

«Интернет-олимпиада школьников по физике» за 2023/2024 учебный год

8 класс, заключительный (очный) тур

Задание 1. Олимпиада, задача: Плавление льда (15 баллов)

В теплоизолированный сосуд вмонтирована нагревательная спираль. Заполнив часть сосуда водой при температуре $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, включают нагреватель. Для того, чтобы вода прогревалась равномерно, её перемешивают. Температура воды в сосуде начинает возрастать со скоростью $\Delta T_1/\Delta t = 1.02\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{с}$.

Спустя некоторое время t_1 в сосуд начинают добавлять маленькими порциями таящий лёд, причём делают это с такой скоростью, что температура воды в сосуде остаётся постоянной во время добавления льда. Всего за время $t = 84.4\text{ с}$ добавили $m = 272\text{ г}$ льда. Оказалось, что после этого вода в сосуде стала нагреваться со скоростью $\Delta T_2/\Delta t = 0.6\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{с}$.

Удельная теплоёмкость воды $c = 4.2\text{ Дж}/(\text{г}\cdot\text{К})$, удельная теплота плавления льда $\lambda = 340\text{ Дж}/\text{г}$.

Определите:

- 1) Мощность P нагревателя.
 - 2) Начальную массу m_1 воды в сосуде.
 - 3) В течение какого интервала времени t_1 нагревали сосуд до того как начали добавлять лёд.
- Ответы вводите с точностью не хуже, чем до трёх десятых процента. Потерями энергии на нагревание стенок сосуда можно пренебречь.

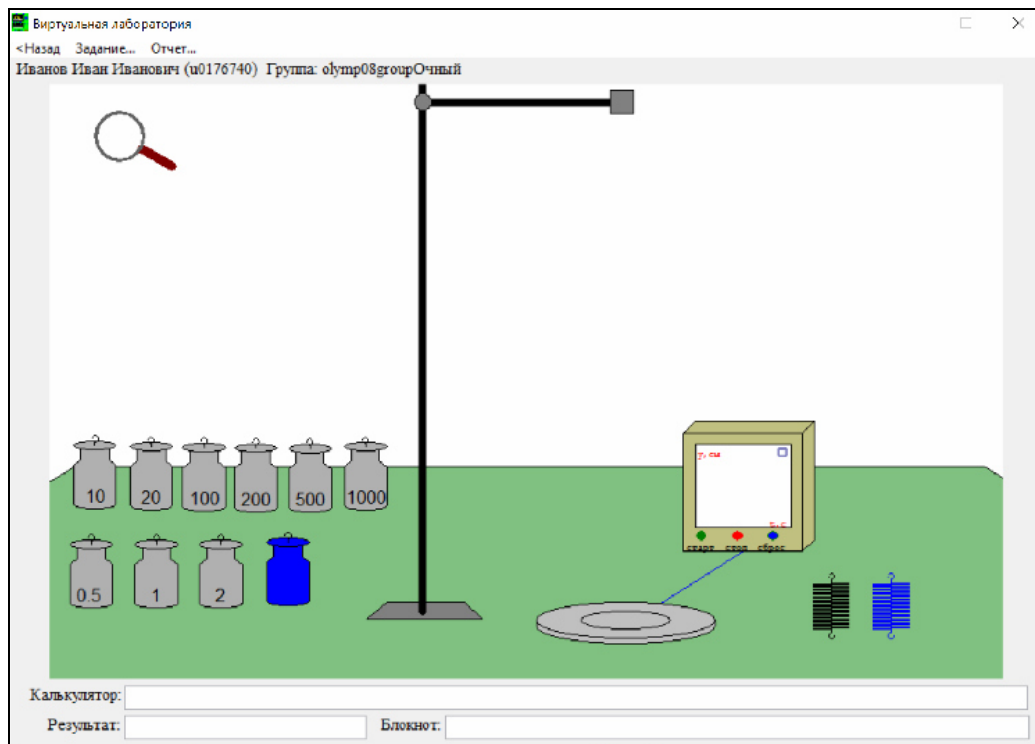
Введите ответ:

$$P = \boxed{} \text{ Вт, } (1664.64 \pm 6.66)$$

$$m_1 = \boxed{} \text{ г, } (388.57 \pm 1.55)$$

$$t_1 = \boxed{} \text{ с, } (41.186 \pm 0.247)$$

Задание 2. Олимпиада, модель: Линейная и нелинейная пружина (30 баллов)



Имеется: неподписанная синяя гиря неизвестной массы; чёрная невесомая обычная пружина, у которой возвращающая сила при отклонении x от недеформированного состояния пружины

$$F_1 = -k_1 \cdot x,$$

синяя нелинейная пружина, у которой возвращающая сила при отклонении x от недеформированного состояния пружины

$$F_2 = -k_1 \cdot x - k_2 \cdot x^2,$$

штатив, в **лапку которого** (зажим) можно закреплять пружину, а к ней - подвешивать гирю; прибор с датчиком координаты. Также имеются гири различной массы, масса гирь указана в граммах. Определите:

- Коэффициент упругости пружины k_1 .
- Коэффициент нелинейности пружины k_2 .
- Величину X_1 упругой деформации черной пружины в состоянии равновесия после подвешивания на неё синей гири.
- Массу M синей гири.
- Энергию E (в миллиДжоулях) упругой деформации черной пружины в состоянии равновесия после подвешивания на неё синей гири.
- Работу A (в миллиДжоулях), которую совершит сила тяжести, если из этого состояния равновесия снять синюю гирю с крючка, поставить на стол, сменить

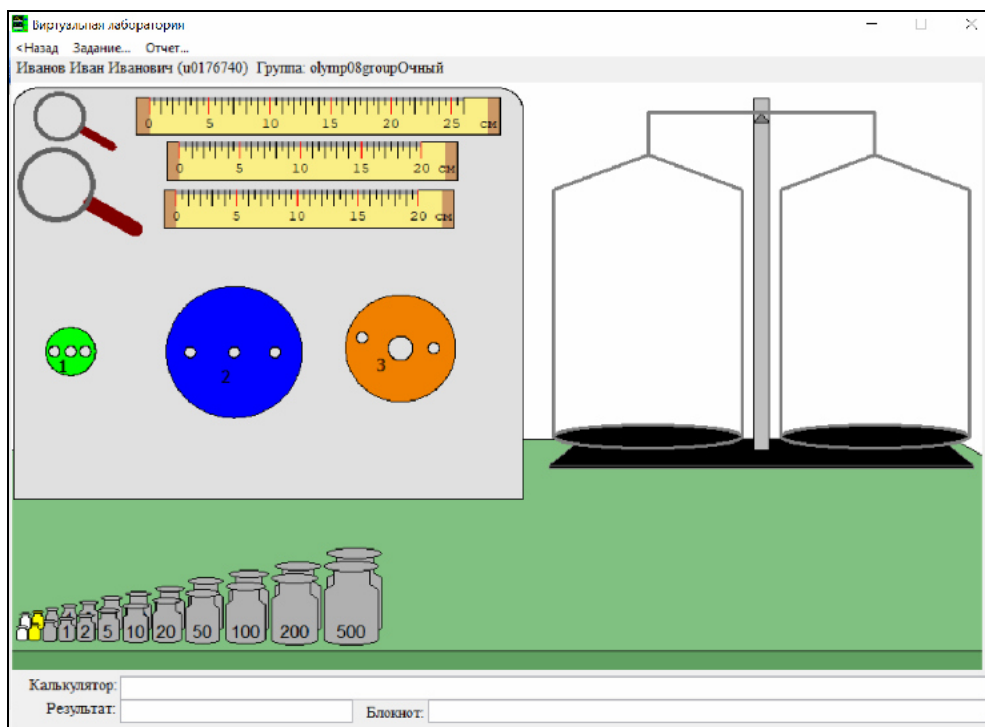
черную пружину на синюю и повесить синюю гирю на синюю пружину в состояние равновесия получившейся системы.

k_1 и X_1 определите с точностью до сотых, остальные величины - с точностью до десятых, и отошлите результаты на сервер. Ускорение свободного падения $g=9.8 \text{ м/с}^2$.

Экран прибора с датчиком координаты можно увеличивать с помощью лупы или значка максимизатора, находящегося в правом верхнем углу экрана прибора. Участок графика можно увеличивать движением мыши слева направо сверху вниз, в том числе несколько раз. Движение мыши справа налево снизу вверх восстанавливает первоначальный масштаб. С помощью меню, вызываемого правой кнопкой мыши, можно переходить к предыдущим масштабам и обратно.

Коэффициент k_1	<input type="text"/>	Н/м	18.5 ± 0.05
Коэффициент k_2	<input type="text"/>	Н/м ²	69 ± 0.4
Деформация X_1	<input type="text"/>	см	19.864 ± 0.08
Масса М	<input type="text"/>	г	375 ± 1.5
Энергия Е	<input type="text"/>	мДж	365 ± 2.5
Работа А	<input type="text"/>	мДж	-241.75 ± 2.5

Задание 3. Олимпиада, модель: Диаметры и площади плоских тел (25 баллов)



Имеются тела разной формы одинаковой небольшой толщины и плотности материала. Будем считать их плоскими. В этих телах имеются круговые отверстия. В теле №1 имеется три

одинаковых отверстия, в других телах размеры отверстий могут отличаться.

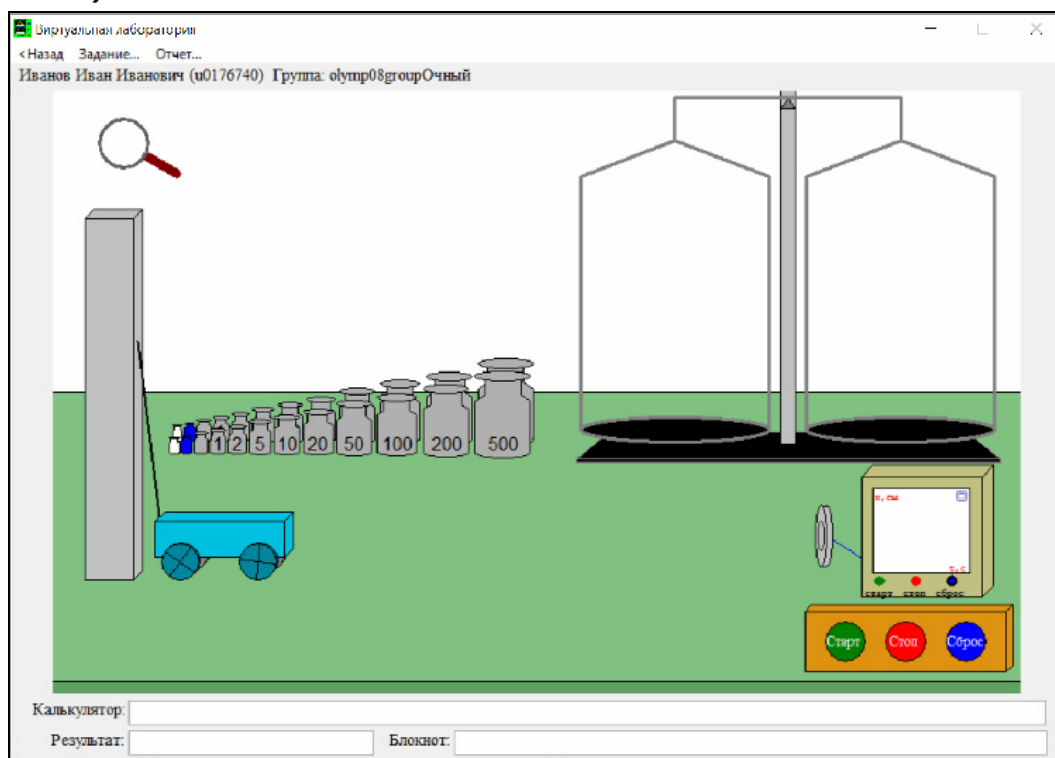
Определите:

- Диаметр $D1$ первого тела.
- Диаметр $D2$ второго тела.
- Площадь s одного отверстия в теле №1.
- Масса m , которая была удалена из тела при создании этого отверстия.
- Диаметр $d3$ большого отверстия в теле №3.

Ответы найдите с максимальной возможной точностью и отошлите результаты на сервер. Масса подписанных гирь указана в граммах. Число $\pi=3.1416$. Увеличительное стекло работает только в случае, если ни одна из линеек не перекрывает область ни одного из плоских тел. В режиме увеличения под лупой щелчок мышью вне области тела или линейки возвращает нормальный масштаб.

Диаметр $D1$	<input type="text"/> см	4.1 ± 0.01
Диаметр $D2$	<input type="text"/> см	11.2 ± 0.01
Площадь s	<input type="text"/> см ²	0.672 ± 0.04
Масса m	<input type="text"/> г	2.016 ± 0.04
Диаметр $d3$	<input type="text"/> см	2.045 ± 0.01

Задание 4. Олимпиада, модель: Машинка с подвижным стержнем (35 баллов)



Имеется: радиоуправляемая машинка с прикрепленным к ней массивным тонким стержнем, которая стоит недалеко от стенки; пульт управления этой машинкой, позволяющий отключать и включать у машинки тормоза и возвращать её в первоначальное состояние; эхолот с подключенным к нему прибором индикации; весы с набором гирь. Масса машинки $M=51$ г. Трение в системе при выключенных тормозах отсутствует. Определите:

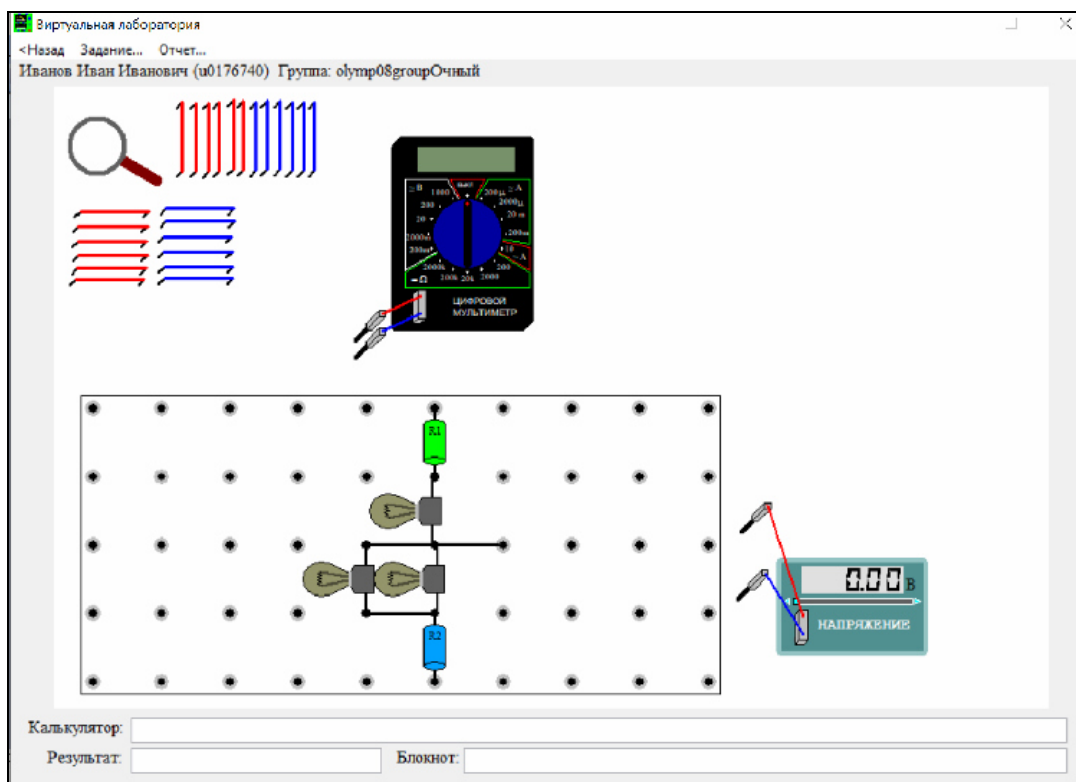
- Массу m стержня, прикрепленного к машинке.
- Длину L стержня.
- Линейную плотность ρ (массу на единицу длины) стержня.
- Первоначальное расстояние D от стенки до задней части машинки.
- Длину W машинки.
- Энергию E машинки со стержнем, перешедшую из потенциальной в тепловую, если сначала машинка стояла почти вплотную к стенке, так что стержень можно было считать стоящим вертикально, а затем после старта начала двигаться и в итоге остановилась из-за автоматического включения тормозов около датчика эхолота.
- Значение h понижения центра масс машинки со стержнем при этом.

Ответы найдите с максимальной возможной точностью и отошлите результаты на сервер. Кнопка **Сброс** пульта управления возвращает машинку в первоначальное состояние, которое было при заходе в модель. Масса подписанных гирь указана в граммах. Ускорение свободного падения $g=9.8$ м/с². Толщиной стержня пренебречь.

Экран прибора с датчиком координаты можно увеличивать с помощью лупы или значка максимизатора, находящегося в правом верхнем углу экрана прибора. Участок графика можно увеличивать движением мыши слева направо сверху вниз, в том числе несколько раз. Движение мыши справа налево снизу вверх восстанавливает первоначальный масштаб. С помощью меню, вызываемого правой кнопкой мыши, можно переходить к предыдущим масштабам и обратно.

Масса m стержня	<input type="text"/> г	9.198 ± 0.06
Длина L стержня	<input type="text"/> см	14.7 ± 0.03
Линейная плотность	<input type="text"/> г/см	0.6256 ± 0.008
Расстояние D	<input type="text"/> см	1.821 ± 0.03
Длина W машинки	<input type="text"/> см	10.701 ± 0.03
Энергия E	<input type="text"/> мДж	6.624 ± 0.08
Понижение h центра масс	<input type="text"/> см	1.123 ± 0.01

Задание 5. Олимпиада, модель: Лампочки и резисторы (15 баллов)



Имеется цепь из соединённых резистора R_1 , резистора $R_2 = 2 \cdot R_1$ и трех одинаковых лампочек, в которой можно подсоединяться только к внешним клеммам. Сопротивления лампочек не зависят от протекающего через них тока. Напряжение источника можно менять в большом диапазоне с помощью движка и с небольшими шагами с помощью маленьких треугольников по бокам движка.

Найдите чему равны:

- сопротивление r одной лампочки;
- сопротивление резистора R_1 ;
- напряжение V_{\max} на лампочке, при котором она перегорает.

Соберите для этого необходимые электрические схемы, проведите измерения и выполните расчеты. Ответы вводите с точностью не хуже чем до десятых процента. Занесите результаты в отчёт и отошлите его на сервер.

Начальное состояние системы можно восстановить, выйдя из задания и зайдя в него снова. За это не назначаются штрафные баллы, и все параметры элементов остаются прежними, но при отсылке отчёта обязательно заново заполнять все поля для отсылки на сервер, даже если часть ответов уже была зачтена.

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.

Элементы можно перетаскивать мышью и подключать к клеммам панели. К клеммам можно подсоединять мультиметр и провода, имеющие практически нулевое сопротивление.

Сопротивление r лампочки	<input type="text"/> Ом	53.2 ± 0.27
Сопротивление R1	<input type="text"/> Ом	28.3 ± 0.1
Напряжение перегорания V_{max}	<input type="text"/> В	3.72 ± 0.01