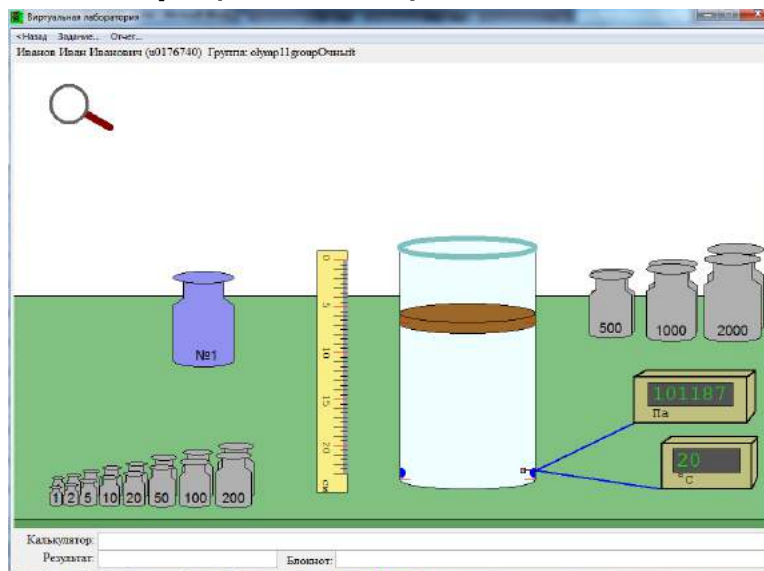


11 класс, заключительный (очный) тур

Задание 1. Олимпиада, модель: Масса гири и поршня и число молей газа в цилиндре (15 баллов)



Имеется цилиндр с идеальным одноатомным газом, датчиками давления и температуры и массивным поршнем сверху, который скользит без трения, а также приборы, показывающие показания датчиков. Атмосферное давление 101 кПа. Определите:

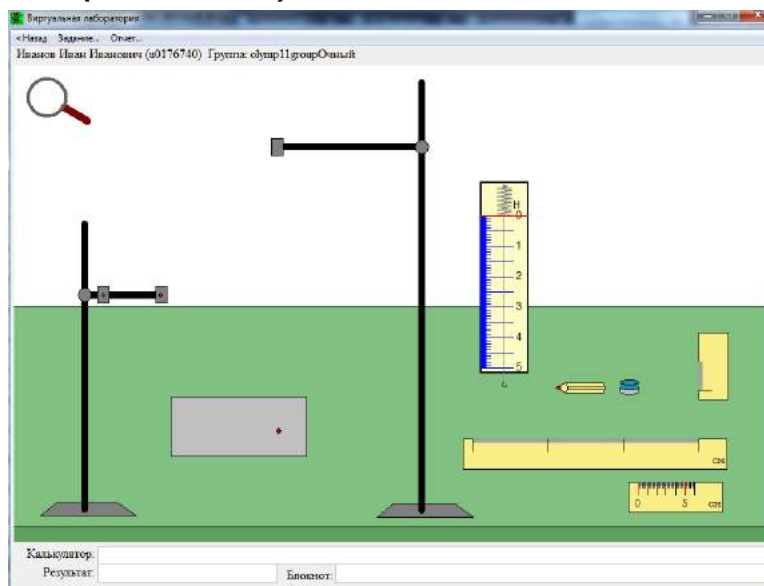
- массу гири №1 - с точностью до целых;
- массу поршня - с точностью до целых;
- число молей газа в цилиндре - с точностью до тысячных.

Занесите результаты в отчёт и отошлите его на сервер.

Ускорение свободного падения $g=9.8 \text{ м/с}^2$, универсальная газовая постоянная $R=8.31 \text{ Дж/(моль}\cdot\text{К)}$, температура абсолютного нуля -273°C .

Название величины	Ответ
Масса гири № 1	$11400.4 \pm 11 \text{ г}$
Масса поршня	$306.6 \pm 1.5 \text{ г}$
Число молей газа	0.1124 ± 0.002

Задание 2. Олимпиада, модель: Параметры прямоугольного листа металла (20 баллов)



Имеется однородный плоский прямоугольный лист металла, который можно подвешивать на штатив и после этого цеплять динамометром за отмеченную на листе красным цветом точку (назовём её А). Определите с максимально возможной точностью:

- Массу m листа.
- Длину L диагонали листа.
- Показания динамометра $P1$ в случае, если бы точка А находилась в правом нижнем углу листа, и если лист подвесить на штатив за левый верхний угол, зацепить лист динамометром за точку А и поднять так, чтобы точка А находилась на той же высоте, что и левый верхний угол (пружина динамометра при этом вертикальна).
- Показания динамометра $P2$ в случае, если бы точка А находилась зеркально по сравнению с текущим положением по отношению к диагонали листа, идущей из левого верхнего в правый нижний угол, лист подвесить на штатив за левый верхний угол, зацепить динамометром за точку А и поднять так, чтобы данная диагональ приняла горизонтальное положение (пружина динамометра при этом вертикальна).

Занесите результаты в отчёт и отошлите его на сервер. Ластик при отпускании стирает проведённую линию, над которой его отпустили. Ускорение свободного падения считайте равным $g=9.8 \text{ м/с}^2$, шкалы динамометров - точными.

Название величины	Ответ
Масса m листа	$159.183673469 \pm 1.59183673469 \text{ г}$
Длина L диагонали листа	$15.72 \pm 0.15 \text{ см}$
Показания динамометра $P1$	$0.78 \pm 0.01 \text{ Н}$
Показания динамометра $P2$	$1.026 \pm 0.01 \text{ Н}$

Задание 3. Олимпиада, модель: Ареометр и жидкости (15 баллов)

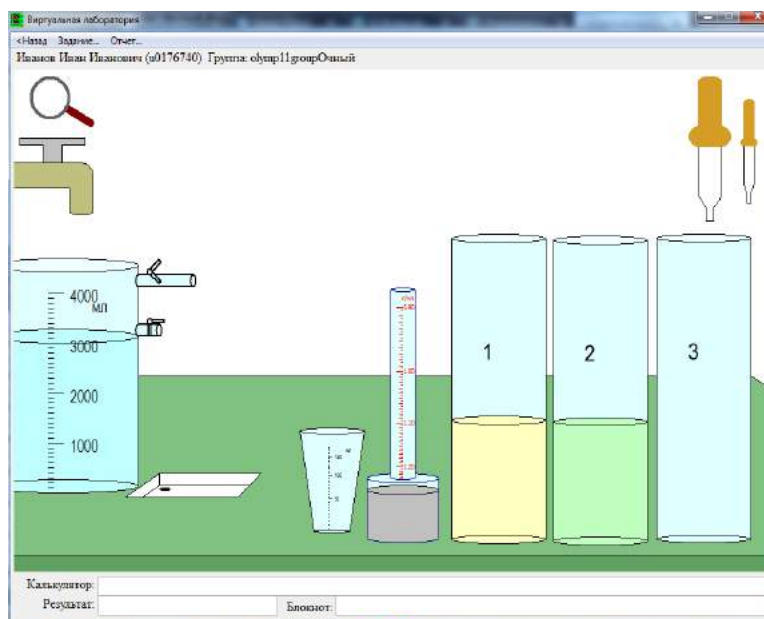
Имеются два стакана с одинаковыми объёмами некоторых жидкостей, ареометр (прибор, позволяющий измерять плотность жидкостей), а также другие элементы лаборатории. Большие стаканы закреплены, и их передвигать нельзя. Можно наливать жидкость в

стаканы с помощью пипетки или (в маленький мерный стакан) из крана. В стакан №1 жидкость можно только наливать, набирать из него жидкость в пипетку нельзя. Кран включается/выключается щелчком по его ручке. Считайте, что жидкости перемешиваются мгновенно. Они несжимаемы и не вступают в химическую реакцию. Определите:

- Плотность жидкости № 1 - с точностью до тысячных.
- Плотность жидкости № 2 - с точностью до тысячных.
- Объем жидкости № 1 - с точностью до одного миллилитра.

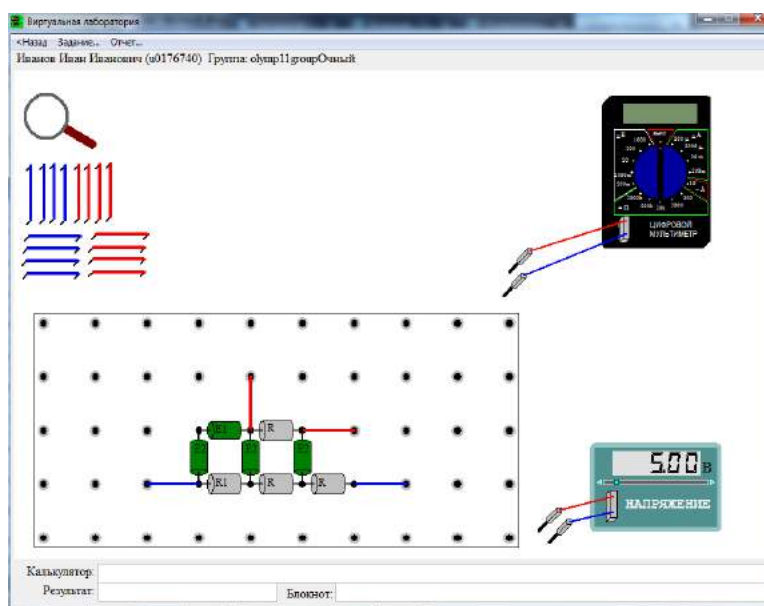
Занесите результаты в отчет и отошлите его на сервер.

Для приведения системы в начальное состояние можно выйти из модели и зайти в неё вновь. Не забудьте записать перед выходом все измеренные значения - их надо будет повторно вводить в пункты ввода отчёта.



Название величины	Ответ
Плотность жидкости № 1	$0.965 \pm 0.002 \text{ г/см}^3$
Плотность жидкости № 2	$1.46 \pm 0.005 \text{ г/см}^3$
Объем жидкости № 1	$932 \pm 2 \text{ мл}$

Задание 4. Олимпиада, модель: Батарейки и резисторы (20 баллов)



Имеются резисторы и батарейки, впаянные в плату, причём $R_1 = R$. Кроме того, имеются соединительные провода, источник постоянного напряжения, позволяющий менять на его выходе напряжение, и мультиметр, работающий в режиме (милли)амперметра и (милли)вольтметра. Внутреннее сопротивление батареек пренебрежимо мало. Определите с минимально возможной погрешностью (желательно, не более 0.1%):

- Величину (по модулю) напряжения E_1 .
- Величину (по модулю) напряжения E_2 .
- Сопротивление R - в мегаОмах.
- Величину тока (по модулю), протекающего в начальном состоянии через резистор R_1 - в микроАмперах.

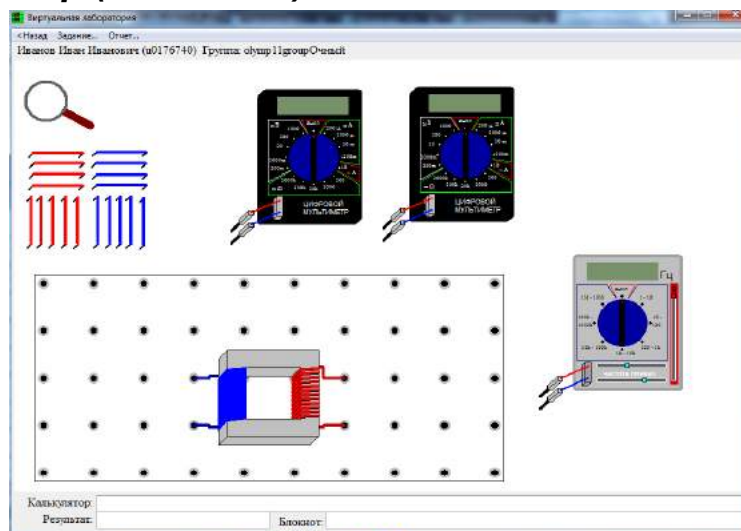
Соберите для этого необходимые электрические схемы, проведите измерения и выполните расчеты. Добивайтесь максимальной точности измерений! Задания можно переделывать, но за каждую повторную отсылку результатов на сервер начисляется до 4 штрафных баллов.

Буква μ у диапазона означает "микро", буква m - "милли". Напряжение источника постоянного тока регулируется перемещением его движка или щелчком по находящимся рядом треугольникам. Мультиметр - измерительный прибор, позволяющий измерять токи, напряжения. (Измерение сопротивлений в данной системе отключено). 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. Внутреннее сопротивление мультиметра в режиме вольтметра очень велико (можно считать бесконечным), а в режиме измерения тока очень мало (можно считать равным нулю).

Для записи чисел в межпрограммный буфер обмена можно использовать комбинацию клавиш Ctrl-C, для копирования их из буфера в отчёт - комбинацию Ctrl-V.

Название величины	Ответ
Напряжение E_1	1.59 ± 0.003975 В
Напряжение E_2	3.43 ± 0.008575 В
Сопротивление R	1.33 ± 0.0133 МОм
Ток J	$1.1954887218 \pm 0.011954887218$ мкА

Задание 5. Олимпиада, модель: **Высокочастотный трансформатор (20 баллов)**



Имеется повышающий трансформатор (первичная обмотка справа, вторичная - слева) и генератор переменного напряжения регулируемой частоты. Амплитуда напряжения на его выходе меняется движком в правой части генератора. Кроме того, имеются соединительные провода и два мультиметра, которые могут работать в режиме (милли)амперметров и (милли)вольтметров - на них показывается эффективное значение напряжения или тока. Определите с минимально возможной погрешностью (желательно, не более 0.1%):

- Число витков N_2 вторичной обмотки трансформатора.
- Сопротивление R_1 первичной обмотки трансформатора.
- Сопротивление R_2 вторичной обмотки трансформатора.
- Индуктивность L_1 первичной обмотки трансформатора.

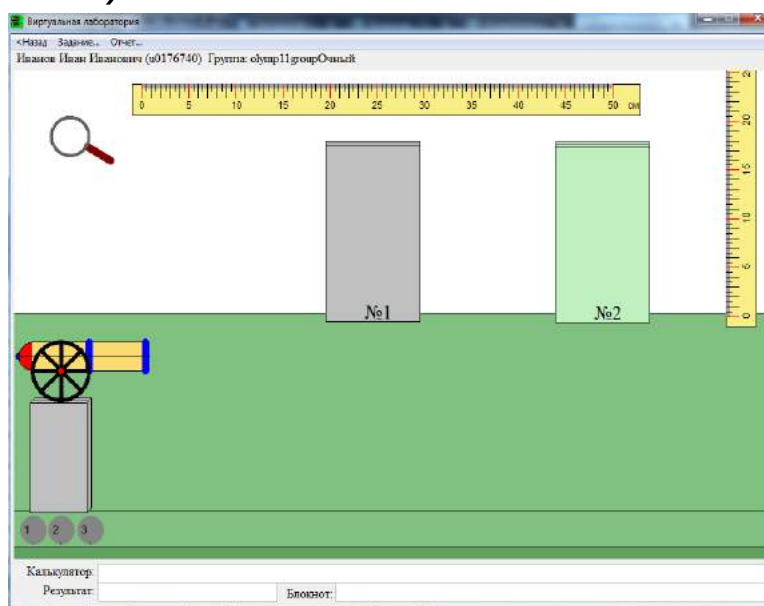
Соберите для этого необходимые электрические схемы, проведите измерения и выполните расчеты. Добивайтесь максимальной точности измерений! Учтите, что мультиметр можно подключать только к одной из обмоток - подключение одной клеммы к первичной обмотки, а второй к вторичной, не работает. Задания можно переделывать, но за каждую повторную отсылку результатов на сервер начисляется до 4 штрафных баллов.

Буква μ у диапазона означает "микро", буква m - "милли". Мультиметр - измерительный прибор, позволяющий измерять токи, напряжения. (Измерение сопротивлений в данной системе отключено). 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. Внутреннее сопротивление мультиметра в режиме вольтметра очень велико (можно считать бесконечным), а в режиме измерения тока очень мало (можно считать равным нулю). Внутреннее сопротивление генератора очень мало (можно считать равным нулю).

Для записи чисел в межпрограммный буфер обмена можно использовать комбинацию клавиш **Ctrl-C**, для копирования их из буфера в отчёт - комбинацию **Ctrl-V**.

Название величины	Ответ
Число витков N_2 вторичной обмотки	69 ± 0.01
Сопротивление R_1 первичной обмотки	1.09 ± 0.0055 Ом
Сопротивление R_2 вторичной обмотки	138 ± 0.69 Ом
Индуктивность L_1 первичной обмотки	720 ± 7.2 мкГн

Задание 6. Олимпиада, модель: Пружинная пушка и скользящий брусок (25 баллов)



Имеется пружинная пушка, набор шариков (ядер) и бруски, которые можно вставлять в паз, вдоль которого они могут скользить, в том числе при ударе о них ядер. Энергия сжатия пружины заряженной пушки составляет $E=0.53$ Дж. Момент полного распрямления пружины соответствует моменту вылета ядра из дула, при этом центр ядра находится на уровне среза ствола (внешней части ствола). Удары ядра о бруски абсолютно упругие.

Определите с максимальной возможной точностью:

- Массу m_1 первого ядра.
- Массу m_2 второго ядра.
- Массу m_3 третьего ядра.
- Массу M бруска №1.
- Коэффициент k трения бруска №1 об стол.

Ускорение свободного падения считать равным 9.8 м/с^2 . Вычисления проводить с точностью не менее 4 значащих цифр.

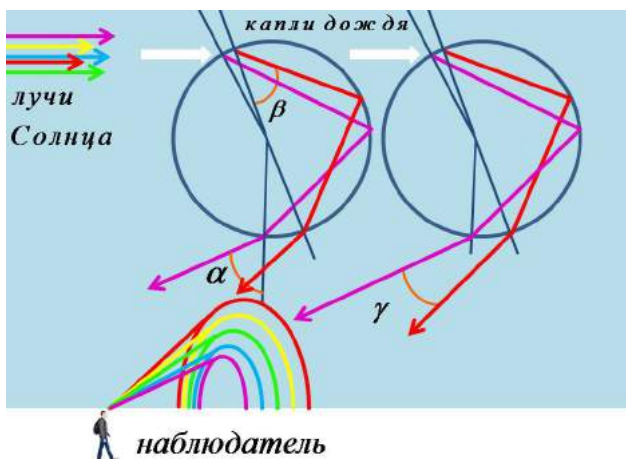
Задание можно переделывать, но за каждую повторную отсылку результатов на сервер назначается до 5 штрафных баллов. Пушка заряжается путём перетаскивания ядра к дулу пушки. Для выстрела следует щёлкнуть мышью в области части пушки, окрашенной в красный цвет.

Увеличительное стекло позволяет просматривать в увеличенном масштабе любой выбранный участок экрана, а также перемещать в этом состоянии ствол пушки и линейки. Щелчок мышью в любом другом месте экрана возвращает первоначальный масштаб.

Для записи чисел в межпрограммный буфер обмена можно использовать комбинацию клавиш Ctrl-C, для копирования их из буфера в отчёт - комбинацию Ctrl-V.

Название величины	Ответ
Масса m_1	$88.4762709817 \pm 0.353905083927 \text{ г}$
Масса m_2	$46.8676722008 \pm 0.281149803244 \text{ г}$
Масса m_3	$1106.7 \pm 11.067 \text{ г}$
Масса M бруска №1	$2170 \pm 86.8 \text{ г}$
Коэффициент трения k	0.105 ± 0.00525

Задание 6. Радуга на придуманной планете (20 баллов)



Первичная радуга (чаще всего мы видим именно её) возникает, когда солнечные лучи преломляются, падая на капельку дождя, один раз отражаются от ее поверхности и опять преломляются, выходя в воздух (см. рис.). Оказалось, что при увеличении угла падения лучей на поверхность капель, скорость роста угла разворота лучей каплями в зависимости от угла падения проходит через минимум. Таким образом, интенсивность лучей, повернутых каплями именно на этот критический угол, выше, чем идущих под

чуть большими или меньшими углами. Величина этого угла зависит от показателя преломления воды, а он разный для лучей разного цвета, поэтому полоса каждого цвета в радуге наблюдается под своим углом. Школьники придумали планету, где капли дождя обладают очень сильной дисперсией - для красного света показатель преломления $n_1=1.38$, а для фиолетового $n_2=1.59$, при этом показатель преломления атмосферы равен единице.

Определите:

- 1) На какой угол θ разворачиваются дождём красные лучи радуги.
- 2) Под каким углом β преломляются красные лучи радуги, входя в каплю инопланетного дождя
- 3) Под каким углом α преломляются фиолетовые лучи, выходя из капли в атмосферу.
- 4) Под каким углом γ друг к другу выходят из капли дождя фиолетовые и красные лучи.

Ответы вводите с точностью до десятых, число $\pi=3.1416$. Производная от $\sin(x)$ равна $\cos(x)$, производная от $\arcsin(x)$ равна $1/\sqrt{1-x^2}$, где \sqrt{y} - квадратный корень из y .

Введите ответ:

Угол поворота красных лучей $\theta =$ $^\circ$, (324.3 ± 0.2)

Входя в каплю, красные лучи преломляются на угол $\beta =$ $^\circ$, (37.28 ± 0.2)

Выходя из капли, фиолетовые лучи преломляются на угол $\alpha =$ $^\circ$, (44.46 ± 0.2)

Угол между лучами в радуге $\gamma =$ $^\circ$, (20.08 ± 0.2)