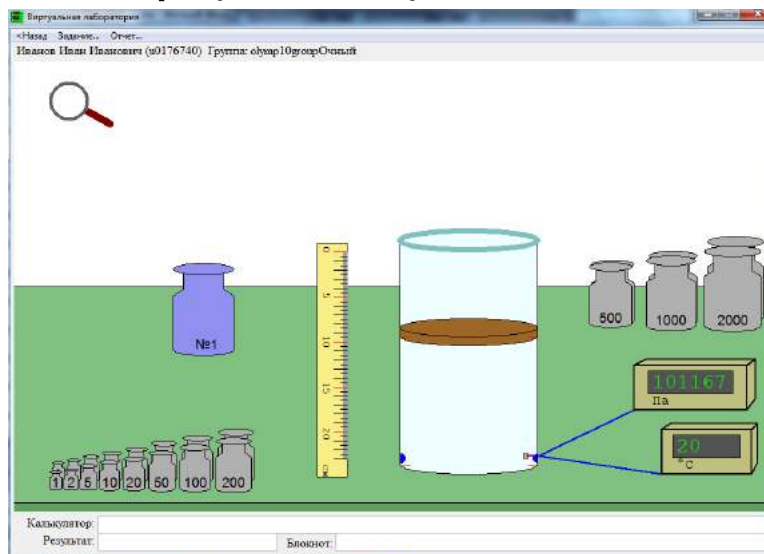


10 класс, заключительный (очный) тур

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:

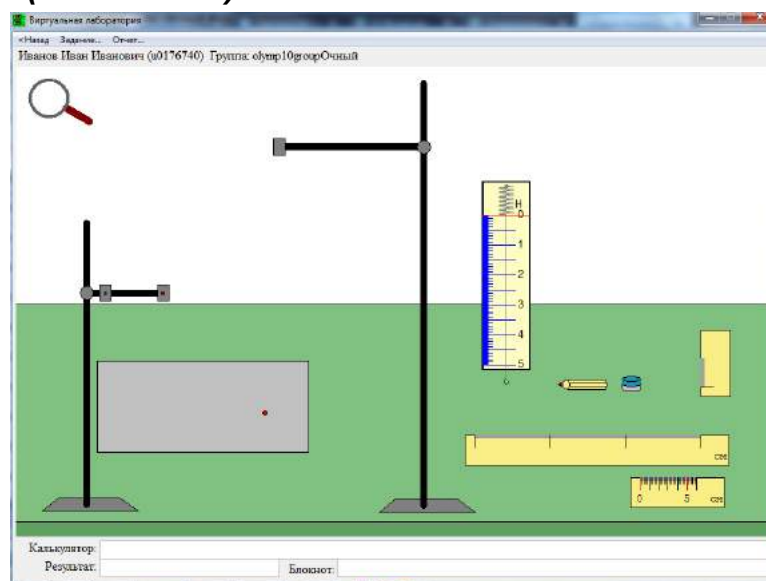
- массу гири №1 - с точностью до целых;
- массу поршня - с точностью до целых;
- число молей газа в цилиндре - с точностью до тысячных.

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	$10599.6 \pm 11 \text{ г}$
Масса поршня	$285.75 \pm 1.5 \text{ г}$
Число молей газа	0.0996 ± 0.002

Задание 2. Олимпиада, модель: Прямоугольный лист металла и динамометр (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 P_1 в случае, если бы точка А находилась в правом нижнем углу листа, и если лист подвесить на штатив за левый верхний угол, зацепить лист за точку А динамометром и поднять так, чтобы точка А находилась на той же высоте, что и левый верхний угол (пружина динамометра при этом вертикальна).
- Показания динамометра P_2 в случае, если бы точка А находилась на середине верхней стороны листа, лист подвесить на штатив за левый верхний угол, зацепить динамометром за точку А и поднять так, чтобы верхняя сторона листа 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	$257.14 \pm 2.57 \text{ г}$
Длина L диагонали листа	$24.45 \pm 0.15 \text{ см}$
Показания динамометра P_1	$1.26 \pm 0.01 \text{ Н}$
Показания динамометра P_2	$2.52 \pm 0.01 \text{ Н}$

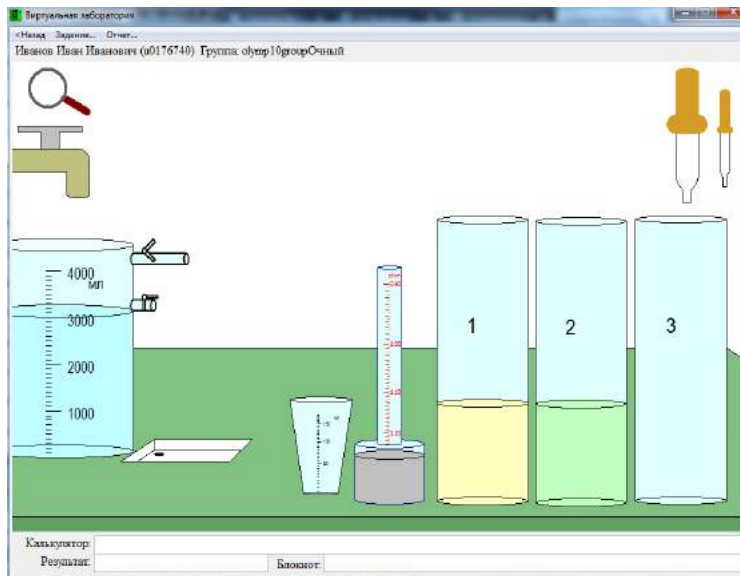
Задание 3. Олимпиада, модель: Ареометр и жидкости (15 баллов)

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.

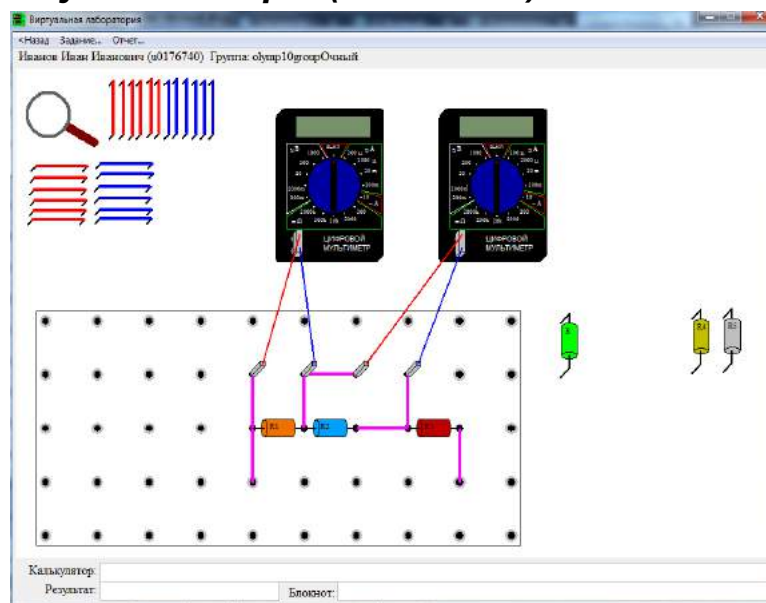
Занесите результаты в отчёт и отошлите его на сервер.

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	$0.925 \pm 0.002 \text{ г/см}^3$
Плотность жидкости № 2	$1.41 \pm 0.005 \text{ г/см}^3$
Объем жидкости № 1	$822 \pm 2 \text{ мл}$

Задание 4. Олимпиада, модель: Батарейка, впаянные резисторы и мультиметры (20 баллов)



Имеются впаянные в наборную панель резисторы R1, R2, R3 и два мультиметра, а также батарейка E, соединительные провода и резисторы R4 и R5, которые могут быть установлены на эту панель. 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.
- Напряжение E батарейки.

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

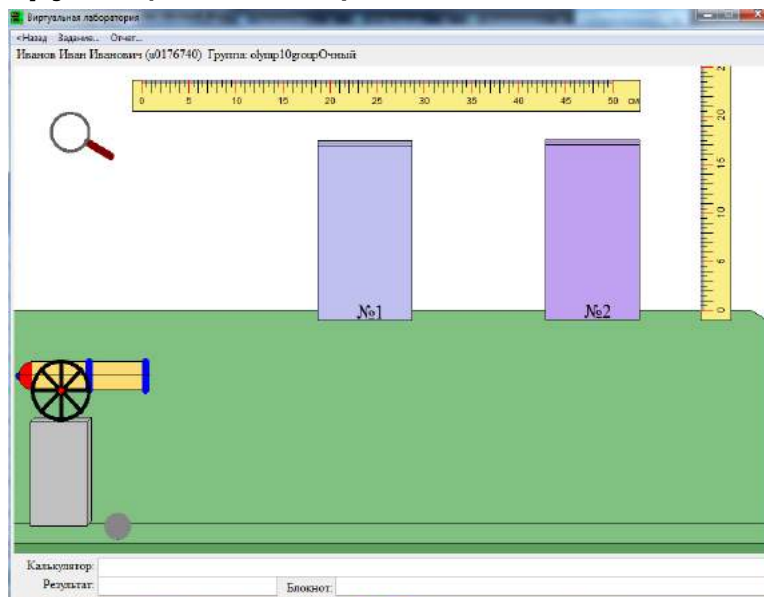
Задания можно переделывать, но за каждую повторную отсылку результатов на сервер начисляется до 4 штрафных баллов.

Буква μ у диапазона означает "микро", буква m - "милли". 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.

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
Сопротивление резистора R1	$61 \pm 0.305 \text{ Ом}$
Сопротивление резистора R2	$24.3 \pm 0.1215 \text{ Ом}$
Сопротивление резистора R3	$43.5 \pm 0.348 \text{ Ом}$
Напряжение батарейки E	$8.5 \pm 0.0425 \text{ В}$

Задание 5. Олимпиада, модель: Пружинная пушка и два скользящих бруска (15 баллов)



Имеется пружинная пушка, шарик (ядро) и два бруска, которые можно вставлять в паз, вдоль которого они могут скользить, в том числе при ударе о них ядер. Масса бруска №1 равна некоторому значению M , масса бруска №2 в два раза больше (равна $2M$). Коэффициент k трения брусков о стол одинаков. Удары ядра о бруски абсолютно упругие. Энергия сжатия пружины заряженной пушки составляет $E=0.48 \text{ Дж}$. Момент полного

распрямления пружины соответствует моменту вылета ядра из дула, при этом центр ядра находится на уровне среза ствола (внешней части ствола).

Определите с максимальной возможной точностью:

- Массу m ядра.
- Массу M бруска №1.
- Коэффициент k трения брусков о 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 3 штрафных баллов.

Пушка заряжается путём перетаскивания ядра к дулу пушки. Для выстрела следует щёлкнуть мышью в области части пушки, окрашенной в красный цвет.

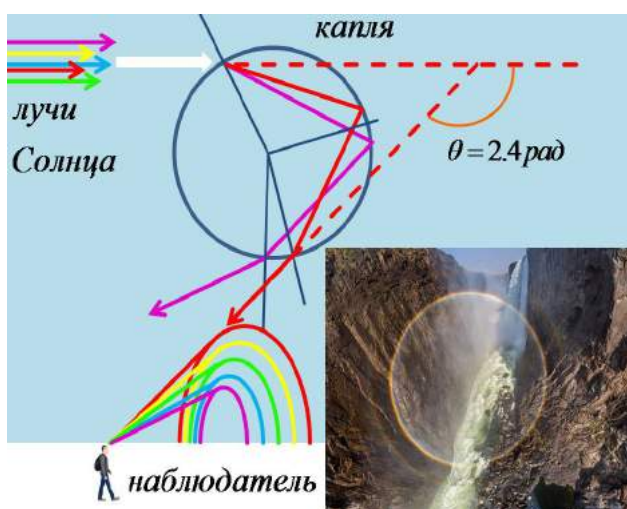
Увеличительное стекло позволяет просматривать в увеличенном масштабе любой выбранный участок экрана, а также перемещать в этом состоянии ствол пушки и линейки. Щелчок мышью в любом другом месте экрана возвращает первоначальный масштаб.

В калькуляторе можно использовать сложение, вычитание, умножение $*$, деление $/$, функции \sqrt{x} - квадратный корень из x , возведение в степень x^n (например, x^2 или $x^{2.5}$), а также $\sin(x)$, $\cos(x)$, $\text{tg}(x)$, $\arcsin(x)$, $\arccos(x)$, $\text{arctg}(x)$ и т.д., а также выражения любой сложности с использованием этих операций (не забывайте заключать части выражений в круглые скобки и ставить символ умножения).

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 ядра m	$67.191885038 \pm 0.268767540152 \text{ г}$
Масса бруска №1 M	$400 \pm 16 \text{ г}$
Коэффициент трения k	$0.109260282538 \pm 0.0054630141269$

Задание 6. Дрон над водопадом (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.). При увеличении угла падения лучей на поверхность капели, скорость роста угла разворота лучей каплями проходит через минимум. Таким образом, интенсивность лучей, повёрнутых 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. Будем использовать для вычислений округлённое значение этого угла для красных лучей - 2.4 радиан. Фотография сделана на водопаде Виктория на реке Замбези. Солнце поднялось над горизонтом на угол $\gamma=0.34$ радиан. Дрон зависает над водопадом, направляет камеру вдоль солнечного луча и делает фотографию. Затем со скоростью $V=0.8 \text{ м/с}$ он пролетает вдоль солнечного луча расстояние $X=19.4 \text{ м}$, радиус радужного круга уменьшается в $N=1.6$ раз. Определите:

- 1) На каком расстоянии L от стены брызг находился дрон, когда сделал фотографию.
- 2) С какой скоростью V_1 уменьшался радиус радужного круга.
- 3) На какой минимальной высоте H над рекой в ущелье должен был находиться дрон, чтобы радужный круг на фотографии был виден целиком.
- 4) На какой минимальной высоте Y над рекой находился бы в этом случае центр радужного круга.

Число $\pi=3.1416$. В ответ скорость вводите с точностью до сотых, остальные значения - с точностью до десятых.

Введите ответ:

Расстояние до стены брызг $L=$ м, (51.733 ± 0.11)

Радиус круга уменьшался со скоростью $V_1=$ м/с, (0.7329 ± 0.021)

Минимальная высота дрона над рекой $H=$ м, (61.93 ± 0.11)

Минимальная высота центра радужного круга над рекой $Y=$ м, (44.671 ± 0.11)