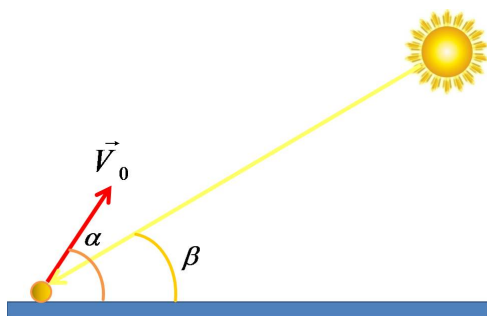


11 класс, заключительный тур (тур3)

11 класс тур3. 1. Задача: Тень от мячика (20 баллов)



Солнце поднялось над горизонтом на угол $\beta=0.45$ рад. Над ровной горизонтальной поверхностью земли под углом $\alpha=0.79$ рад к горизонту со скоростью $V_0=6.8$ м/с бросают маленький мяч и начинают отсчёт времени. Вектор скорости мяча лежит в вертикальной плоскости, содержащей луч, идущий из точки старта в направлении на Солнце. Ось OX направлена слева направо. Определите:

- 1) Максимальное расстояние S между мячом и его тенью на земле.
- 2) Начальную скорость V_1 движения тени мяча по земле (проекцию на ось OX , с возможным учетом знака).
- 3) Максимальную по модулю скорость $V_{\max}$ движения тени мяча по земле.
- 4) Момент времени t , когда скорость движения тени мяча по земле была минимальной по модулю.

Ответы вводите с точностью не хуже, чем до 0.1%. Ускорение свободного падения примите равным 9.8 м/с^2 . Сопротивление воздуха учитывать не нужно.

Введите ответ:

$$S = \boxed{} \text{ м, } (2.7369 \pm 0.007)$$

$$V_1 = \boxed{} \text{ м/с, } (-5.2136 \pm 0.013)$$

$$V_{\max} = \boxed{} \text{ м/с, } (14.7858 \pm 0.037)$$

$$t = \boxed{} \text{ с, } (0.256983 \pm 0.00064)$$

11 класс тур3. 2. Модель: Скорости течения жидкостей (25 баллов)

В отливном стакане находится вода плотностью 1 г/см^3 . Если щелкнуть по левому крану, из него начинает течь вода. Если щелкнуть по правому крану, из него начинает течь неизвестная жидкость. Толщиной стенок кранов можно пренебречь, диаметр струи жидкости считать равным диаметром трубки крана. Определите с точностью до десятых:

- Скорость u_1 вытекания объема жидкости (мл/с) из левого крана.
- Скорость u_2 вытекания объема жидкости (мл/с) из правого крана.
- Скорость w_2 вытекания массы жидкости (г/с) из правого крана.
- Скорость v_1 вытекания жидкости (см/с) из левого крана.
- Скорость v_2 вытекания жидкости (см/с) из правого крана.

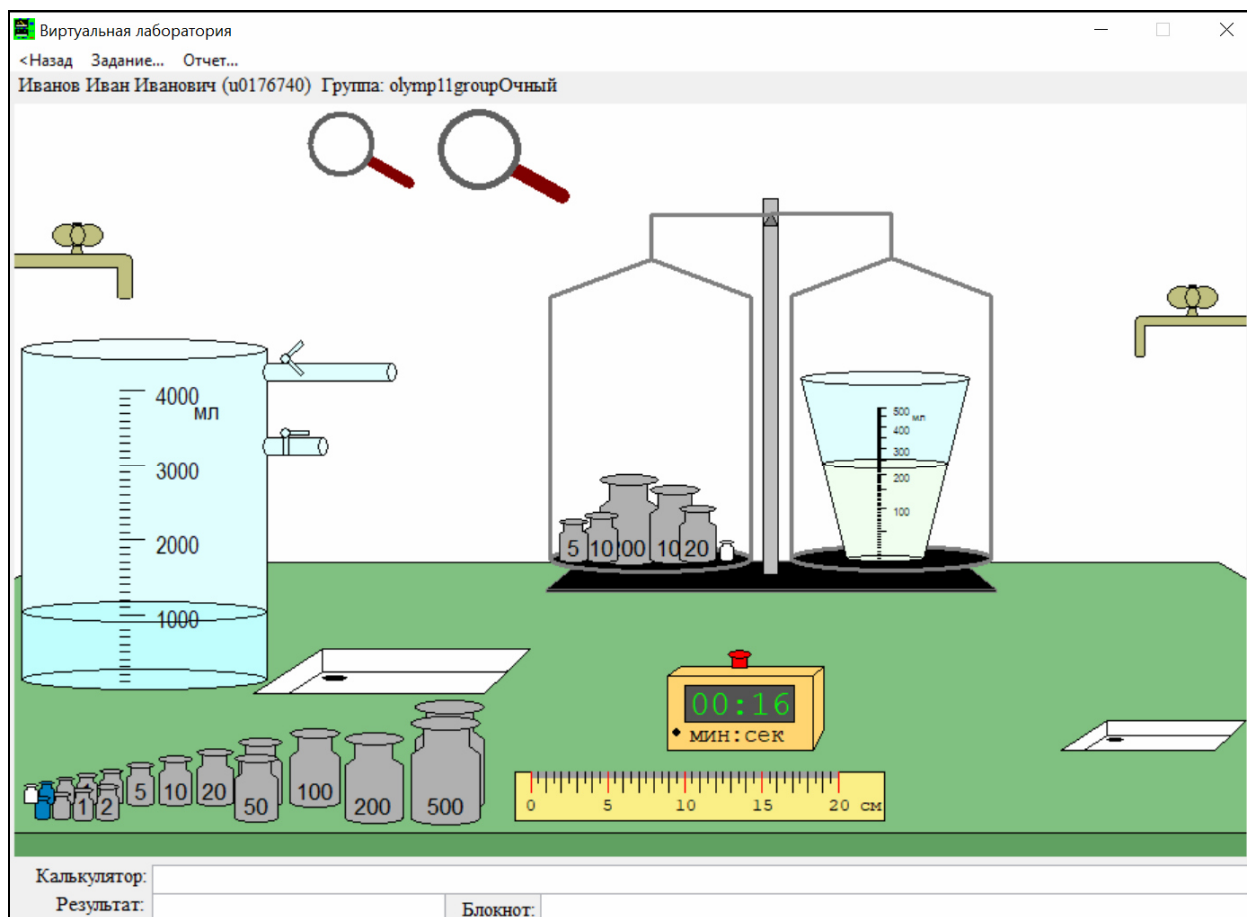
Занесите результаты в отчёт и отошлите его на сервер.

Кран включается и выключается по щелчку мыши. Ускорение свободного падения $g=9.8\text{ м/с}^2$. Масса подписанных гирь указана в граммах.

Задание возможно переделывать, но за повторные попытки начисляется до 5 штрафных баллов.

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

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



Скорость u_1	мл/с	47.04 ± 1.2
Скорость u_2	мл/с	10.8 ± 0.2
Скорость w_2	г/с	14.05 ± 0.25
Скорость v_1	см/с	93.6 ± 2
Скорость v_2	см/с	55 ± 1

11 класс тур3. 3. Модель: Градусник без шкалы (30 баллов)

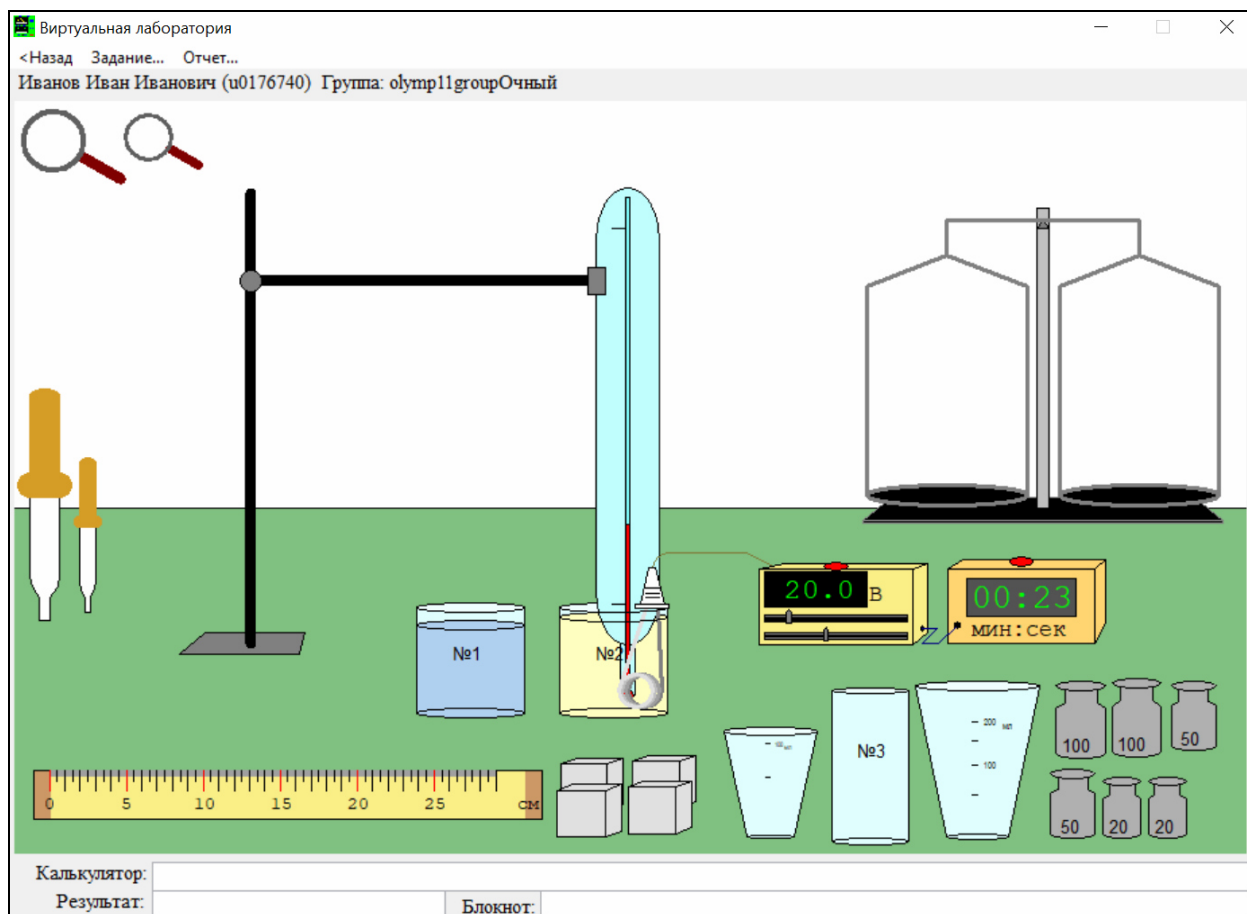
Имеется набор оборудования и два стакана с жидкостями. В стакане №1 находится вода (голубого цвета), ее удельная теплоемкость равна $4200 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$, а плотность $1 \text{ г}/\text{см}^3$. В стакане №2 находится неизвестная жидкость (желтого цвета). На столе лежат кубики льда, его плотность $0.9 \text{ г}/\text{см}^3$. На градусник не нанесена шкала. Определите:

- Объем V_2 неизвестной жидкости - с точностью до десятых.
- Массу m_2 неизвестной жидкости - с точностью до десятых.
- Начальную температуру t_0 неизвестной жидкости - с точностью до десятых.
- Температуру t кипения неизвестной жидкости - с точностью до десятых.
- Удельную теплоемкость C_2 неизвестной жидкости - с точностью до целых.
- Сопротивление кипятильника R - с точностью до тысячных.

Занесите результаты в отчет и отошлите его на сервер.

Теплоемкостью стаканов и нагревателя и потерями тепла, а также теплообменом жидкостей и льда с воздухом и столом можно пренебречь. Напряжение, подаваемое на кипятильник, можно менять.

Если вы хотите вернуться к первоначальному состоянию системы, можно выйти из модели и заново в неё войти. При этом параметры системы не меняются (они меняются только при повторном залогинивании), все отосланные на сервер результаты сохраняются, а лишние штрафные баллы не начисляются. Но при отсылке результатов на сервер необходимо будет заново заполнять все значения результатов.



Объем V2	мл	245 ± 0.35
Масса m2	г	279.3 ± 0.6
Температура t0	°C	12.5 ± 0.1
Температура t	°C	91 ± 0.2
Удельная теплоемкость C2	Дж/(кг·K)	2790 ± 100
Сопротивление R	Ом	1.43 ± 0.05

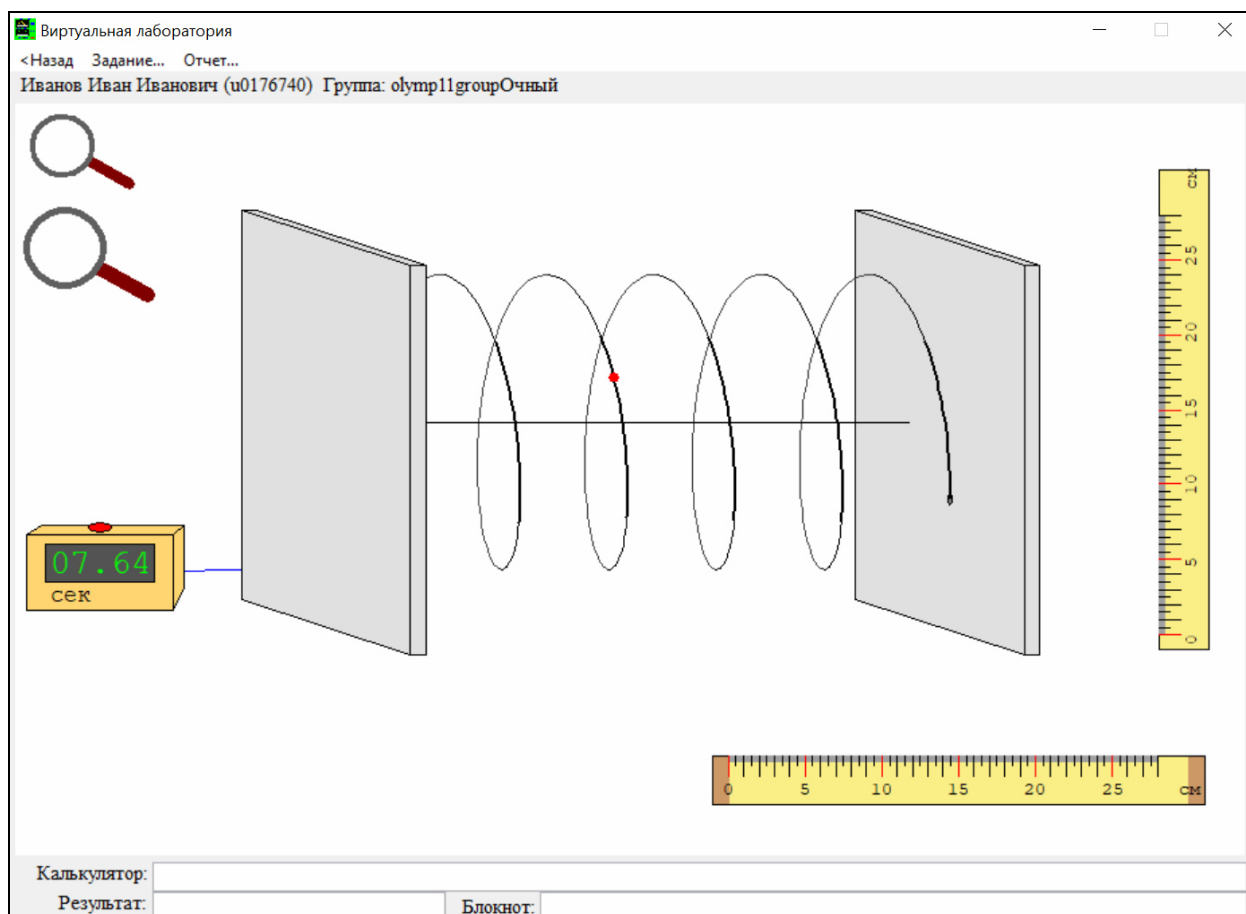
11 класс тур3. 4. Модель: Параметры движения бусинки по проволоке (35 баллов)

Имеется две линейки, таймер и пружина, по виткам которой без трения скользит бусинка, выстреливаемая из левой или правой стенки при нажатии на кнопку таймера. Ось Ox направлена горизонтально слева направо перпендикулярно стенкам. Как в левую, так и в правую стенку бусинка погружается наполовину. Определите:

- Проекцию V_{1x} скорости бусинки на ось Ox при движении бусинки слева направо - с точностью до сотых.

- Проекцию V_{2x} скорости бусинки на ось OX при движении бусинки справа налево - с точностью до сотых.
- Радиус R пружины - с точностью до сотых.
- Величину V_1 (модуль) скорости бусинки при движении по проволоке слева направо - с точностью до десятых.
- Величину a_1 (модуль) ускорения бусинки при движении по проволоке слева направо - с точностью до десятых.
- Длину L проволоки, по которой движется бусинка - с точностью до целых.
- Угол α относительно плоскости стенок, под которым движется бусинка - с точностью до тысячных.

Занесите результаты в отчёт и отошлите его на сервер.



Проекция скорости V_{1x}	см/с	2.23 ± 0.01
Проекция скорости V_{2x}	см/с	-3.89 ± 0.01
Радиус R	см	9.8 ± 0.1
Скорость V_1	см/с	19.74 ± 0.2
Ускорение a_1	см/с ²	39.3 ± 1
Длина проволоки L	см	345.2 ± 4
Угол α	радиан	0.1132 ± 0.002

11 класс тур3. 5. Модель: Схема из двенадцати резисторов (20 баллов)

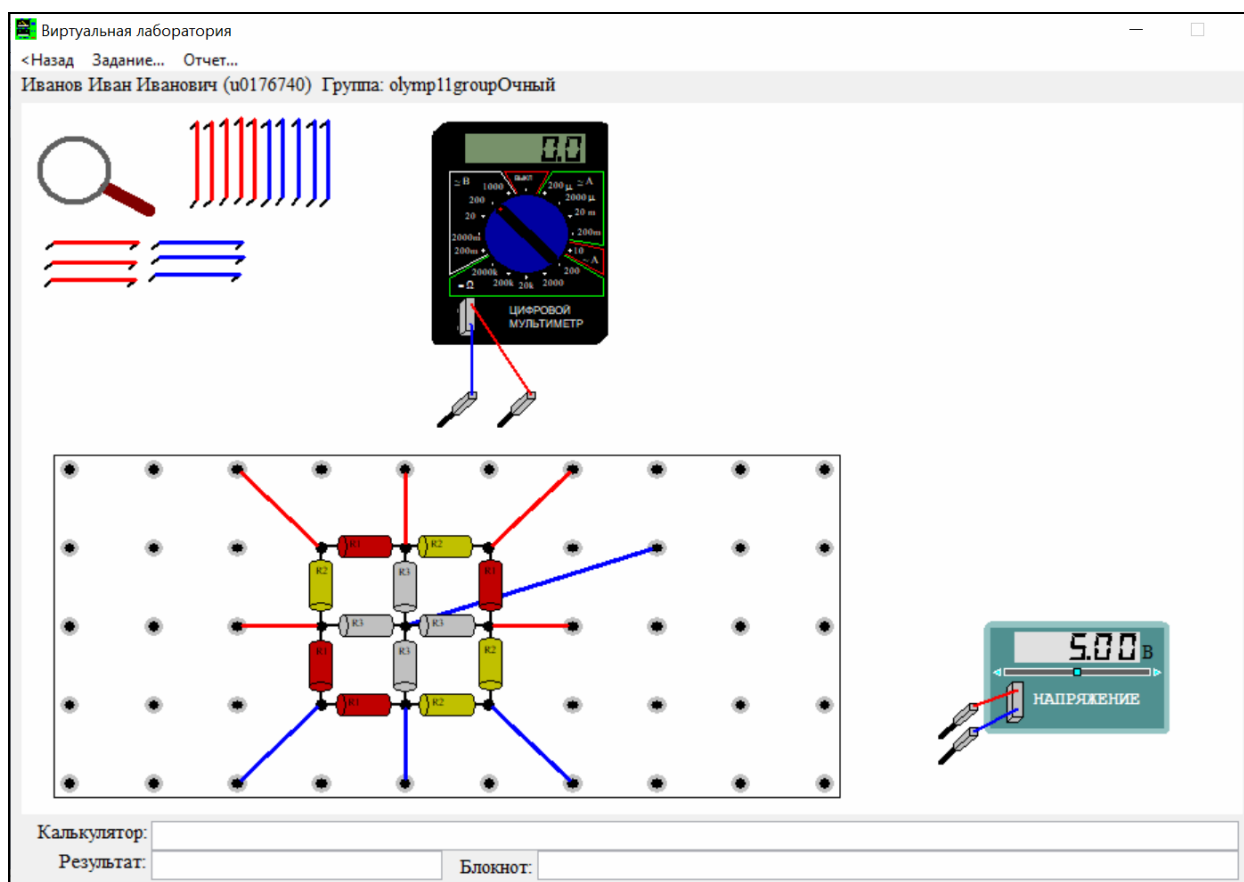
Имеется схема из двенадцати резисторов номиналами R1, R2, R3, впаянных в наборную панель, соединительные провода, источник напряжения и мультиметр. Напряжение, выдаваемое источником, можно менять. Определите с точностью до сотых:

- Значение максимального тока $I_{\max}$, который можно получить с помощью данной схемы при использовании соединительных проводов и при отсутствии короткого замыкания.
- R1.
- R2.
- R3.

Занесите результаты в отчёт и отошлите его на сервер.

Измерение сопротивлений в мультиметре отключено.

Если вы хотите вернуться к первоначальному состоянию системы, можно выйти из модели и заново в неё войти. При этом параметры системы не меняются (они меняются только при повторном залогинивании), все отосланные на сервер результаты сохраняются, а лишние штрафные баллы не начисляются. Но при отсылке результатов на сервер необходимо будет заново заполнять все значения результатов.



Ток $I_{\max}$	A	2.928 ± 0.02
Сопротивление R1	Ом	117.04 ± 0.8
Сопротивление R2	Ом	45.32 ± 0.4
Сопротивление R3	Ом	23.5 ± 0.2

Разбор наиболее показательных заданий заключительного тура Интернет-олимпиады школьников по физике 2022/2023 учебного года

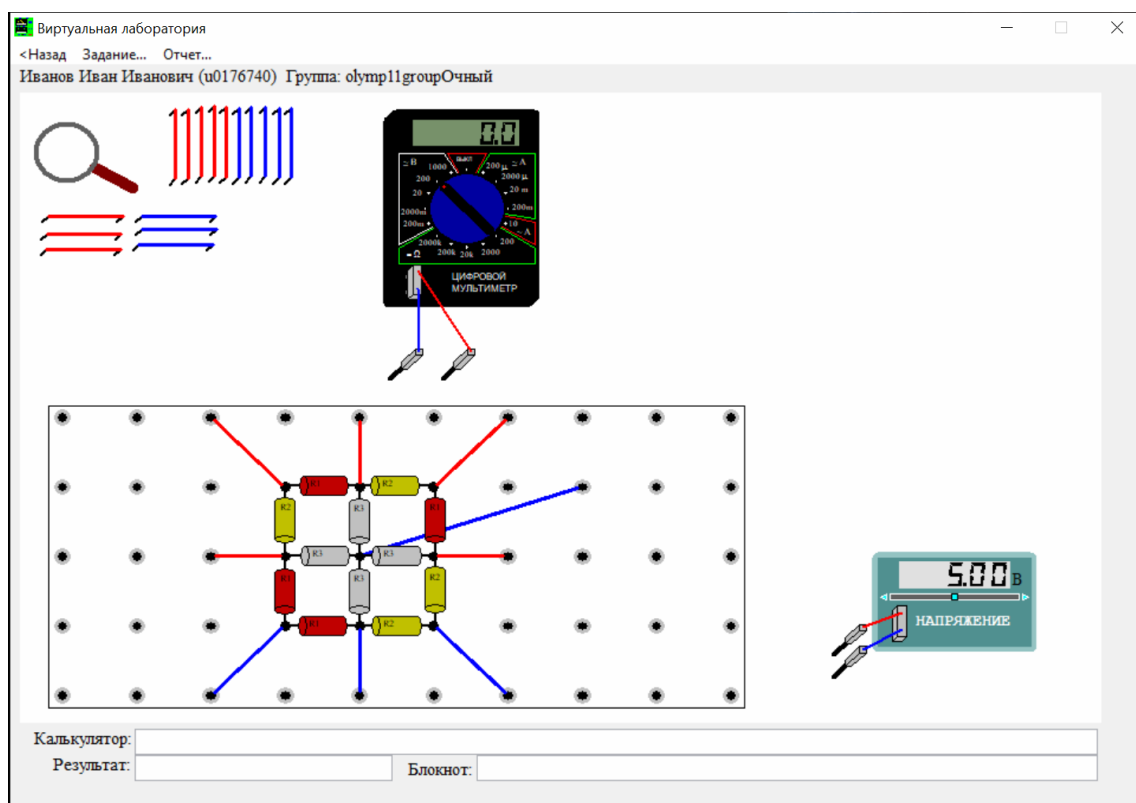
11 класс. Модель: Схема из двенадцати резисторов (20 баллов)

Имеется схема из двенадцати резисторов номиналами R_1 , R_2 , R_3 , впаянных в наборную панель, соединительные провода, источник напряжения и мультиметр. Напряжение, выдаваемое источником, можно менять. Определите с точностью до сотых:

- Значение максимального тока $I_{\max}$, который можно получить с помощью данной схемы при использовании соединительных проводов и при отсутствии короткого замыкания.
- R_1 , R_2 , R_3 .

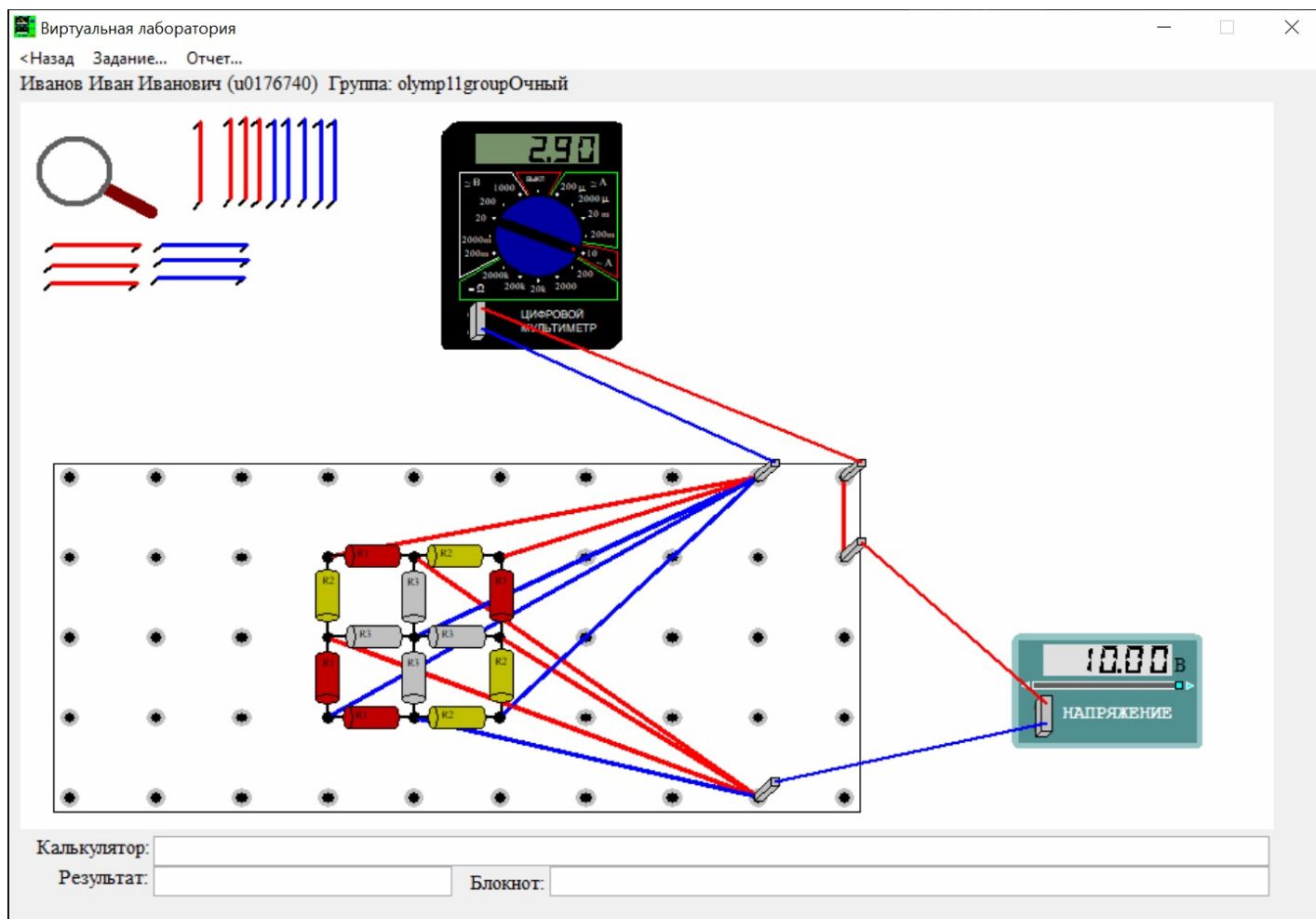
Занесите результаты в отчёт и отошлите его на сервер.
Измерение сопротивлений в мультиметре отключено.

Если вы хотите вернуться к **первоначальному состоянию** системы, можно выйти из модели и заново в неё войти. При этом параметры системы не меняются (они меняются только при повторном залогинивании), все отосланные на сервер результаты сохраняются, а лишние штрафные баллы не начисляются. Но при отсылке результатов на сервер необходимо будет заново заполнять все значения результатов.



Решение.

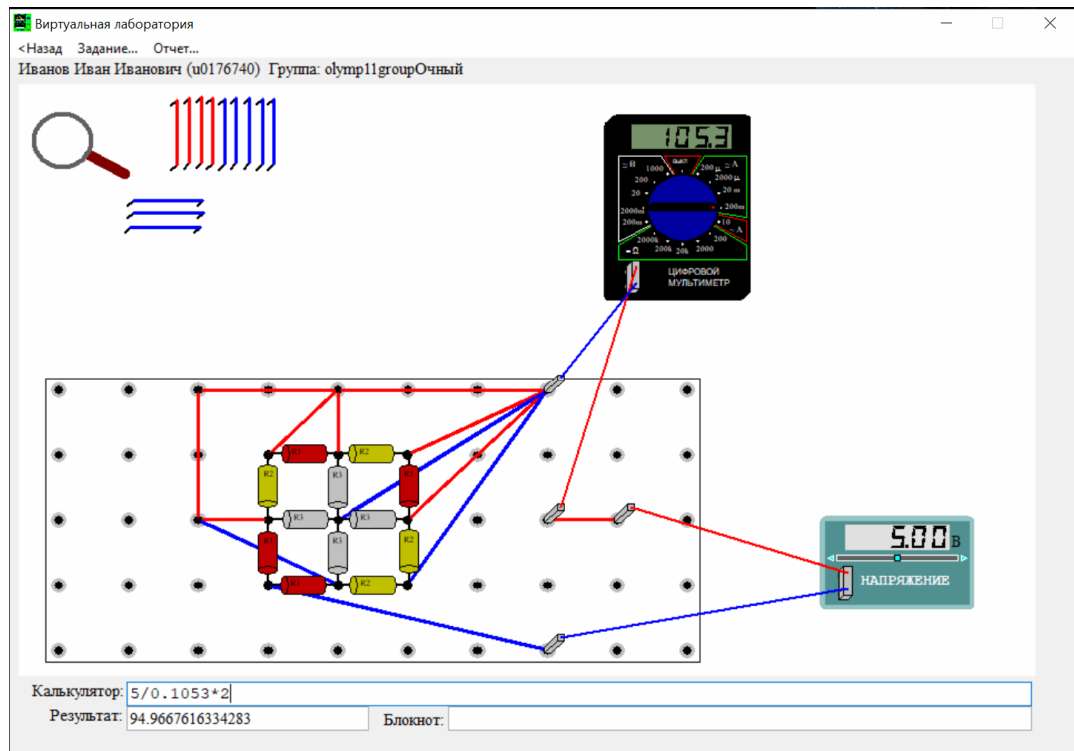
1. Будем искать значение тока $I_{\max}$. Необходимо установить максимальное значение $E=10$ В напряжения источника. Максимальный ток при отсутствии короткого замыкания получится, если все имеющиеся резисторы соединить параллельно:



Получаем $I_{\max} = 2.9 \text{ A}$.

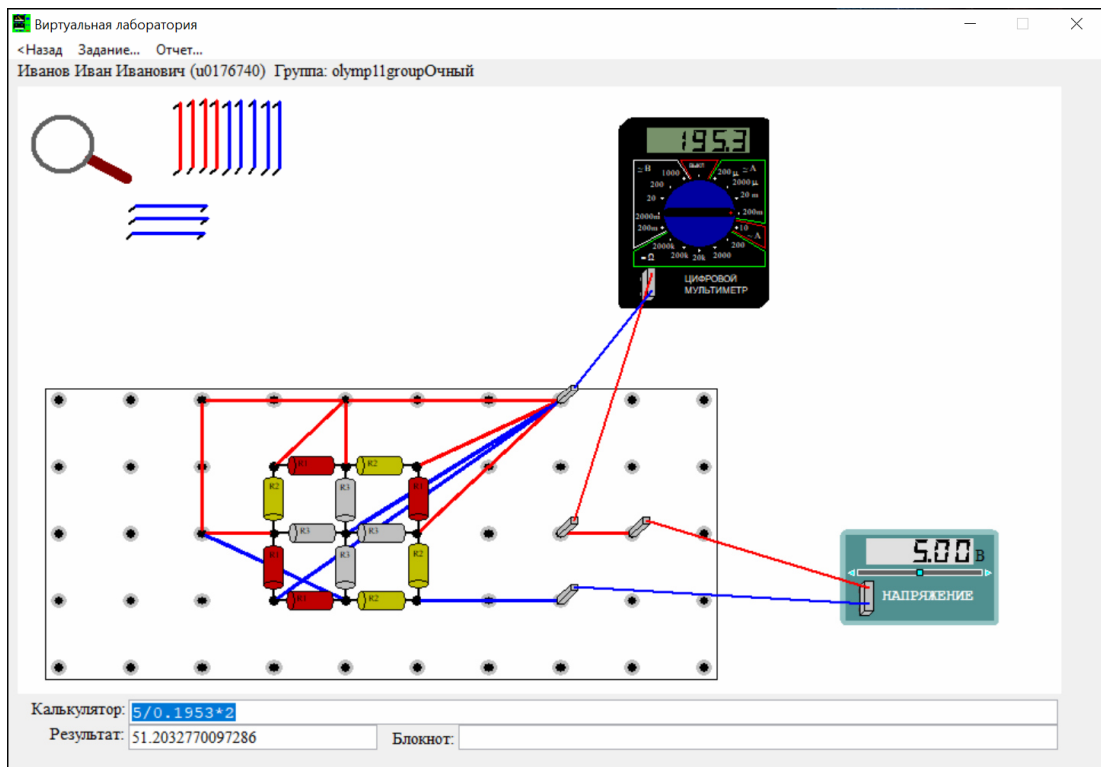
2. Соберём следующую схему, в которой соединены вместе выводы всех резисторов кроме двух резисторов $R1$, находящихся в левом нижнем углу. Они оказываются соединены параллельно, и поэтому их сопротивление в схеме $R1 / 2$.

Для повышения точности мы уменьшим напряжение источника до 5.0 В, чтобы можно было переключить миллиамперметр на диапазон 200 мА без зашкаливания.



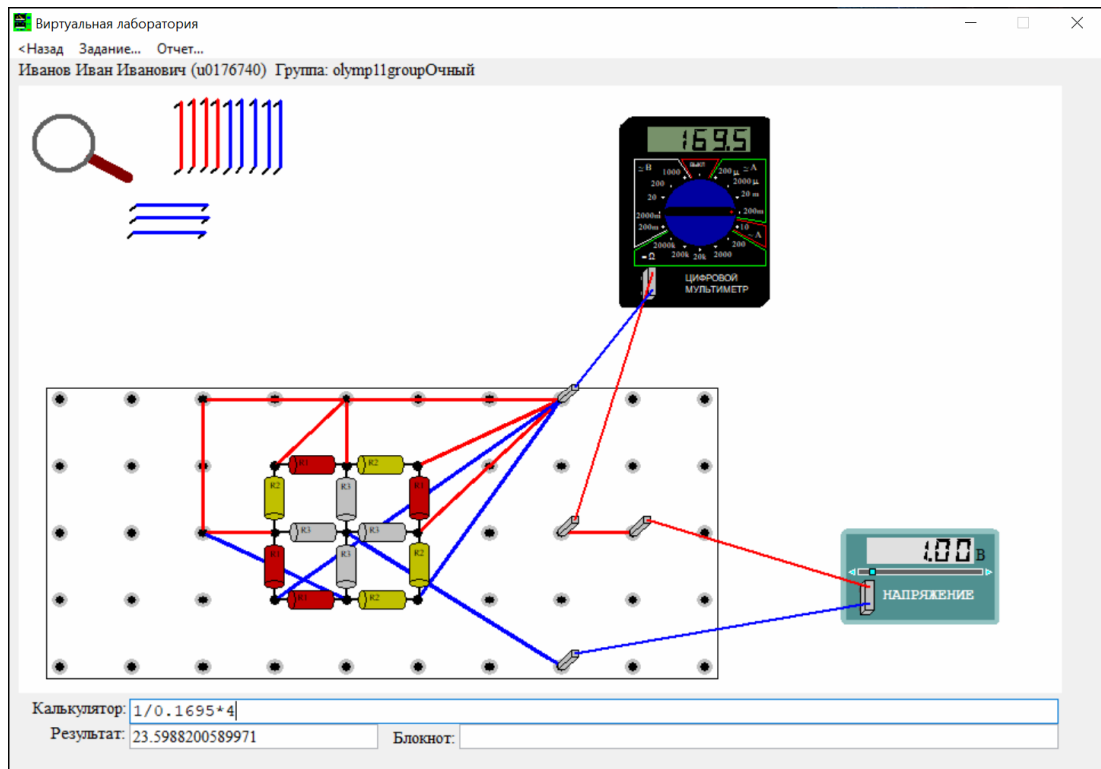
Получаем $R1 = 5 \text{ В} / 0.1053 \text{ А} * 2 = 94.97 \text{ Ом}$.

3. Соберём схему, в которой соединены вместе выводы всех резисторов кроме двух резисторов R2, находящихся в правом нижнем углу.



Они оказываются соединены параллельно, и поэтому их сопротивление в схеме $R2/2$. Получаем $R2 = 5 \text{ В} / 0.1953 \text{ А} * 2 = 51.2 \text{ Ом}$.

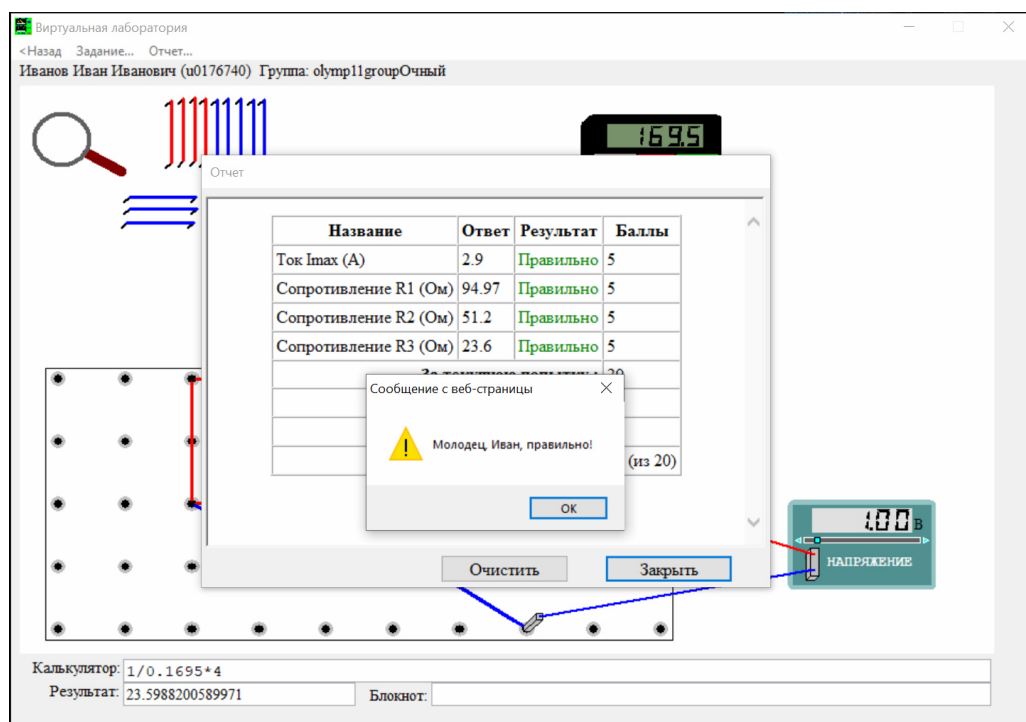
4. Для достижения более высокой точности соберём схему, в которой параллельны четыре резистора R4, а остальные резисторы не вносят вклад в сопротивление:



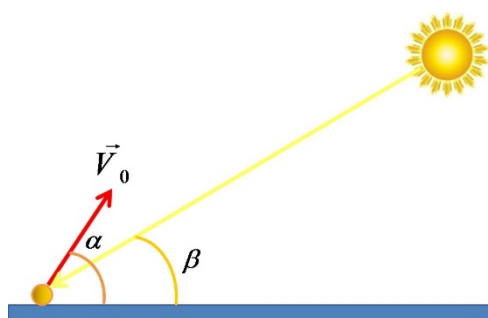
Мы опять выбираем такое напряжение источника, чтобы ток через миллиамперметр позволял использовать наиболее точную шкалу.

Получаем $R3 = 1 \text{ В} / 0.1695 \text{ А} \cdot 4 = 23.60 \text{ Ом}$.

5. Отсылаем результаты на сервер.



11 класс. Задача: Тень от мячика (20 баллов)



Солнце поднялось над горизонтом на угол $\beta=0.53$ рад. Над ровной горизонтальной поверхностью земли под углом $\alpha=0.77$ рад к горизонту со скоростью $V_0=6.3$ м/с бросают маленький мяч и начинают отсчёт времени. Вектор скорости мяча лежит в вертикальной плоскости, содержащей луч, идущий из точки старта в направлении на Солнце. Ось OX направлена слева направо. Определите:

- 1) Максимальное расстояние S между мячом и его тенью на земле.
- 2) Начальную скорость V_1 движения тени мяча по земле (проекцию на ось OX , с возможным учетом знака).
- 3) Максимальную по модулю скорость $V_{\max}$ движения тени мяча по земле.
- 4) Момент времени t , когда скорость движения тени мяча по земле была минимальной по модулю.

Ответы вводите с точностью не хуже, чем до 0.1%. Ускорение свободного падения примите равным 9.8 м/с². Сопротивление воздуха учитывать не нужно.

Введите ответ:

$$S = \boxed{1.94} \text{ м}$$

$$V_1 = \boxed{-2.96} \text{ м/с}$$

$$V_{\max} = \boxed{12.01} \text{ м/с}$$

$$t = \boxed{0.177} \text{ с}$$

Решение.

Ось OX направлена горизонтально в сторону движения мячика. Направим ось OY вертикально вверх. Начало отсчёта выберем в точке старта. Будем обозначать координаты мячика x и y строчными буквами, а координату тени X – заглавной.

1. Угол между линией, соединяющей тень, мячик и Солнце, и поверхностью, равен β . Обозначим как s расстояние между мячом и его тенью на земле. Высота y мячика над землей

$$y = s \sin \beta.$$

Поэтому

$$s = \frac{y}{\sin \beta}. \quad (1)$$

Поскольку β не меняется при полете мячика (Солнце можно считать бесконечно удаленным), из (1) следует, что расстояние s будет максимальным (S), когда мяч поднимется на максимальную высоту

$$S = \frac{y_{\max}}{\sin \beta} = \frac{(V_0)^2 \sin^2 \alpha}{2g \sin \beta} = 1.94 \text{ м}. \quad (2)$$

2. Из рисунка видно, что зависимость координаты тени от времени:

$$X(t) = x(y) - y(t) \operatorname{ctg} \beta = (V_0 \cos \alpha) t - \left((V_0 \sin \alpha) t - \frac{gt^2}{2} \right) \operatorname{ctg} \beta. \quad (3)$$

Это движение с постоянным ускорением. Зависимость от времени проекции скорости тени на ось Ох

$$V_{1x} = V_0 \cos \alpha - V_0 \sin \alpha \operatorname{ctg} \beta + g t \operatorname{ctg} \beta. \quad (4)$$

Проекция скорости тени на ось Ох в начальный момент времени

$$V_1 = V_0 \cos \alpha - V_0 \sin \alpha \operatorname{ctg} \beta = -2.96 \text{ м/с}. \quad (5)$$

3. В соответствии с (4) проекция скорости на ось Ох линейно изменяется со временем. Максимального значения она достигает при максимальном значении t , то есть в момент

$$t_1 = \frac{2V_0 \sin \alpha}{g} \quad (6)$$

падения мячика на землю. Поэтому

$$V_{\max} = V_0 \cos \alpha - V_0 \sin \alpha \operatorname{ctg} \beta + g t_1 \operatorname{ctg} \beta = V_0 \cos \alpha + V_0 \sin \alpha \operatorname{ctg} \beta = 12.01 \text{ м/с}. \quad (7)$$

4. Скорость тени (4) обращается в нуль при условии

$$g t \operatorname{ctg} \beta = V_0 \sin \alpha \operatorname{ctg} \beta - V_0 \cos \alpha, \quad (8)$$

то есть в момент времени

$$t = \frac{V_0}{g} \left(\sin \alpha - \frac{\cos \alpha}{\operatorname{ctg} \beta} \right) = 0.177 \text{ с}. \quad (9)$$