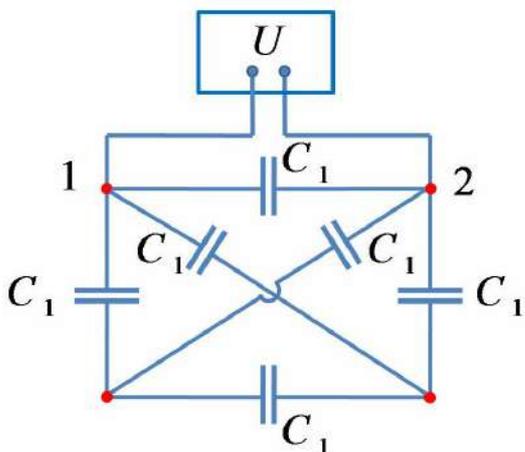


11 класс, заключительный (очный) тур

Задание 1. Олимпиада, задача: Конденсаторы на плате с контактами (20 баллов)



На непроводящей плате размещены $N = 15$ контактов. Между каждой парой контактов включён конденсатор ёмкостью $C_1 = 20$ мкФ. На два контакта (назовём их для определённости 1 и 2) подали от источника напряжение $U = 350$ В. На рисунке для примера показана схема для $N = 4$. Определите:

1. Эквивалентную ёмкость схемы (C).
2. Число незаряженных конденсаторов в схеме (Z).
3. Минимальное число конденсаторов ёмкостью C_1 , необходимое для получения другой схемы такой же ёмкости (N_{\min}).
4. Энергию всех заряженных конденсаторов (W),

если 5 контактов в схеме соединить проводниками (но ни к 1, ни ко 2 контакту дополнительные провода не подсоединять). Ответы, которые не являются целыми числами, вводите с точностью не хуже, чем до одного процента. Введите ответ:

$$C = \boxed{} \text{ мкФ}, (149.985 \pm 1.65)$$

$$\text{Число незаряженных конденсаторов } Z = \boxed{}, (78 \pm 0.078)$$

$$\text{Минимальное число конденсаторов } N_{\min} = \boxed{}, (9 \pm 0.009)$$

$$W = \boxed{} \text{ Дж}, (9.187 \pm 0.1)$$

Задание 2. Олимпиада, модель: Кипение жидкости (20 баллов)

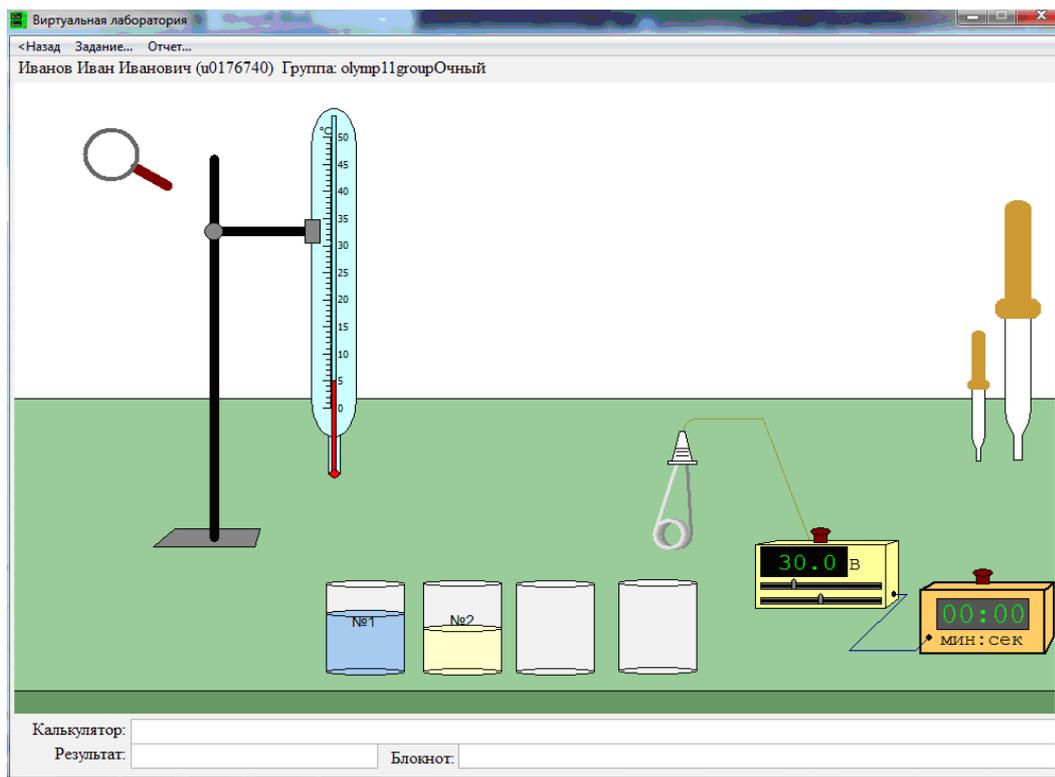
Имеется набор оборудования и два стакана с жидкостями одинаковой массы m . В стакане №1 находится вода (голубого цвета), ее удельная теплоемкость равна 4200 Дж/(кг·К), а плотность 1 г/см³. В стакане №2 находится неизвестная жидкость (желтого цвета). Сопротивление кипятильника $r = 4.8$ Ом. Определите:

- Температуру t кипения неизвестной жидкости - с точностью до десятых.
- Плотность ρ неизвестной жидкости - с точностью до сотых.
- Объём V_2 неизвестной жидкости - с точностью до десятых.
- Удельную теплоемкость C_2 неизвестной жидкости - с точностью до целых.

Занесите результаты в отчет и отошлите его на сервер.

Теплоемкостью стаканов и нагревателя и потерями тепла, а также теплообменом жидкостей с воздухом можно пренебречь, массой стаканов пренебрегать нельзя. 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.



Температура t	<input type="text"/> °C	89 ± 0.2
Плотность ρ	<input type="text"/> г/см ³	1.35 ± 0.01
Объём жидкости V_2	<input type="text"/> мл	96.3 ± 1
Теплоемкость жидкости C_2	<input type="text"/> Дж/(кг·К)	3010 ± 20

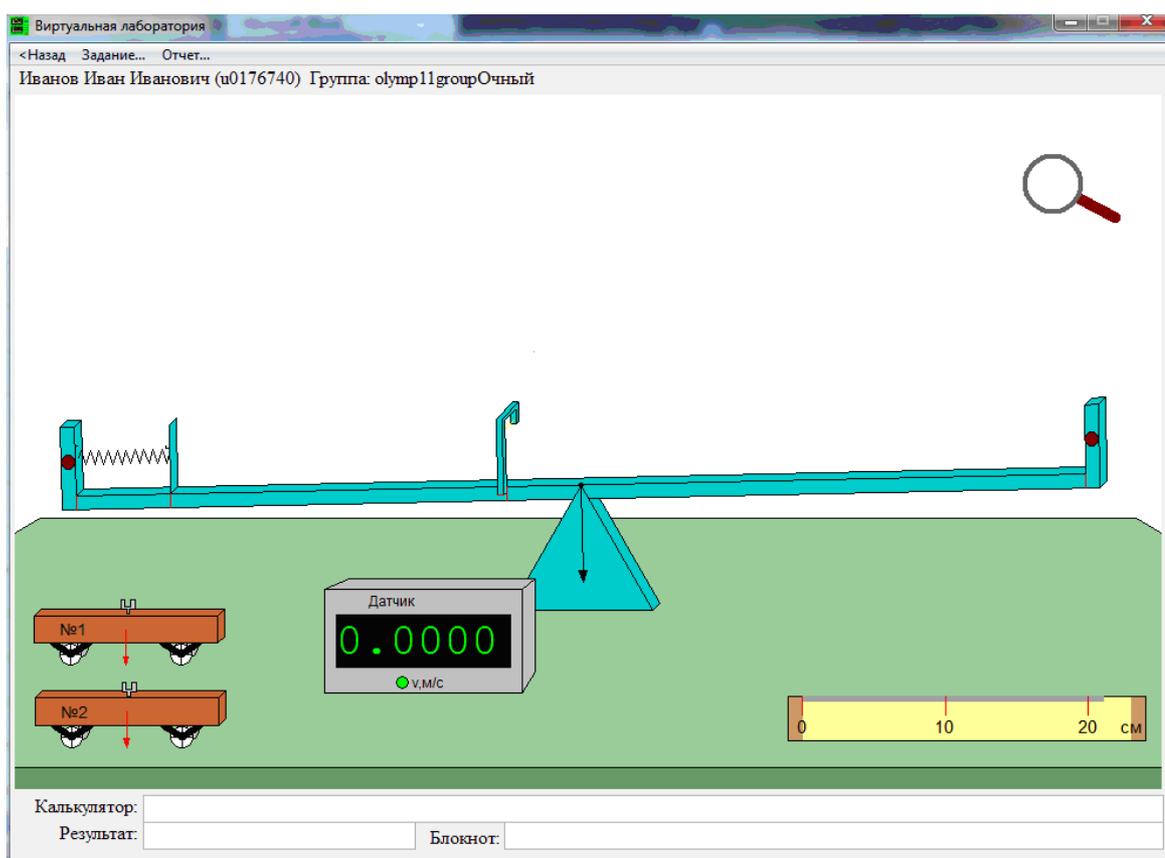
Задание 3. Олимпиада, модель: Движение тележек по наклонному рельсу (30 баллов)

Одна или две тележки могут быть установлены на рельс. Если установить тележку на левый или правый край рельса, включается электромагнит и удерживает её. При нажатии на красную кнопку около края рельса электромагнит отключается, и пружина выталкивает тележку с левого края рельса и отпускает с правого. Определите:

1. Ускорение a движения тележек по рельсу (м/с²).
2. Длину W_1 первой тележки (см).
3. Длину L рельса - расстояние между левой и правой стенками рельса (см).
4. Расстояние X между оптическими воротами и правым краем рельса (см).
5. Скорость V_1 движения первой тележки сразу после её выталкивания пружиной (см/с).
6. Длину W распрямленной пружины (см).

Занесите результаты в отчёт и отошлите его на сервер. Ускорение a необходимо найти с точностью до тысячных, остальные ответы - с точностью до десятых. Датчик времени начинает отсчёт в момент полного распрямления пружины. Пересечение луча оптических ворот регистрируется для центра тележки (отмечен красной стрелкой). Оптические ворота можно двигать. Их положение (координата пересечения луча) отсчитывается по вертикальной красной риске, находящейся около их основания. Увеличительное стекло позволяет просматривать в увеличенном масштабе любой выбранный участок экрана, после чего щелчок мышью в любом месте экрана возвращает первоначальный масштаб.

Задание возможно переделывать, но за повторные попытки начисляется до 6 штрафных баллов.



Ускорение a	<input type="text"/>	м/с ²	0.2234 ± 0.001
Длина первой тележки $W1$	<input type="text"/>	см	12.8 ± 0.2
Длина рельса L	<input type="text"/>	см	70.5 ± 0.75
Расстояние X от ворот до правой стенки	<input type="text"/>	см	40.44 ± 0.4
Скорость $V1$	<input type="text"/>	см/с	51.2 ± 1
Длина пружины W	<input type="text"/>	см	6.6 ± 0.1

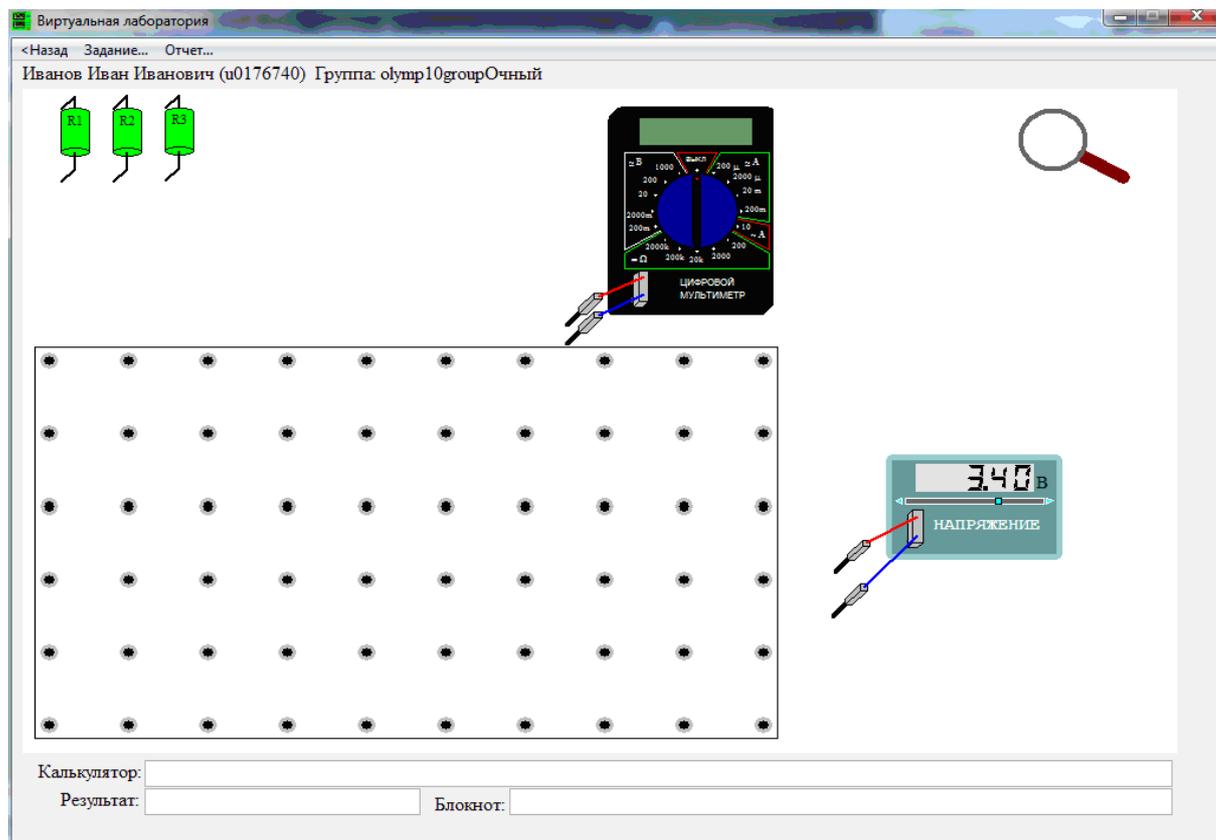
Задание 4. Олимпиада, модель: Токи в схеме с тремя резисторами без соединительных проводов (30 баллов)

Найдите:

- сопротивления резисторов $R1$, $R2$, $R3$;
- внутреннее сопротивление r источника напряжения;
- максимальный ток J_{\max} через источник напряжения, который можно получить в данной системе;
- ток J , который при этом будет идти через миллиамперметр.

Сопротивления найдите с точностью до десятых Ома, токи - с точностью до десятых мА. Элементы можно перетаскивать мышью и подключать к клеммам панели. Два штырька от приборов к одной клемме **подсоединять нельзя**. Напряжение источника постоянного тока регулируется перемещением его движка. Поворот не присоединенного к схеме резистора осуществляется щелчком по его ножке. Тип измеряемой величины и предел измерительной шкалы мультиметра меняется с помощью поворота ручки. Буква μ у диапазона мультиметра означает "микро", буква m - "милли". В данной работе измерение

сопротивлений в мультиметре отключено. Внутреннее сопротивление мультиметра в режиме вольтметра очень велико, а в режиме амперметра пренебрежимо мало. Задание возможно переделывать, но за повторные попытки начисляется до 6 штрафных баллов.



Сопротивление R1=	<input type="text"/> Ом	137 ± 0.5
Сопротивление R2=	<input type="text"/> Ом	110 ± 0.5
Сопротивление R3=	<input type="text"/> Ом	224 ± 1
Сопротивление r=	<input type="text"/> Ом	4.6 ± 0.25
Ток J _{max} =	<input type="text"/> мА	56.225 ± 0.25
Ток J =	<input type="text"/> мА	13.3 ± 0.2

Задание 5. Олимпиада, модель: Число молей газа в цилиндрах (20 баллов)

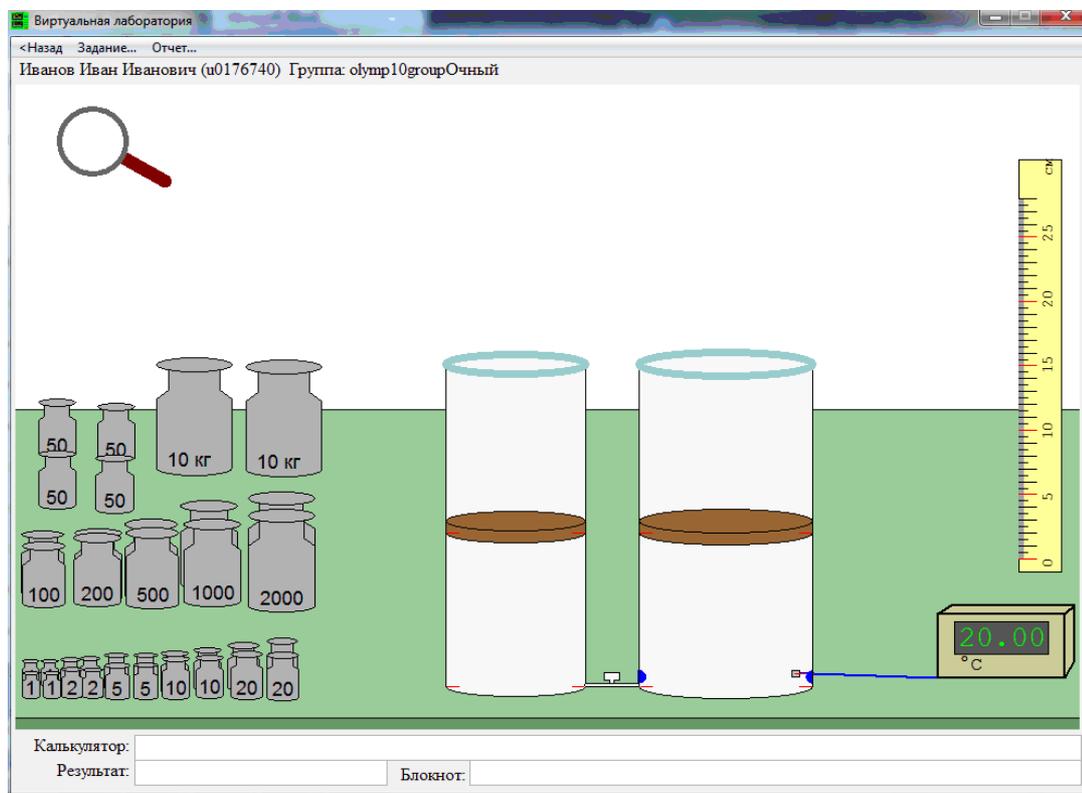
В цилиндрических цилиндрах с массивными поршнями содержится некоторый газ. Плотность материала поршней $\rho = 8.5 \text{ г/см}^3$.

Определите:

1. Отношение S_2/S_1 площади S_2 поперечного сечения правого поршня к площади S_1 поперечного сечения левого поршня - с точностью до десятитысячных.
2. Давление p_1 газа в цилиндрах, когда на поршни не поставлен груз - с точностью до тысячных.
3. Площадь S_2 поперечного сечения правого поршня - с точностью до десятых.
4. Количество молей газа, содержащегося в цилиндрах - с точностью до тысячных.

Числа на гирях указывают их массу в граммах. Ускорение свободного падения $g = 9.8 \text{ м/с}^2$, универсальная газовая постоянная $R = 8.31 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)}$, атмосферное давление

$p_0=101.00$ кПа, температура абсолютного нуля $T_0=-273.15$ °С. Уровни дна поршней и дна сосудов помечены красными рисками (видны под увеличительным стеклом). При измерениях можно пренебречь трением, объёмом газа в соединительной трубке между сосудами и изменением центра масс газа. Соединительную трубку между цилиндрами можно перекрывать. Задание разрешено переделывать, но за каждую повторную попытку начисляется до 4 штрафных баллов.



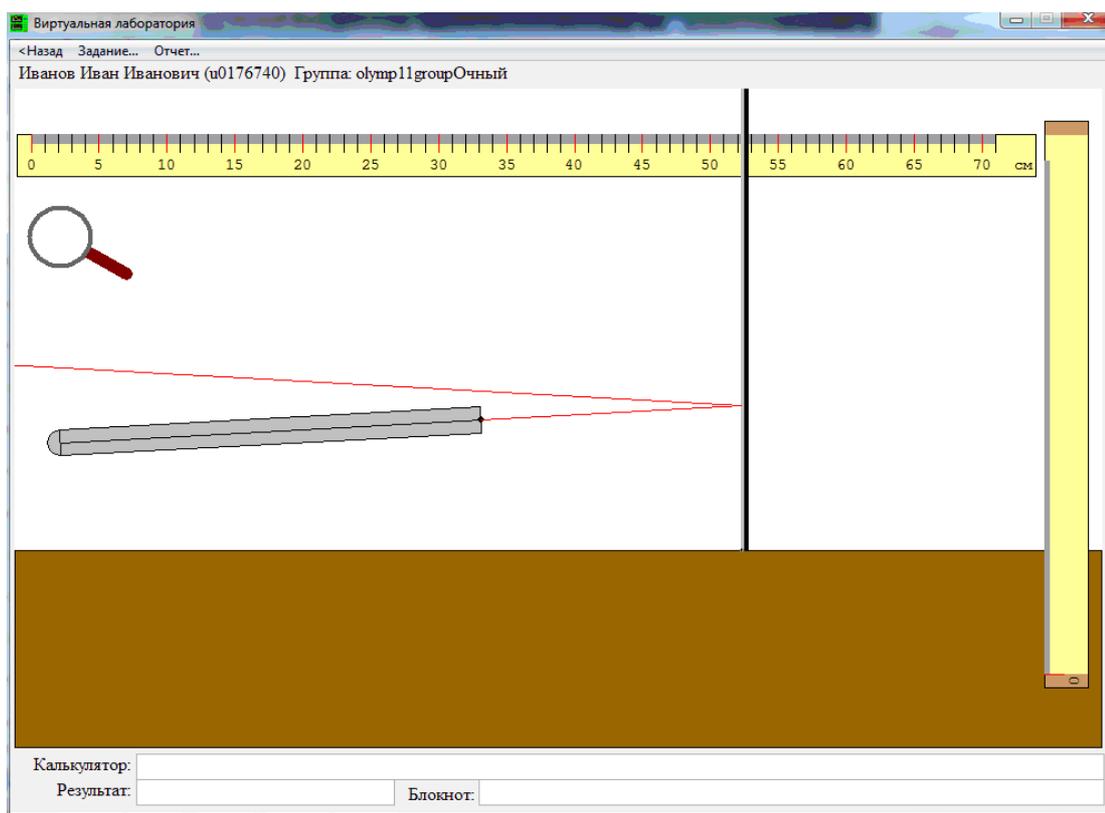
Параметр	Ответ	
Отношение S_2/S_1	<input type="text"/>	1.55 ± 0.0001
Давление p_1	<input type="text"/> кПа	101.7497 ± 0.001
Площадь S_2	<input type="text"/> см^2	134.22 ± 2.68
Количество молей газа	<input type="text"/>	0.109855 ± 0.0022

Задание 6. Олимпиада, модель: Лазер и зеркало (15 баллов)

Имеется лазер и зеркало, их можно вращать, и две линейки. На одной из линеек нет шкалы, её можно вращать.

1. На какой высоте h от поверхности земли находится точка выхода луча из лазера? (ответ вводить с точностью до сотых).
2. При некоторых углах наклона лазера и зеркала отраженный от зеркала луч может пройти по той же траектории, что и исходящий из лазера, и его продолжение пройдет через показывающийся на экране левый верхний край поверхности земли. На какой высоте H от поверхности земли при этом находится точка отражения луча от поверхности зеркала? (ответ вводить с точностью до сотых).
3. При каком угле α наклона лазера относительно горизонта это произойдёт? (ответ вводить с точностью до тысячных радиана).

Задание разрешено переделывать, но за каждую повторную попытку начисляется до 3 штрафных баллов.



Параметр	Ответ	
Высота h выхода лазера	<input type="text"/> см	9.9 ± 0.12
Высота H точки отражения	<input type="text"/> см	14.256 ± 0.12
Угол наклона α	<input type="text"/> рад	0.281 ± 0.002