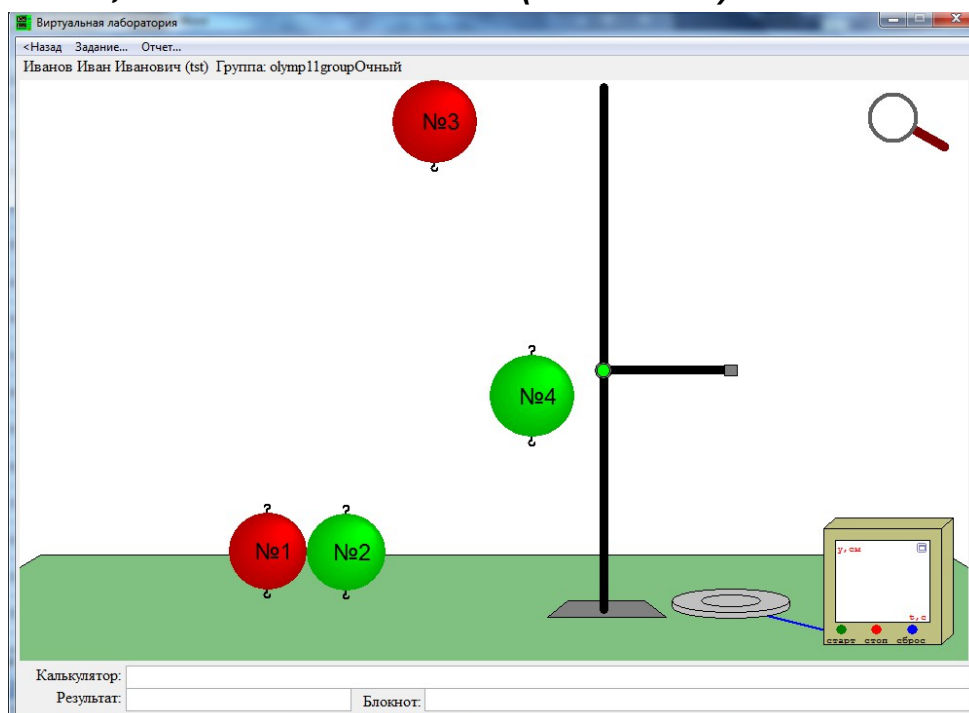


11 класс заключительный (очный) тур 2014/2015 г.

11 класс задание 1. Модель: Тела в жидкости - отношение объёмов, масс и плотностей (15 баллов)



В системе имеются четыре тела - два красных и два зелёных шарика. У шарика №1 одинаковый размер с шариком №2, у шарика №3 - одинаковый размер с шариком №4. Шарик одного цвета имеют одинаковую массу. Эксперимент проводится в жидкости с некоторой неизвестной плотностью.

При движении тел в жидкости на них действует сила трения, пропорциональная скорости движения и площади S поперечного сечения: $F_{тр} = -k\nu S$. Поэтому очень скоро после начала

движения каждое тело начинает двигаться с постоянной скоростью. Ускорение свободного падения $g=9.8 \text{ м/с}^2$.

Найдите с точностью до тысячных:

- отношение V_3/V_1 объёмов тел №3 и №1;
- отношение m_2/m_1 масс тел №2 и №1;
- отношение ρ_1/ρ плотности тела №1 к плотности жидкости.

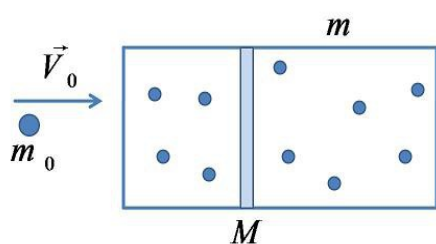
Тело можно закреплять в лапке штатива за крючок - для этого необходимо поднести крючок тела к лапке штатива и отпустить.

Если тело закреплено в лапке штатива, нажатие на зелёную кнопку, расположенную на штативе, отпускает тело из захвата. Лапку штатива можно перемещать мышью. Под лапкой штатива расположен эхолот, подсоединённый к прибору, показывающему зависимость координаты расположенного над эхолотом тела от времени. **Для сцепленных тел зависимость не отображается.**

Увеличить экран прибора можно либо с помощью увеличительного стекла, либо щёлкнув мышью по значку максимизации в правом верхнем углу прибора. Для того, чтобы посмотреть участок графика в увеличенном масштабе, необходимо выделить его мышью слева направо и сверху вниз. Выделение участка графика в противоположном направлении возвращает первоначальный масштаб.

Ответы: $V_3/V_1=1.25 \pm 0.005$; $m_2/m_1=1.142 \pm 0.005$; $\rho_1/\rho=1.042 \pm 0.001$

11 класс задание 2. Задача: Поршень в трубе (15 баллов)



Внутри горизонтальной, закрытой с торцов, теплоизолированной трубы массой $m=11.7 \text{ кг}$ находится поршень массой $M=10.4 \text{ кг}$ и удельной теплоёмкостью $c=6.3 \text{ Дж/(кг К)}$, который может скользить без трения. Пространство справа и слева от поршня заполнено идеальным одноатомным газом с количеством вещества, в сумме равном $J=8 \text{ моль}$. Масса газа пренебрежимо мала по сравнению с массой трубы и поршня. Вначале труба покоится, поршень находится в равновесии. Затем в торец трубы попадает шар массой $m_0=9 \text{ кг}$, летящий со скоростью $V_0=23.5$

м/с. Удар абсолютно упругий. Через некоторое время t_1 колебания поршня затухают до пренебрежимо малой величины. Определите:

- 1) скорость трубы V сразу после столкновения с шаром,
- 2) скорость трубы V_1 в момент времени t_1 ,
- 3) приращение температуры газа ΔT к моменту времени t_1 по сравнению с начальной.

Ответы вводите с точностью до сотых. Универсальную газовую постоянную считайте равной 8.31 Дж/(моль К)

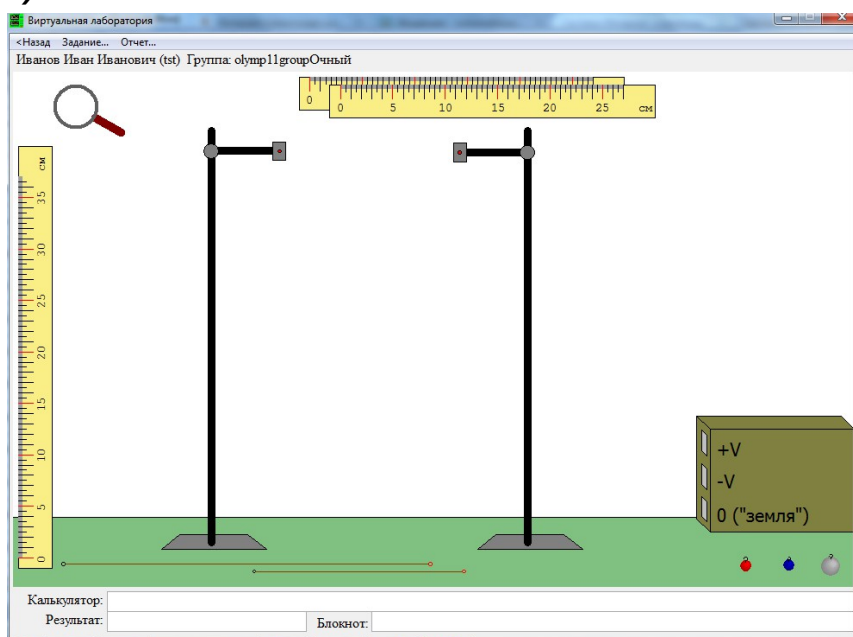
Введите ответ:

Начальная скорость трубы $V=$ _____ м/с **Ответ** 20.44 ± 0.11

Установившаяся скорость трубы $V_1=$ _____ м/с **Ответ** 10.81 ± 0.11

Приращение температуры газа $\Delta T=$ _____ К **Ответ** 6.95 ± 0.11

11 класс задание 3. Модель: Заряженные шарики на нитях (20 баллов)



Имеется три проводящих шарика - красный, синий и серый, и два штатива, на которые можно подвешивать нити (за красные колечки на концах нитей) и к этим нитям шарики. Также имеются две линейки и высоковольтный блок питания, потенциал на его верхней клемме равен V , на нижней $-V$, причем $V > 0$.

Шарик, подвешенный на нити (а также шарик без нити), можно подносить к клемме блока питания, при этом он заряжается до потенциала клеммы. Масса красного (первого слева) шарика равна 0.25 г. Найдите:

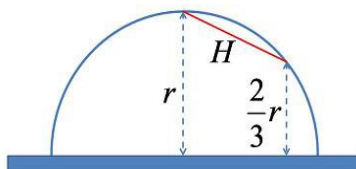
- массу синего (среднего) шарика;
- массу серого (самого правого) шарика;
- заряд (в наноКулонах), находящийся на красном шарике после того, как его зарядили от верхней клеммы блока питания;
- потенциал верхней клеммы блока питания.

Массы вводите с точностью до сотых, заряд и потенциал - с точностью до десятых.

Значение g считайте равным 9.8 м/с^2 . Постоянная в законе Кулона $K = 1/(4 \cdot \pi \cdot \epsilon_0) = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{Кл}^2$, где $\epsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$. Напоминаем, что $1 \text{ нКл} = 10^{-9} \text{ Кл}$, а потенциал проводящего заряженного шара $= Kq/r$, где q - заряд, а r - радиус шара.

Название	Ответ
Масса синего шарика (г)	1.05 ± 0.03
Масса серого шарика (г)	3.104 ± 0.08
Заряд красного шарика (нКл)	15.55 ± 0.5
Потенциал верхней клеммы (кВ)	28 ± 1

11 класс задание 4. Задача: Тело скользит по хорде полусферы (20 баллов)



Из точки, лежащей на верхнем конце вертикального радиуса полусферы, закрепленной на горизонтальном полу, по желобу, установленному вдоль хорды, начинает скользить тело. Радиус полусферы $r = 1.6 \text{ м}$. Хорда проведена в точку, находящуюся на высоте $2r/3$ от пола. В этой точке тело отрывается от желоба и падает на пол, абсолютно упруго ударяется об него, подскакивает, ещё раз абсолютно упруго ударяется, и так далее.

- 1) Найдите длину хорды Н.
- 2) На каком расстоянии Х от центра полусферы тело достигнет пола?
- 3) Найдите интервал времени Т между двумя последовательными абсолютно упругими ударами тела о поверхность.
- 4) На каком расстоянии L от точки падения тело следующий раз ударится о пол? Трением и сопротивлением воздуха пренебречь. Время рассчитайте в секундах с точностью до тысячных, расстояния - в метрах с точностью до сотых. Ускорение свободного падения $g=9.8 \text{ м/с}^2$.

Введите ответ:

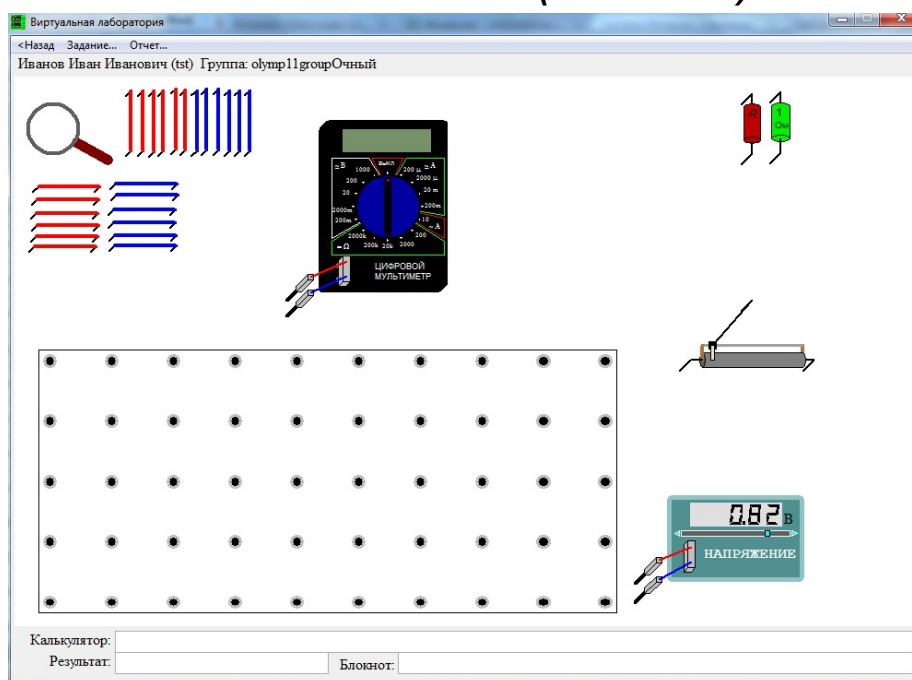
Длина хорды Н = ___ м **Ответ:** $1.307 \pm 0.012 \text{ м}$

Расстояние Х = ___ м **Ответ:** $2.23 \pm 0.02 \text{ м}$

Интервал времени Т = ___ с **Ответ:** $0.971 \pm 0.005 \text{ с}$

Расстояние между точками падения L = ___ м **Ответ:** $2.868 \pm 0.025 \text{ м}$

11 класс задание 5. Модель: Реостат (15 баллов)



Найдите, чему равны:

- отношение $K=R_p/R_l$ сопротивления R_p между движком реостата и его правым выводом к сопротивлению R_l между движком реостата и его левым выводом (ответ вводите с точностью до десятых);
- сопротивление R неизвестного резистора (ответ вводите с точностью до тысячных);
- максимальная мощность W , которую с помощью электрической цепи, собранной из имеющихся элементов, можно рассеять на левой части реостата, с сопротивлением R_l (ответ вводите с точностью до сотых).

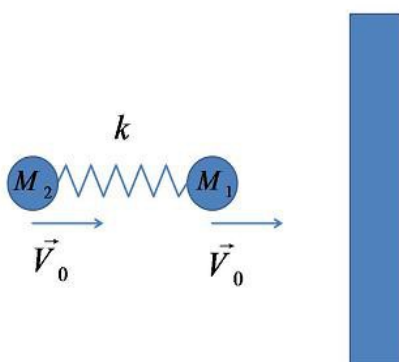
Соберите для этого необходимые электрические схемы, проведите измерения и выполните расчеты. Занесите результаты в отчёт и отошлите его на сервер. В данном задании движок реостата не передвигается.

Учтите, что среди элементов имеется резистор с известным значением сопротивления $R_1=1 \text{ Ом}$, а у источника напряжения имеется внутреннее сопротивление. Мультиметр - измерительный прибор, позволяющий измерять токи, напряжения и сопротивления - в данном задании доступно **только измерение токов**, причём за исключением диапазона для самых больших токов. При превышении величины тока максимального значения для выбранного диапазона на индикаторе появляется сообщение об ошибке измерения. Буква μ у диапазона мультиметра означает "микро", буква m - "милли". Тип измеряе-

мой величины и предел измерительной шкалы мультиметра меняется с помощью поворота ручки. Напряжение на выходе источника напряжения можно менять перемещением движка или щелчком по одному из треугольников около движка. Элементы можно перетаскивать мышью и подключать к клеммам панели. К клеммам можно подсоединять мультиметр и перемычки - провода, имеющие практически нулевое сопротивление.

Название	Ответ
Отношение R_p/R_l	165.5 ± 5
Сопротивление R (Ом)	0.2198 ± 0.0066
Мощность W (Вт)	3.068 ± 0.092

11 класс задание 6. Конструкция из двух шариков, соединенных пружиной (20 баллов)



Конструкция состоит из двух шариков одинакового радиуса $R=4.1$ см, которые соединены посередине недеформированной пружинкой жёсткостью $k=40$ Н/м. Масса первого шарика $M_1=216$ г, второго $M_2=96$ г. Данная конструкция скользит по идеально гладкой, горизонтальной поверхности со скоростью $V_0=0.4$ м/с по направлению вдоль оси, соединяющей центры шариков (см. рисунок). Первый шарик абсолютно упруго ударяется о закреплённую вертикальную стену, перпендикулярную направлению движения шариков. Определите:

- 1) Через какой минимальный промежуток времени T_x после удара первого шарика о стену расстояние между шариками будет минимально.
- 2) На каком расстоянии S_1 от стены будет находиться центр первого шарика спустя $t_1=0.81$ с после удара.
- 3) Какой потенциальной энергией E_p будет обладать система в этот момент времени.
- 4) Какой скоростью относительно земли V_1 будет обладать первый шарик в момент времени $t_2=0.99$ с после удара.

Действием силы сопротивления воздуха можно пренебречь, длина пружинки достаточна для того, чтобы колебания шариков были гармоническими, число π считайте равным 3.1416. В ответ значения времени, расстояния и потенциальной энергии вводите с точностью до десятых, скорости - с точностью до сотых.

Введите ответ:

$T_x = \underline{\quad}$ мс **Ответ:** 64.03 ± 0.11 мс

$S_1 = \underline{\quad}$ см **Ответ:** 17.41 ± 0.11 см

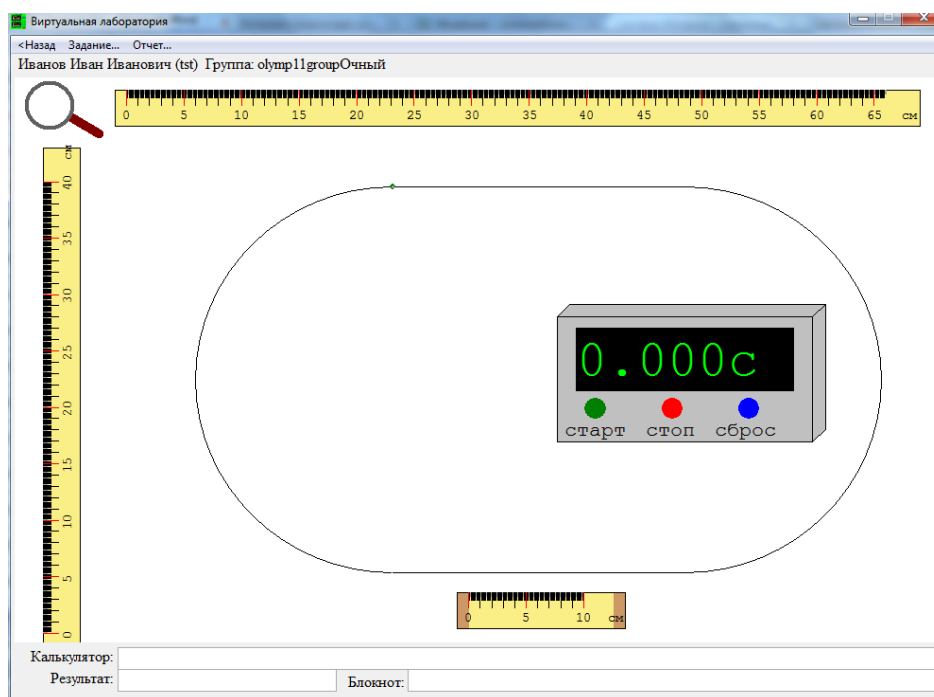
$E_p = \underline{\quad}$ мДж **Ответ:** 15.48 ± 0.11 мДж

$V_1 = \underline{\quad}$ м/с **Ответ:** 0.317 ± 0.011 м/с

11 класс задание 7. Модель: Сверхточное измерение средней скорости и времени движения (25 баллов)

Трасса, по которой движется радиоуправляемая модель автомобиля, состоит из двух линейных участков и двух полукружностей одинакового радиуса. В момент старта автомобиль находится в начале одного из линейных участков. Положение автомобиля на модельной трассе помечается светящимся кружком (его центром). Движение автомобиля можно начинать запуском таймера и останавливать остановкой таймера. При движении автомобиль сохраняет одно и то же значение скорости v . Точкой **A** обозначим начальное положение модели автомобиля, точкой **B** - его позицию через $t_1=8.751$ секунд после старта, она находится на дуге одной из полукружностей. Определите :

- с точностью до сотых длину L одного линейного участка трассы;
- с точностью до тысячных величину v **путевой скорости** - отношение пройденного моделью пути ко времени движения;
- с точностью до тысячных **модуль v_1 средней скорости** (как векторной величины) движения модели автомобиля от точки **A** до точки **B** на первом круге - отношение расстояния **AB** к времени движения от точки **A** к точке **B**;
- с точностью до сотых **модуль v_n средней скорости** (как векторной величины) **в микронах в секунду** модели за время от начала движения от точки **A** до достижения точки **B** на круге с номером $n=246$;
- с точностью до сотых **время t_2** движения на первом круге от точки **B** до точки **C**, расположенной зеркально симметрично точке **B** относительно прямой, проходящей через центры линейных участков трассы.



Линейку с окрашенными концами можно вращать, взявшись за окрашенный конец.

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

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

Название	Ответ
Длина L (см)	25.4 ± 0.025
Скорость v (см/с)	6.77 ± 0.005
Скорость v_1 (см/с)	5.432 ± 0.012
Скорость v_n (мкм/с)	82.9 ± 0.2
Время t_2 (с)	9.62 ± 0.08