответы, надо будет опять открыть отчет, нажать кнопку **Очистить** и заново вводить ответы.

## 1.2. Измерение сопротивлений R1 и R3

Для нахождения сопротивления R1 необходимо отключить закорачивающий его контакты миллиамперметр. Это делается переключением мультиметра в режим вольтметра.



Можно было бы измерить ток через получившуюся цепочку резисторов R1+R2, найти ее сопротивление и вычесть из результата R2. Однако обратим внимание на то, что правый мультиметр показывает ток, протекающий через последовательно включенные резисторы R1 и R2 (через резистор R3 ток не течет из-за нулевого сопротивления миллиамперметра), а левый – показывает напряжение на резисторе R1. Поэтому можно сразу найти сопротивления R1 как отношение напряжения на нем  $V_1$  к току  $J_1$  через него. Однако показываемые вольтметром и миллиамперметром цифры далеки от верхней границы диапазонов измерения, поэтому можно увеличить напряжение на выходе источника напряжения.



Получаем

$$R1 = \frac{V_1}{J_1} = \frac{6.75 \text{ В}}{127.4 \text{ мА}} = 52.983 \text{ Ом.}$$

Отсылаем на сервер и получаем

Отчет

Название	Ответ	Результат	Баллы
Сопротивление резистора R1 (Ом)	52.983	Правильно	5
Сопротивление резистора R2 (Ом)	25.497	Правильно	5
Сопротивление резистора R3 (Ом)			0
Ток I <sub>max</sub> (A)			0
Ток I <sub>2</sub> (A)			0

Сообщение с веб-страницы

Частично правильно!

За текущую попытку : 10

Штрафных баллов : 0

Итого за задание : 10 (из 25)

Очистить      Закрыть

Значение R3 находится аналогично, с помощью переключения левого мультиметра в режим миллиамперметра, а правого – в режим вольтметра. Получаем

$$R3 = \frac{V_3}{J_3} = \frac{6.25}{147.1E-3} \frac{В}{А} = 42.488 \text{ Ом.}$$

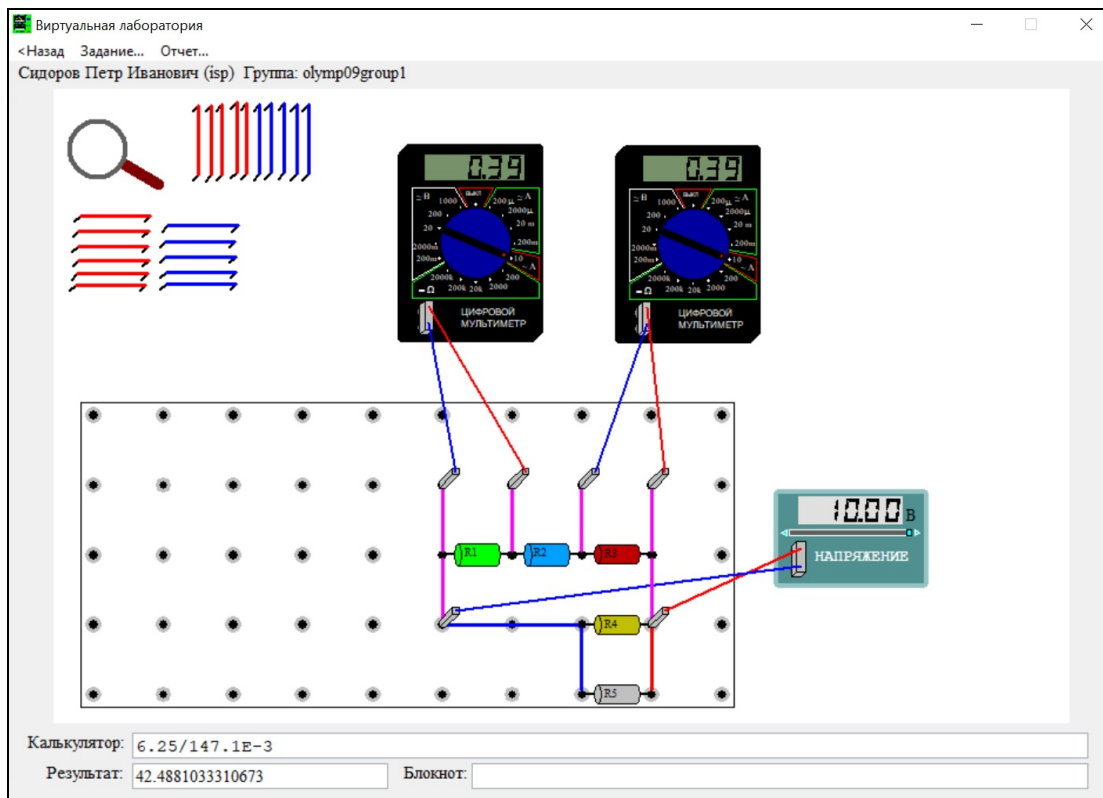
### **1.3. Нахождение токов $I_{max}$ и $I_2$**

Ответ на следующий вопрос (найти максимальный ток  $I_{max}$  без короткого замыкания, который при использовании элементов данной системы можно пропустить через источник питания) очевиден:

$$I_{max} = \frac{E_{max}}{R_{min}}, \quad (2)$$

где  $E_{max}=10 \text{ В}$  – максимальное напряжение источника напряжения, а  $R_{min}$  – минимальное ненулевое сопротивление, которое мы можем получить в нашей схеме.

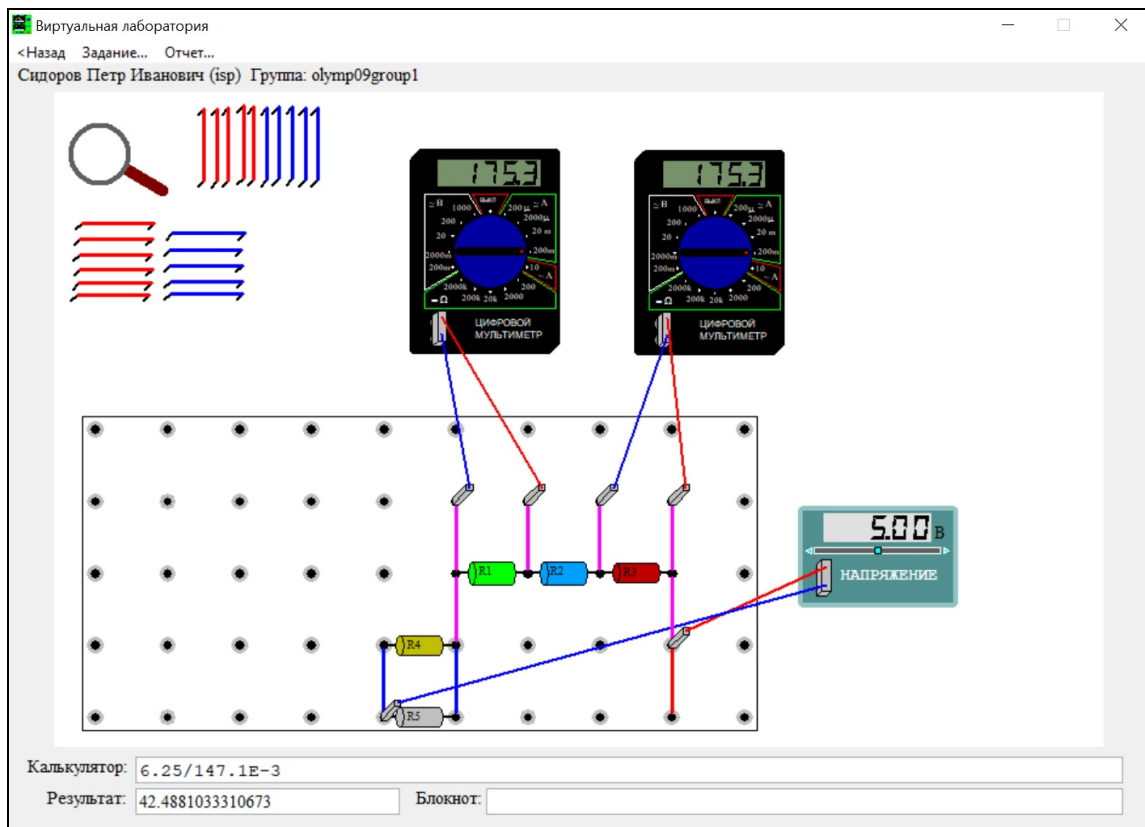
Для нахождения ответа сначала требуется выяснить, какие элементы имеющейся схемы можно передвигать, и к каким клеммам можно подсоединять провода и резисторы R4 и R5. Оказывается, передвигать можно только штырьки на конце проводов от источника напряжения, и подсоединяться только к тем клеммам, к которым они первоначально присоединены. Схема с минимальным сопротивлением получается при параллельном соединении резисторов. Резисторы R4 и R5 легко соединить параллельно, и к ним можно подсоединить параллельно цепочку резисторов R1, R2 и R3. Для минимизации сопротивления этой цепочки резисторы R1 и R3 можно зашунтировать миллиамперметрами, имеющими нулевое сопротивление. Такая цепочка будет иметь сопротивление R2. Поэтому параллельно будут включены резисторы R2, R4 и R5.



Сопротивление такой цепочки будет

$$R_{\min} = \frac{1}{\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_5}} = \frac{1}{\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_{45}}}, \quad (3)$$

где  $R_{45}$  это сопротивление параллельно включенных резисторов  $R_4$  и  $R_5$ . Мы можем измерить сопротивление  $R_{45}+R_2$  параллельно включенных резисторов  $R_4$  и  $R_5$ , соединенных последовательно с  $R_2$ .



Получаем

$$R_{45} + R_2 = \frac{5}{175.3 \cdot 10^{-3}} \text{ В} = 28.522 \text{ Ом} . \quad (4)$$

Из (1) и (4) следует

$$R_{45} = (R_{45} + R_2) - R_2 = 28.522 - 25.497 \text{ Ом} = 3.025 \text{ Ом} . \quad (5)$$

Из (1), (3) и (5) получаем

$$R_{\min} = \frac{1}{\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_{45}}} = \frac{1}{\frac{1}{25.497} + \frac{1}{3.025}} \text{ Ом} = 2.704 \text{ Ом} . \quad (6)$$

Из (2) и (6) следует

$$I_{\max} = \frac{E_{\max}}{R_{\min}} = \frac{10}{2.704} \text{ А} = 3.698 \text{ А} . \quad (7)$$

При этом ток  $I_2$  будет равен

$$I_2 = \frac{E_{\max}}{R_2} = \frac{10}{25.497} \text{ А} = 0.392 \text{ А} . \quad (7)$$

Отсылаем результаты на сервер.

Название	Ответ	Результат	Баллы
Сопротивление резистора R1 (Ом)	52.983	Правильно	5
Сопротивление резистора R2 (Ом)	25.497	Правильно	5
Сопротивление резистора R3 (Ом)	42.488	Правильно	5
Ток I <sub>max</sub> (А)	3.698	Правильно	5
Ток I <sub>2</sub> (А)	0.392	Правильно	5
За текущую попытку :			25
Штрафных баллов :			0
Итого за задание :			25 (из 25)

Сообщение с веб-страницы



Молодец, Петр, правильно!

ОК

Очистить

Закреть