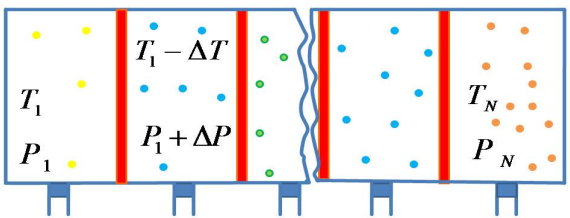
10 класс, заключительный тур

Задание 1. Олимпиада, задача: Газы в сосуде (10 баллов)

$$P_X = P_1 + \Delta P \cdot (X-1)$$

$$T_X = T_1 - \Delta T \cdot (X-1)$$



Теплоизолированный сосуд разделён на N=10 одинаковых частей теплопроводящими поршнями. В начальный момент времени поршни закреплены. В каждую из частей сосуда быстро закачивают различные одноатомные газы, так что давление и температура в части с номером X определяются выражениями: $P_X=P_1+(X-1)\ \Delta P$, $T_X=T_1-(X-1)\ \Delta T$, P_1=50 кПа, ΔP=740 Па, T_1=710 K, ΔT=18 K. Затем поршни освобождают, они могут скользить без трения внутри сосуда. Спустя некоторое время устанавливается равновесие. Теплоёмкостью стенок сосуда и поршней можно пренебречь.Газы сквозь поршни не проникают. Вычислите

1. Давление P, установившееся в части с номером Z=5.
2. Во сколько раз Y уменьшилось давление в части с номером N.
Ответы введите с точностью не хуже одной десятой процента.

Введите ответ:

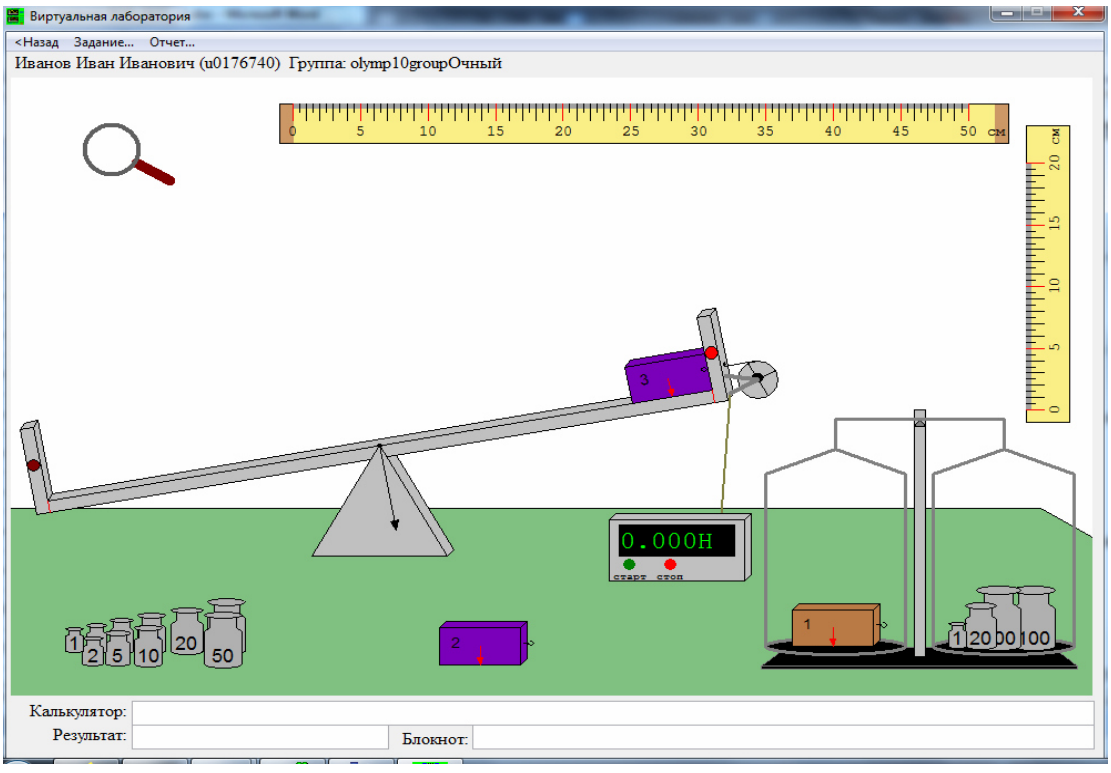
P= кПа, (53.3278668 ± 0.069329)

Y= , (1.0623989049316 ± 0.001381173823364)

Задание 2. Олимпиада, модель: Наклонный рельс с лебёдкой - коэффициенты трения и сила реакции опоры (30 баллов)

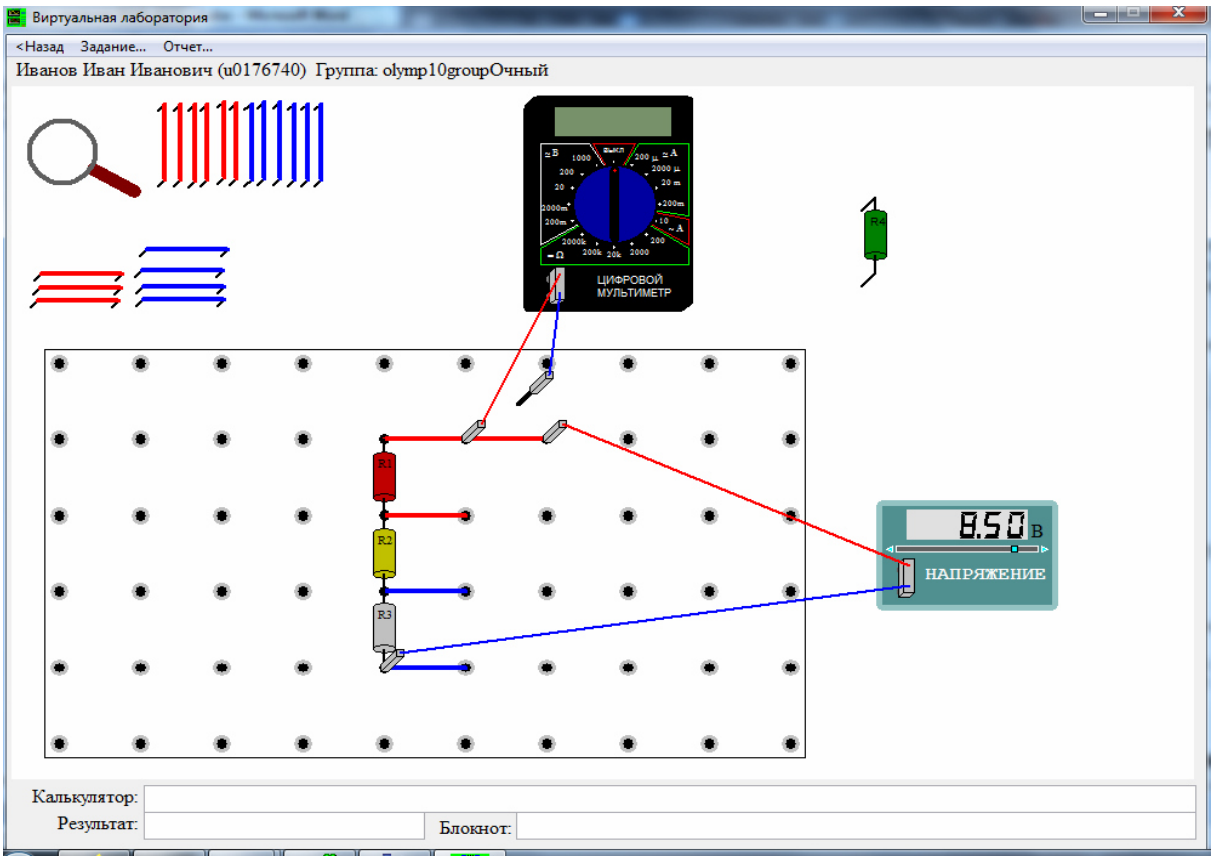
Имеется наклонный рельс с лебёдкой и датчиком натяжения нити, весы, гири, линейки и бруски.
Любой из трех имеющихся брусков можно поставить на рельс. После чего можно присоединить к бруску нить от лебёдки – потянуть за петельку нити, выходящей из отверстия в правой стенке рельса, и присоединить её к крючку бруска.
Электронный динамометр присоединён к лебёдке. Лебёдка включается кнопкой "Старт" и выключается кнопкой "Стоп". Колесо лебёдки тянет груз с постоянной скоростью. У брусков имеется трение о рельс.
Если сила, приложенная к кольцу нити, превышает некоторое значение F_{max}, кольцо отцепляется от бруска.
Нижние части второго и третьего бруска изготовлены из одного и того же материала по одной и той же технологии и могут считаться идентичными.
Найдите с точностью не хуже 0.5%:

- Коэффициент трения скольжения **k1** первого бруска.
- Максимальное возможное значение **F1** силы реакции опоры при движении первого бруска по рельсу (угол наклона рельса можно менять).
- Коэффициент трения скольжения **k2** второго бруска.
- Массу **m3** третьего бруска.
- Значение силы $\mathbf{F_{max}}$.
- Значение силы реакции опоры $\mathbf{F_n}$ для **первого** бруска при натяжении нити на 0.01% меньше значения F_{max}.
  Значение ускорения свободного падения g=9.8 м/с^2. Масса гирь указана в граммах.



Коэффициент трения **k1**	0.0336 ± 0.00084
Сила реакции опоры **F1**	2.166 ± 0.054 Н
Коэффициент трения **k2**	0.0287 ± 0.00072
Масса **m3**	1318.68 ± 39.6 г
Сила $\mathbf{F_{max}}$	0.632 ± 0.0063 Н
Сила $\mathbf{F_n}$	2.0917 ± 0.021 Н

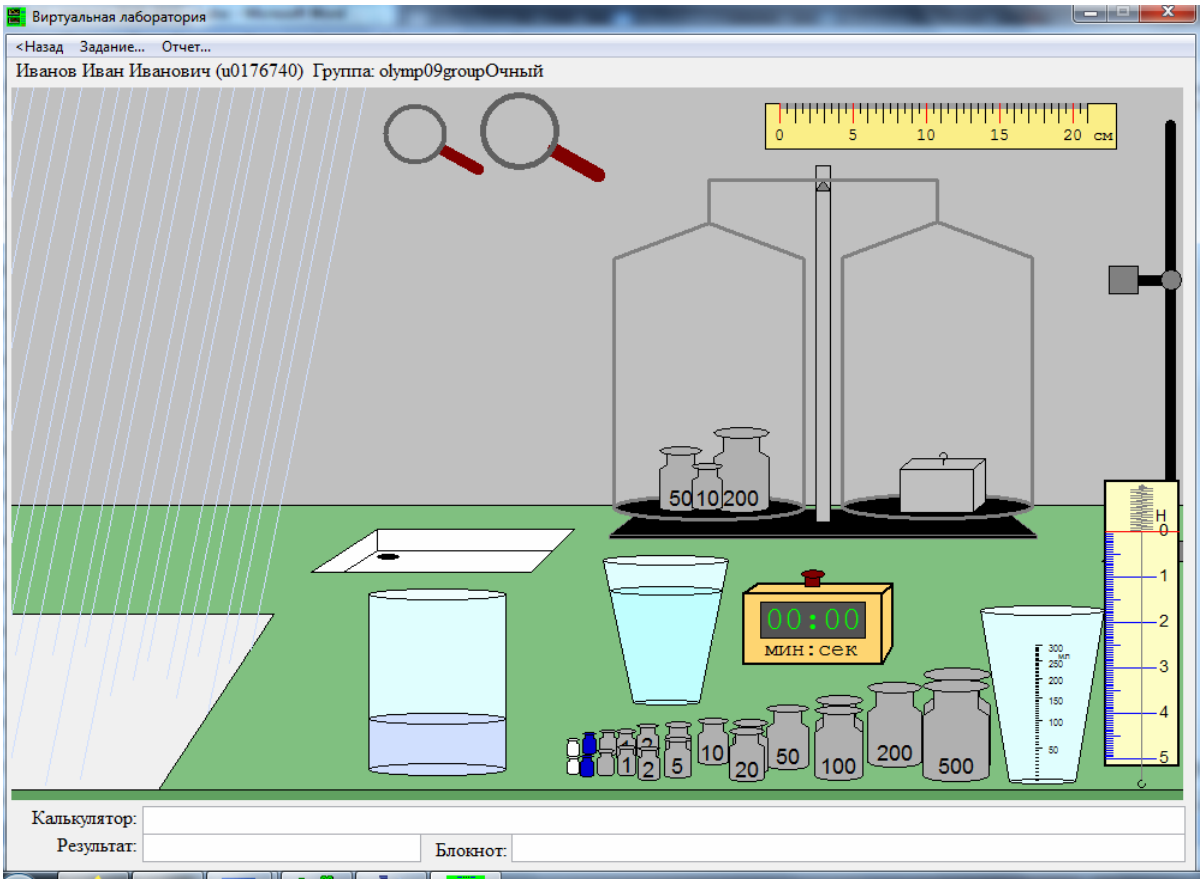
Задание 3. Олимпиада, модель: Сопротивление четырех резисторов (20 баллов)



Имеется электрическая схема из трех впаянных резисторов, источника напряжения и мультиметра, а также не впаянного резистора. Найдите с точностью до десятых, чему равны сопротивления R1, R2, R3, R4.
Соберите для этого необходимые электрические схемы, проведите измерения и выполните расчеты. Занесите результаты в отчёт и отошлите его на сервер.
К клеммам можно подсоединять провода, имеющие практически нулевое сопротивление. Провода можно растягивать. Выходное напряжение источника напряжения можно менять перетаскиванием движка или щелчками по треугольникам по краям шкалы. Внутреннее сопротивление мультиметра в режиме вольтметра можно считать бесконечно большим, а в режиме измерения тока - пренебрежимо малым.
Мультиметр - измерительный прибор, позволяющий измерять токи, напряжения и сопротивления - в данном задании доступно только измерение напряжений и токов. При превышении величины максимального значения для выбранного диапазона на индикаторе появляется сообщение об ошибке измерения. Буква μ у диапазона мультиметра означает "микро", буква m - "милли". Тип измеряемой величины и предел измерительной шкалы мультиметра меняется с помощью поворота ручки.

R1	250 ± 1.25 Ом
R2	188 ± 0.94 Ом
R3	372 ± 1.86 Ом
R4	252 ± 1.26 Ом

Задание 4. Олимпиада, модель: Моделирование дождя на другой планете (25 баллов)



В лаборатории моделируется дождь на другой планете. Он всё время льётся с одной и той же скоростью. В конический стакан налита вода с плотностью 1 г/см^3. В цилиндрическом стакане находится жидкость, которая льётся в виде дождя. Найдите :

- Ускорение **g** свободного падения на этой планете.
- Время **t**, в течение которого набирали под дождём жидкость в цилиндрический стакан.
- Плотность **ro** этой жидкости.
- Скорость **N** выпадания осадков (мм/мин).
- Высоту **H** цилиндрического стакана.

Значения g найдите с точностью до сотых, плотности - с точностью до тысячных, остальных величин - с точностью не хуже 1%.
Масса гирь указана в граммах.

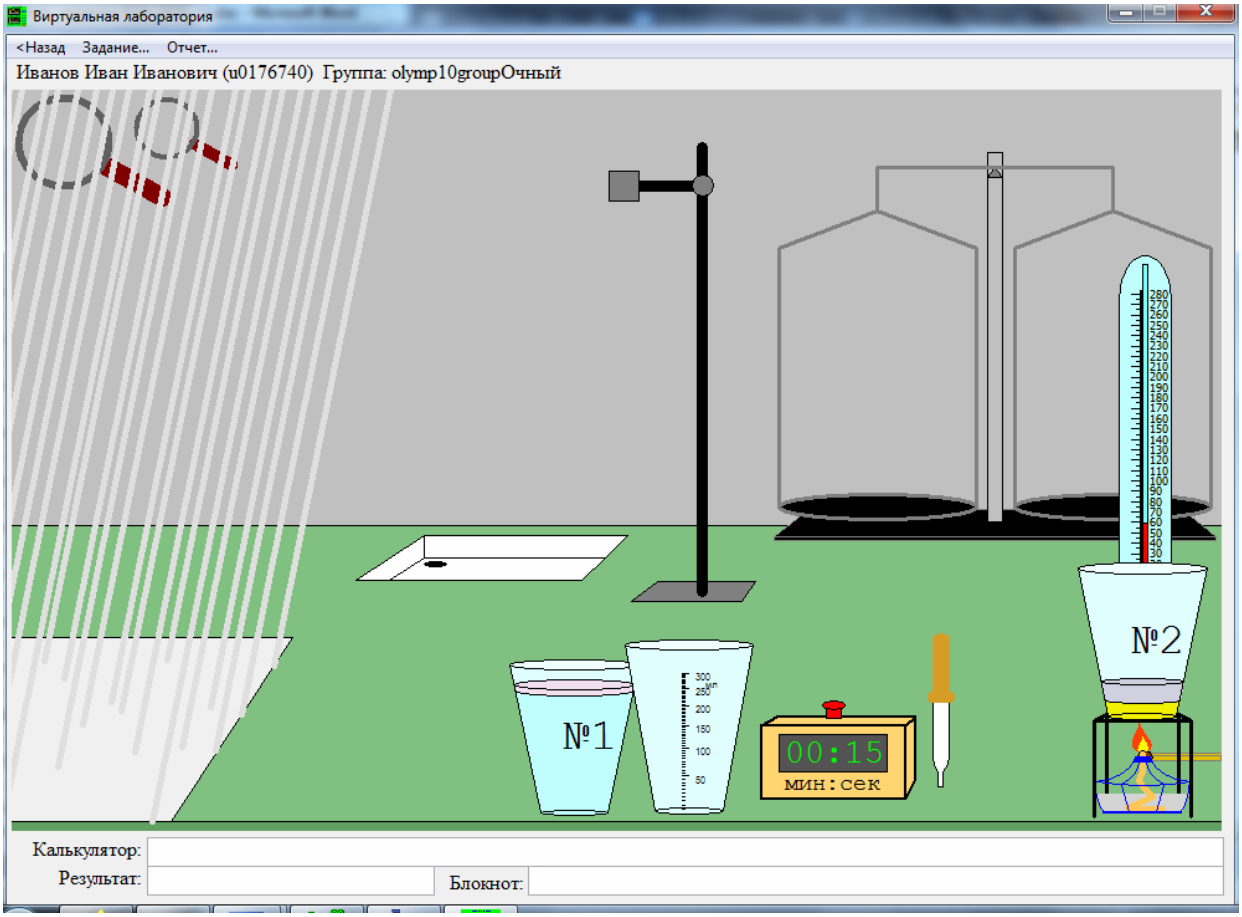
Ускорение **g**	6.8 ± 0.1 м/с^2
Время **t**	52 ± 1.3 с
Плотность **ro**	1.44 ± 0.0144 г/см^3
Скорость **N** выпадания осадков	41 ± 0.41 мм/мин
Высота **H**	12.3 ± 0.123 см

Задание 5. Олимпиада, модель: Снег на неизвестной планете (20 баллов)

В земной лаборатории моделируется снег на другой планете. Он всё время падает с одной и той же скоростью. В конический стакан №1 налита вода с плотностью 1 г/см^3, на её поверхности плавает мелкий водяной лёд (водяной снег). Давление атмосферное. Нерастаявший снег может плавать на поверхности жидкости, сквозь него можно опускать в стакан градусник и пипетку. Градусник с неизвестной температурной шкалой.
Найдите :

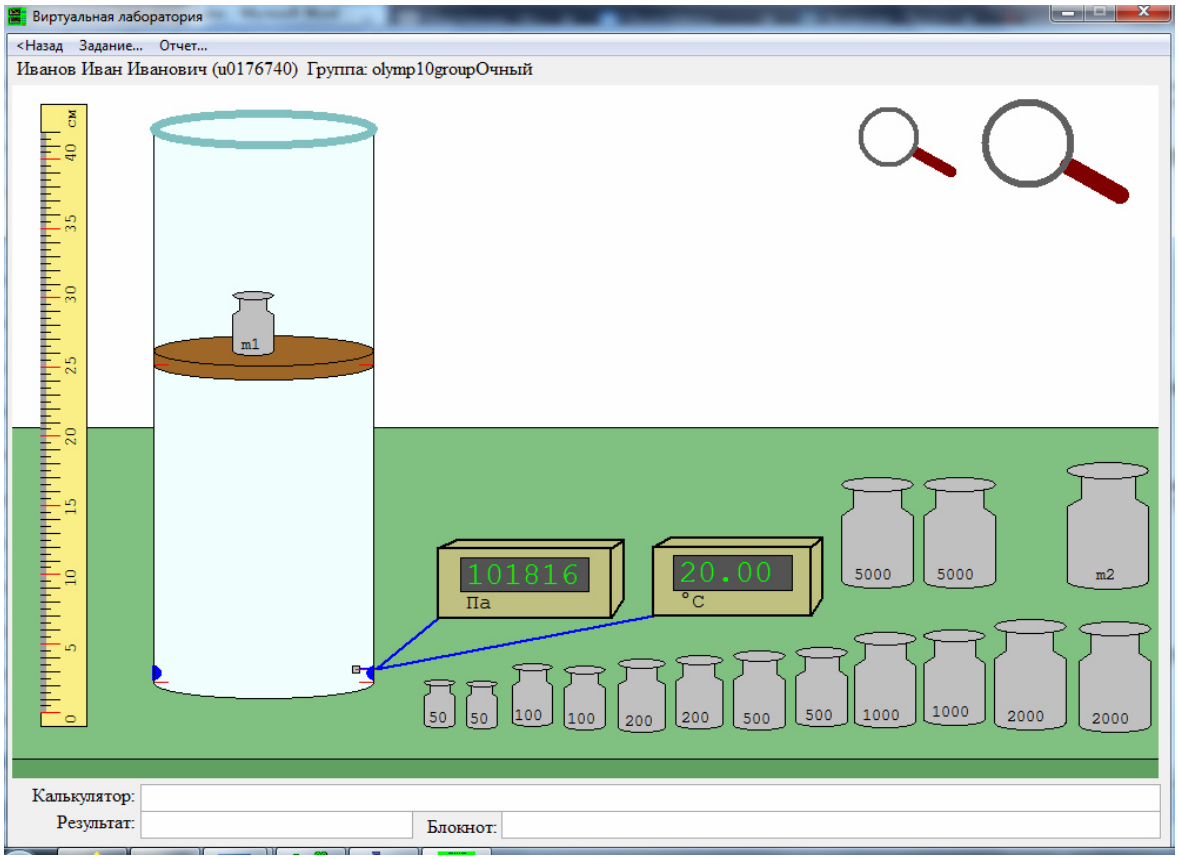
- Температуру t1 снега.
- Температуру t2 плавления снега.
- Плотность ro1 снега, если его набрать в стакан.
- Удельную теплоёмкость С жидкости, в которую превращается снег после таяния.

Значения плотности найдите с точностью до тысячных, температуру с точностью до половины градуса Цельсия, теплоемкость - с точностью не менее 5%.
Удельная теплоемкость воды 4183 Дж/(кг·град). Теплообменом с воздухом и теплоемкостью стаканов можно пренебречь.



Температура t1 снега	-18.5 ± 1 °C
Температура t2 таяния снега	-6.5 ± 1 °C
Плотность **ro1** снега	0.74 ± 0.01 г/см^3
Удельная теплоёмкость С жидкости	1848 ± 120 Дж/(кг·град)

Задание 6. Олимпиада, модель: Сосуд с воздухом и поршень (25 баллов)



Имеется цилиндрический сосуд, в котором находится воздух, с массивным поршнем, а также приборы для измерения давления и температуры и набор грузов. Атмосферное давление p0=101300 Па. Молекулярный вес воздуха 29 г/моль. Датчики показывают давление и температуру воздуха. Через некоторое время система приходит в равновесие. Найдите после этого:

- Массу M поршня.
- Объем V, который бы занимал воздух в сосуде, если бы масса поршня была бы пренебрежимо мала.
- Массу m1 маленькой гири.
- Работу A1 силы тяжести, которую она проделает, если поставить на поршень без грузов гирю m2 и подождать установления равновесия.
- Работу A2 силы тяжести (в миллиджоулях), которая при этом действовала на воздух внутри сосуда.

Значение V найдите с точностью до 20 мл, остальные - с точностью не менее 1%.
Масса гирь указана в граммах. Ускорение свободного падения g=9.8 м/с^2. Универсальная газовая постоянная R={8.314} Дж/(моль·К). Температура абсолютного нуля T0=-273.15 °C.

Масса M поршня	307.3 ± 3.07 г
Объем V	4299 ± 30 мл
Масса m1	674 ± 6.74 г
Работа A1	8.343 ± 0.334 Дж
Работа A2	0.757 ± 0.030 мДж