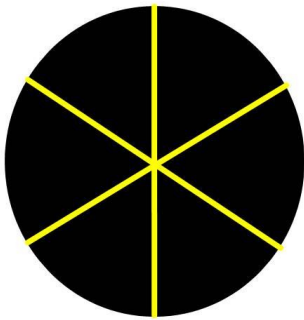


## 10 класс, заключительный тур

### Задание 1. Олимпиада, задача: Стробоскоп (20 баллов)



На чёрный диск наклеили вдоль радиусов на равном угловом расстоянии друг от друга  $N=10$  светоотражающих полосок. Диск привели во вращение с постоянной угловой скоростью и стали освещать стробоскопической лампой (лампа периодически вспыхивает на очень малый интервал времени, период между вспышками можно регулировать). Оказалось, что при периоде между вспышками равном  $t_1=620$  мс полоски кажутся стоящими

*Пример. На рисунке  $N = 6$ , диск неподвижен.*

на месте, если плавно увеличивать период, кажется, что они вращаются, а когда период достигает значения  $t_2=697.5$  мс, направление вращения изменяется на противоположное. Найдите:

1. Угловую скорость вращения диска  $W$ .
2. До какого минимального значения  $t_3$  нужно увеличить период между вспышками, чтобы полоски опять казались стоящими на месте.
3. При каком минимальном периоде между вспышками  $t_4$  полоски будут казаться стоящими на одном месте.
4. При каком минимальном периоде между вспышками  $t_5$  будет казаться, что полоски изменили направление вращения.

На рисунке в качестве примера показано, как выглядел бы неподвижный диск, если бы полосок было 6. Ответы вводите с точностью до десятых. Число  $\pi = 3.1416$ .

$$W = \boxed{\phantom{000}} \text{ рад/с} \quad 4.06 \pm 0.2$$

$$t_3 = \boxed{\phantom{000}} \text{ мс} \quad 775 \pm 1$$

$$t_4 = \boxed{\phantom{000}} \text{ мс} \quad 155 \pm 0.2$$

$$t_5 = \boxed{\phantom{000}} \text{ мс} \quad 77.505 \pm 0.15$$

## Задание 2. Олимпиада, модель: Неисправные весы - определите массу тел (15 баллов)

Виртуальная лаборатория

<Назад Задание... Отчет...

Иванов Иван Иванович (u0176740) Группа: олимп11groupОчный

Калькулятор:

Результат:  Блокнот:

В рычажных весах оказалась немного сдвинута от центра точка крепления коромысла, но ими всё-таки можно пользоваться, если немного подумать. Определите с максимальной возможной точностью массу тел №1, №2 и №3.

Числа на гирях указывают их массу в граммах. Учтите, что коромысла и чашки весов имеют небольшой ненулевой вес.

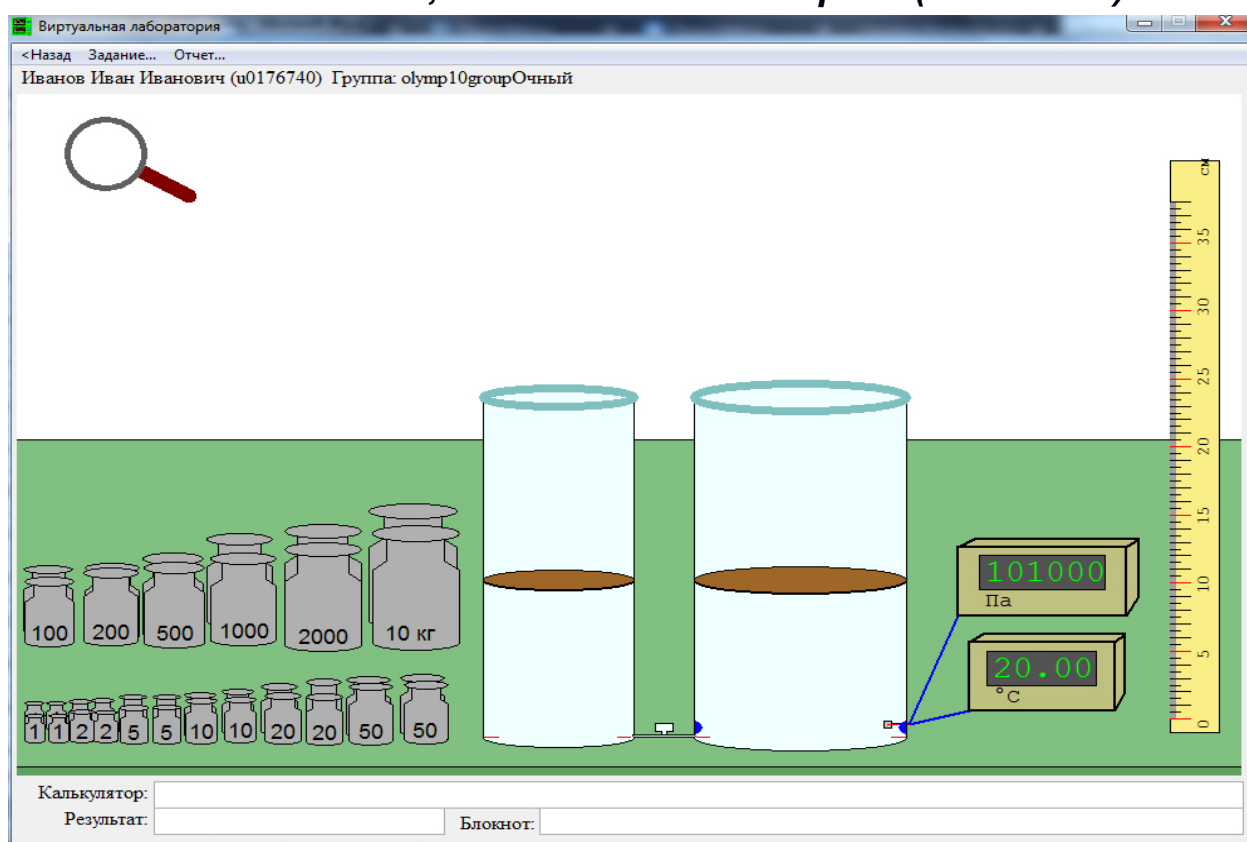
Задание разрешено переделывать, но за каждую повторную попытку начисляется до 3 штрафных баллов.

Комбинация клавиш Ctrl-C - копирование выделенной строки в буфер обмена.

Комбинация клавиш Ctrl-V - вставка данных из буфера обмена.

Тело	Масса, г	
Тело №1		595 ± 1
Тело №2		480 ± 0.8
Тело №3		60 ± 0.2

### Задание 3. Олимпиада, модель: Газовый пресс (25 баллов)



В цилиндрических теплоизолированных сосудах с невесомыми поршнями содержится некоторый газ.

Уравнение адиабаты  $pV^k = \text{const}$ , температуру абсолютного нуля считайте равной  $T_0 = -273.15 \text{ } ^\circ\text{C}$ .

Определите:

1. площадь  $S_2$  поперечного сечения правого поршня - с точностью до десятых;
2. площадь  $S_1$  поперечного сечения левого поршня - с точностью до десятых;
3. показатель адиабаты  $k$  - с точностью до тысячных;
4. количество молей газа, содержащегося в цилиндрах - с точностью до тысячных;
5. давление  $p$  газа после установления равновесия (в килоПаскалях), если соединительная трубка между сосудами открыта, на левый поршень поставлен груз массой  $M_1 = 22 \text{ кг}$ , а на правый поставлен груз массой  $M_2 = 43.5 \text{ кг}$  - с точностью до десятых.

Числа на гирях указывают их массу в граммах. Ускорение свободного падения  $g=9.8 \text{ м/с}^2$ . Универсальная газовая постоянная  $R=8.31 \text{ Дж/(моль}\cdot\text{К)}$ . При измерениях можно пренебречь трением, объёмом газа в соединительной трубке между сосудами, массой поршня и изменением центра масс газа.

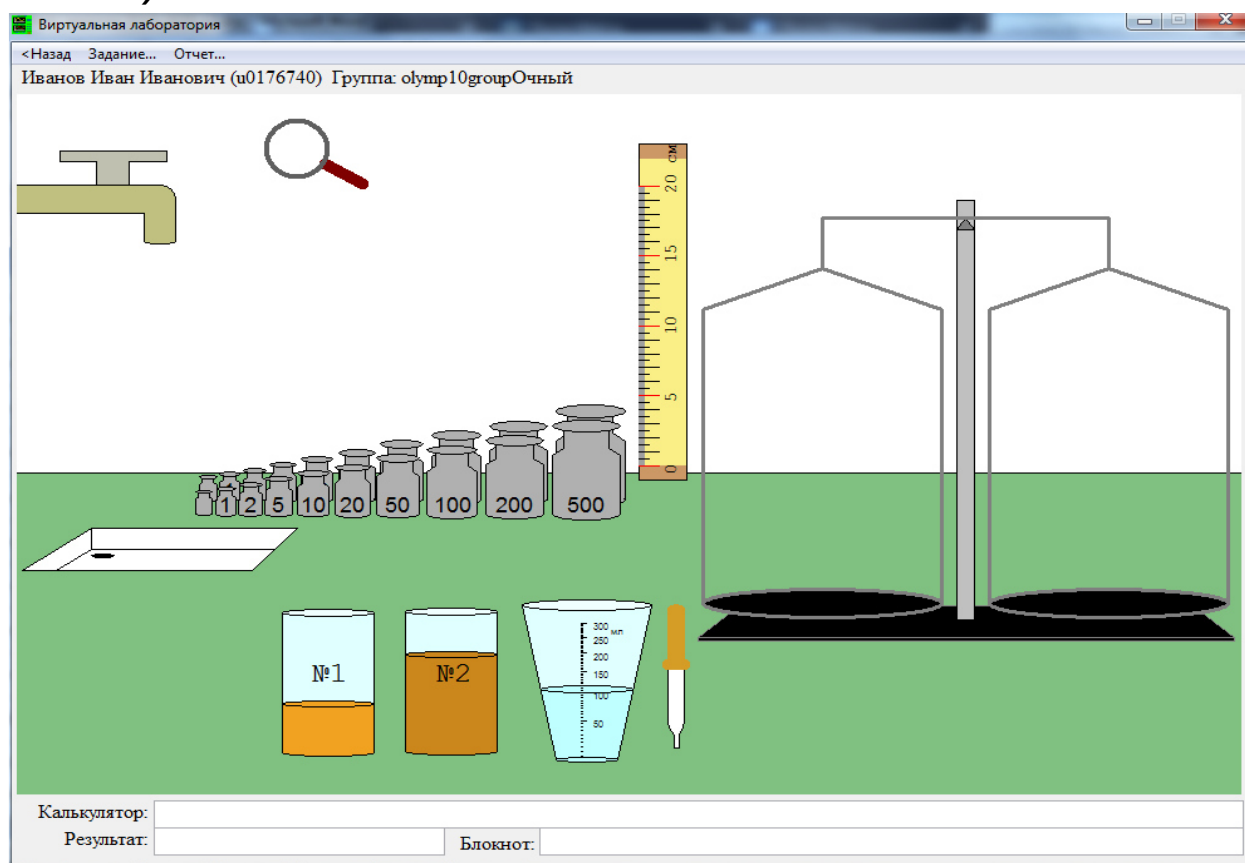
Задание разрешено переделывать, но за каждую повторную попытку начисляется до 5 штрафных баллов.

Комбинация клавиш Ctrl-C - копирование выделенной строки в буфер обмена.

Комбинация клавиш Ctrl-V - вставка данных из буфера обмена.

Площадь S2	<input type="text"/>	см <sup>2</sup>	150.865 ± 0.11
Площадь S1	<input type="text"/>	см <sup>2</sup>	75.45 ± 1.5
Показатель адиабаты k	<input type="text"/>		1.3299 ± 0.003
Количество молей газа	<input type="text"/>		0.108 ± 0.003
Давление p	<input type="text"/>	кПа	129.25 ± 0.5

#### Задание 4. Олимпиада, модель: Сухой и влажный песок (20 баллов)



В одинаковых массивных стаканах №1 и №2 (массой  $m$  каждый) сначала находился сухой песок - во втором стакане его в 2 раза больше, чем в первом. Затем в стакан №2 налили некоторый объём  $V$  воды, из-за чего песок в нём стал влажным и более тяжелым. В мерном стакане находится вода, её плотность  $1 \text{ г/см}^3$ . Определите:

- объём  $V_2$  влажного песка во втором стакане - с точностью до миллилитра;
- объём воды  $V$ , который долили в стакан №2 - с точностью до миллилитра;
- плотность материала песчинок (считать, что материал всех песчинок одинаковый) - с точностью до сотых;

- массу  $m$  одного стакана (№1 или №2) - с точностью до десятых грамма.

Числа на гирих указывают их массу в граммах. Считайте, что число  $\pi=3.1416$ . Восстановить первоначальное состояние системы можно выйдя из модели и снова зайдя в неё. За это не назначается штрафных баллов.

Задание разрешено переделывать, но за каждый неправильный ответ начисляется до 4 штрафных баллов.

Комбинация клавиш Ctrl-C - копирование выделенной строки в буфер обмена.

Комбинация клавиш Ctrl-V - вставка данных из буфера обмена.

Объём влажного песка $V_2$	<input type="text"/> мл	$196 \pm 2$
Объём воды $V$	<input type="text"/> мл	$35.6 \pm 2$
Плотность материала песчинок	<input type="text"/> г/см <sup>3</sup>	$2.58 \pm 0.02$
Масса $m$ стакана №1	<input type="text"/> г	$58.95 \pm 1.5$

### **Задание 5. Олимпиада, модель: Два одинаково заряженных шарика (20 баллов)**

Имеется рельс, линейка и два заряженных шарика, с положительным электрическим зарядом  $Q$  каждый. Шарика установлены на подставки, которые можно двигать, потянув за верхнюю часть подставки вверх-вниз мышкой. Кроме того, имеется датчик напряженности электрического поля, реагирующий только на величину (**по модулю**) поля в его центре, но не на направление этого поля. Он закреплён на подставке, находящейся в центре рельса и показан маленьким красным кружком. Определите:

1. наименьшее возможное значение  $E$  напряжённости электрического поля в конфигурации, в которой центры шариков и датчика лежат в вершинах прямоугольного треугольника;

2. значение заряда  $Q$ ;

3. вклад  $E_1$  левого шарика (фиолетового) в напряженность электрического поля в центре датчика в начальном состоянии системы (то есть какую величину напряженности электрического поля  $E_1$  показал бы датчик в начальном состоянии, если бы правый шарик не был заряжен);

4. вклад  $E_2$  правого шарика (зелёного) в напряженность электрического поля в центре датчика в начальном состоянии системы (то есть какую величину напряженности электрического поля  $E_2$  показал бы датчик в начальном состоянии, если бы левый шарик не был заряжен).

Значения  $E$ ,  $E_1$  и  $E_2$  определите с точностью не хуже чем доли процента, заряд - не хуже чем до сотых, и отошлите результаты на сервер. В промежуточных вычислениях сохраняйте не менее 4 значащих цифр.

Постоянная в законе Кулона  $K=1/(4\cdot\pi\cdot\epsilon_0)=9\cdot 10^9$  Н·м<sup>2</sup>/Кл<sup>2</sup>, а поле вне заряженного шарика в данном задании можно считать соответствующим полю такого же точечного заряда, расположенного в центре шарика. Напоминаем, что  $1$  нКл= $10^{-9}$  Кл.

Первоначальную конфигурацию можно восстановить, если выйти из модели и снова зайти. За это не назначается штрафных баллов. Но до выхода не забудьте записать значения, которые вы вводили в отчёт - при повторном входе они могут не сохраниться.

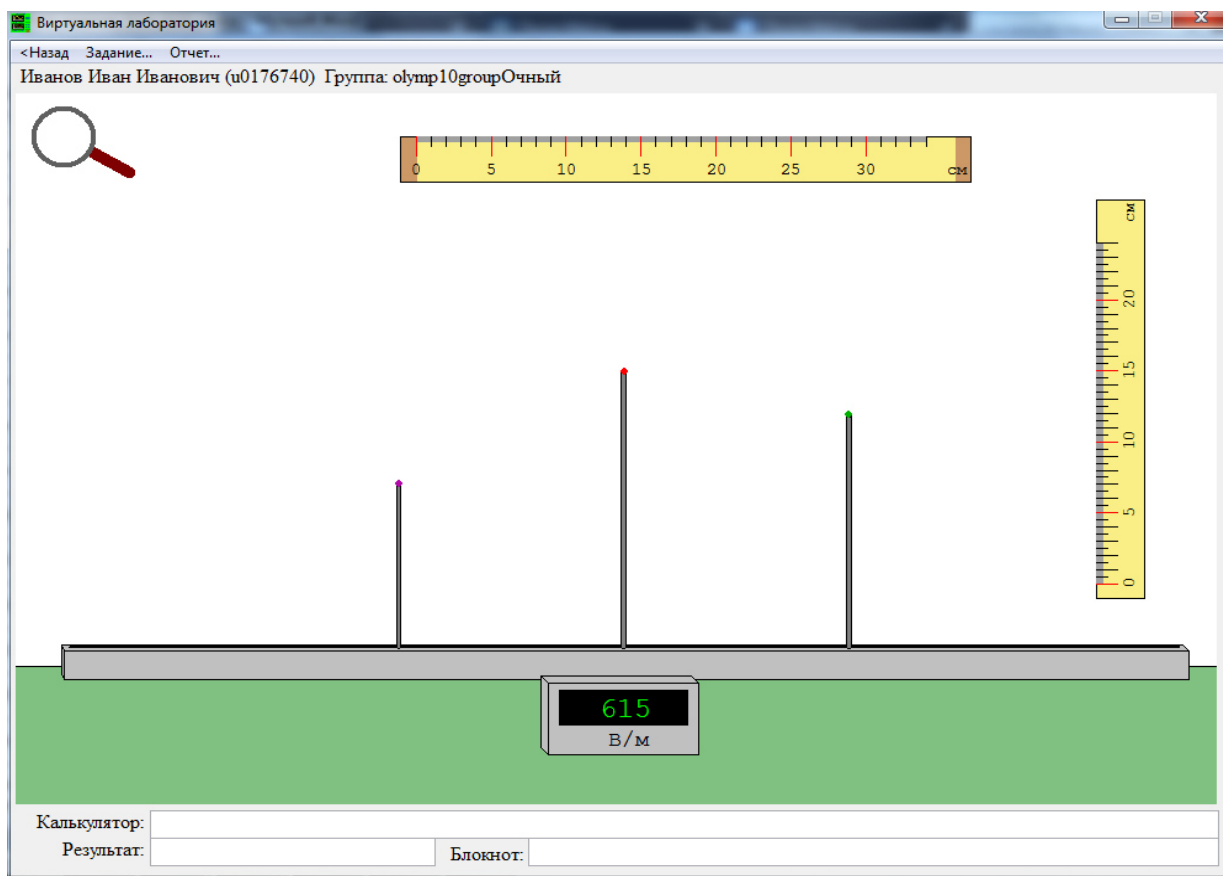
Увеличительное стекло позволяет просматривать в увеличенном масштабе нужный участок экрана. Щелчок мышью в любом месте экрана (кроме линейки) возвращает первоначальный масштаб.

Задание возможно переделывать, но за повторные попытки начисляется до 4 штрафных баллов.

Комбинация клавиш Ctrl-C - копирование выделенной строки в буфер обмена.

Комбинация клавиш Ctrl-V - вставка данных из буфера обмена.

В калькуляторе можно использовать сложение, вычитание, умножение \*, деление /, функции  $\sqrt{x}$  - квадратный корень из  $x$ , а также  $\sin(x)$ ,  $\cos(x)$ ,  $\tan(x)$ ,  $\arcsin(x)$ ,  $\arccos(x)$ ,  $\text{arctg}(x)$  и т.д., а также выражения любой сложности с использованием этих операций (не забывайте заключать части выражений в круглые скобки и ставить символ умножения).



Напряженность поля E	<input type="text"/>	В/м	$716.52 \pm 3.58$
Заряд Q	<input type="text"/>	нКл	$2.5333 \pm 0.025$
Напряженность поля E1	<input type="text"/>	В/м	$793.29 \pm 15.86$
Напряженность поля E2	<input type="text"/>	В/м	$974.36 \pm 19.48$

### **Задание 6. Олимпиада, модель: Исследование чёрного ящика с тремя резисторами (15 баллов)**

Имеется многополюсник - "чёрный ящик" с выходящими наружу проводами. Известно, что внутри имеются три постоянных сопротивления (резистора)  $R_1$ ,  $R_2$  и  $R_3$ , каким-то образом соединённые друг с другом и с выходными клеммами. Про сопротивления известно, что  $R_1 < R_2 < R_3$ , и что от каждой ножки резистора имеется хотя бы один провод, выходящий наружу из "чёрного ящика".

Также имеется источник постоянного тока и мультиметр - измерительный прибор, позволяющий измерять токи, напряжения и сопротивления. Данные приборы могут располагаться только в правой части экрана, провода не могут пересекать "чёрный ящик". Разноцветные провода можно перетаскивать из левой верхней части экрана.

Определите с точностью до десятых процента значения  $R_1$ ,  $R_2$  и  $R_3$ .

Приборы и провода можно перетаскивать мышью и подключать к клеммам панели. На шкале мультиметра буква  $\mu$  у диапазона означает "микро", буква m - "милли".

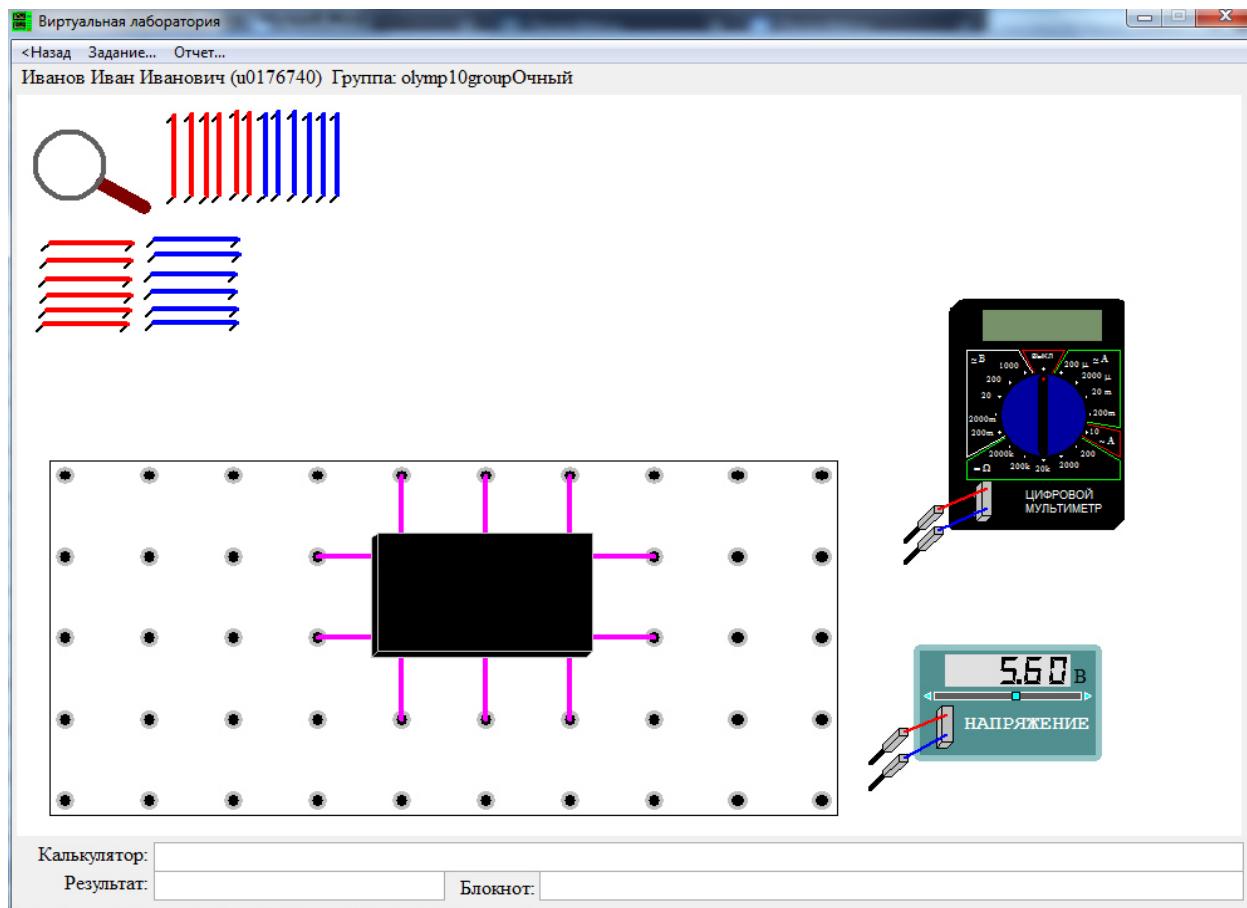
Тип измеряемой величины и предел измерительной шкалы мультиметра меняется с помощью поворота ручки. В данной работе измерение сопротивлений в мультиметре

отключено. Внутреннее сопротивление мультиметра в режиме амперметра пренебрежимо мало.

Напряжение источника постоянного тока регулируется перемещением его движка или щелчками по цветным треугольникам, расположенным по краям шкалы.

Задания модели можно переделывать, но за каждую повторную отсылку на сервер назначается до 3 штрафных баллов.

**Замечание:** несмотря на схожий внешний вид модели схема внутри чёрного ящика отличалась от схем аналогичных заданий для 9 и 11 классов.



R <sub>1</sub>	<input type="text"/>	Ом	19.1 ± 0.191
R <sub>2</sub>	<input type="text"/>	Ом	142 ± 1.136
R <sub>3</sub>	<input type="text"/>	Ом	286 ± 2.288