

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

### 9 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:

$$P = \boxed{\phantom{0000}} \text{ Вт, } (1664.64 \pm 6.66)$$

$$m_1 = \boxed{\phantom{0000}} \text{ г, } (388.57 \pm 1.55)$$

$$t_1 = \boxed{\phantom{0000}} \text{ с, } (41.186 \pm 0.247)$$

#### Задание 2. Олимпиада, модель: Грузы на линейной и нелинейной пружинах (35 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

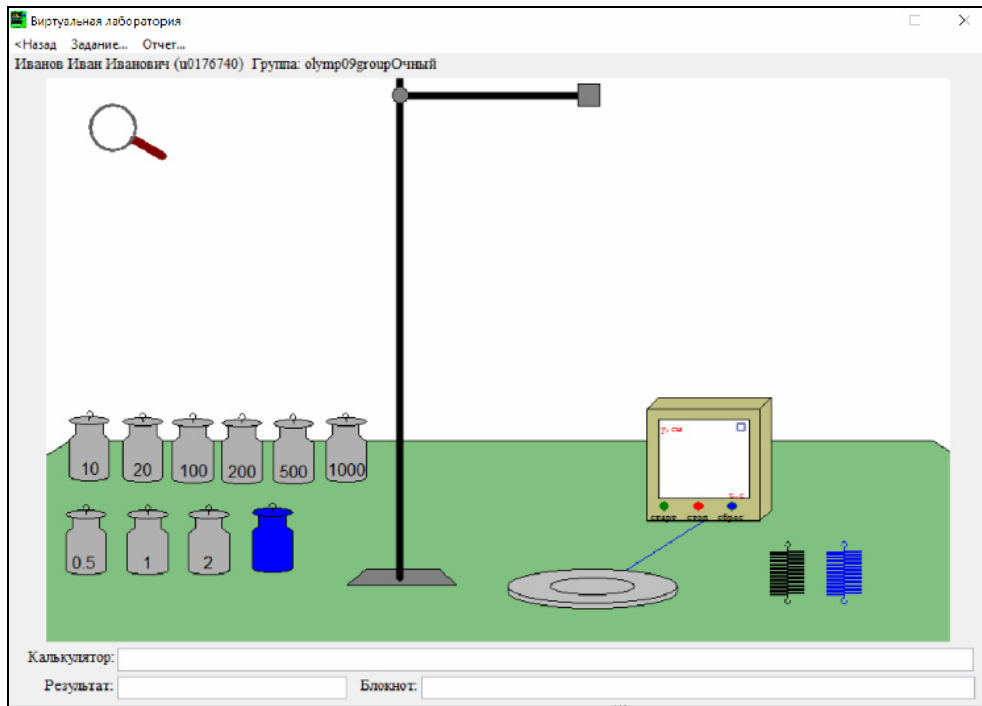
$$F_2 = -k_1 \cdot x - k_2 \cdot x^2,$$

штатив, в лапку которого (зажим) можно закреплять пружину, а к ней - подвешивать гирию; 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 гирию с крючка, поставить на стол, сменить черную пружину на синюю и повесить синюю гирию на синюю пружину в состояние равновесия получившейся системы.
- Частоту  $f$  малых колебаний синей гири на синей пружине около положения равновесия.

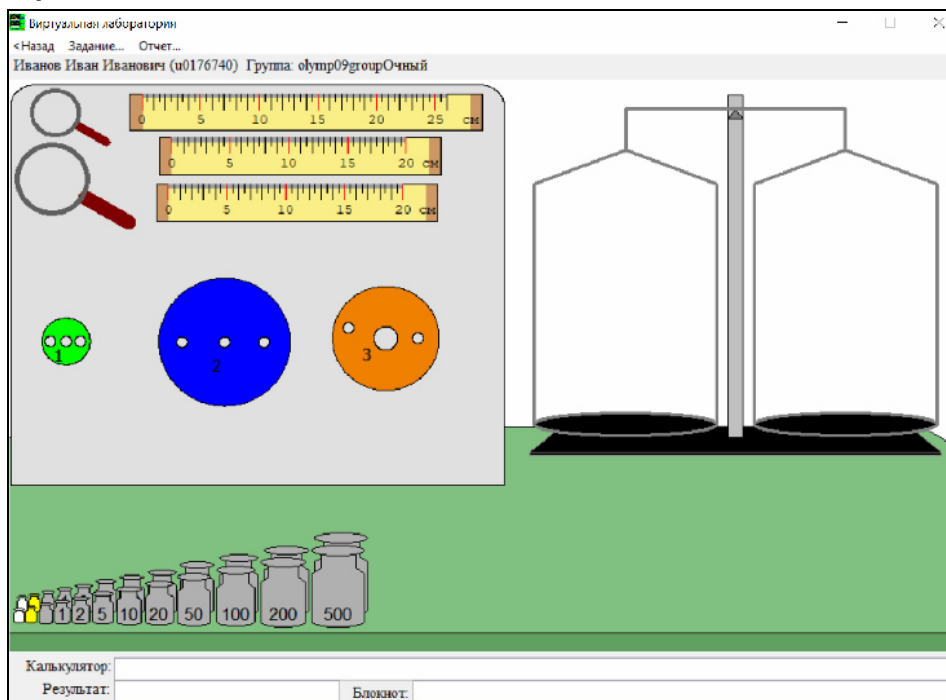
$k_1$  и  $X_1$  определите с точностью до сотых,  $f$  - с точностью до тысячных, остальные величины - с точностью до десятых, и отошлите результаты на сервер. Ускорение свободного падения  $g=9.8 \text{ м/с}^2$ , число  $\pi=3.1416$ .

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 $k_1$		Н/м	$17.4 \pm 0.05$
Коэффициент $k_2$		Н/м <sup>2</sup>	$74 \pm 0.4$
Деформация $X_1$		см	$21.12 \pm 0.08$
Масса $M$		г	$375 \pm 1.5$
Энергия $E$		мДж	$388 \pm 2.5$
Работа $A$		мДж	$-282.25 \pm 2.5$
Частота $f$		Гц	$1.587 \pm 0.005$

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



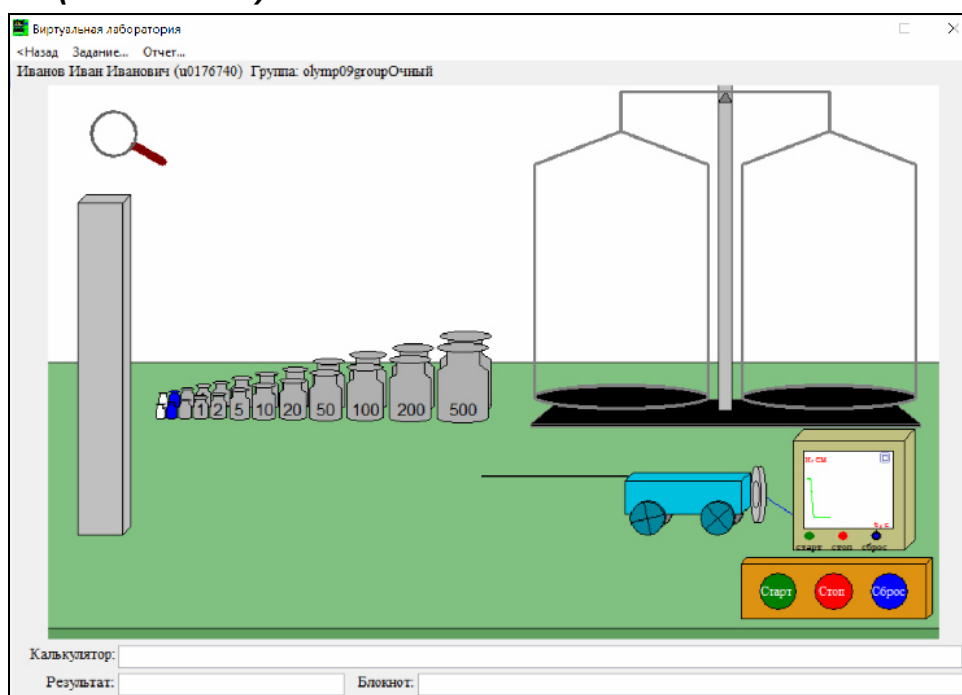
Имеются тела разной формы одинаковой небольшой толщины и плотности материала. Будем считать их плоскими. В этих телах имеются круговые отверстия. В теле №1 имеется три одинаковых отверстия, в других телах размеры отверстий могут отличаться. Определите:

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

#### **Задание 4. Олимпиада, модель: Движение машинки 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  $M=62$  г. Трение в системе при выключенных тормозах отсутствует. Определите:

- Массу  $m$  стержня, прикрепленного к машинке.
- Длину  $L$  стержня.
- Первоначальное расстояние  $D$  от стенки до задней части машинки.
- Высоту  $H$ , на которой первоначально находится верхний конец стержня над его нижним концом.
- 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/с<sup>2</sup>. Толщиной стержня пренебречь.

Масса $m$ стержня	<input type="text"/> г	$12.402 \pm 0.06$
Длина $L$ стержня	<input type="text"/> см	$13.2 \pm 0.03$
Расстояние $D$	<input type="text"/> см	$2.46 \pm 0.03$
Высота $H$	<input type="text"/> см	$12.968 \pm 0.04$
Длина $W$ машинки	<input type="text"/> см	$10.5 \pm 0.03$
Энергия $E$	<input type="text"/> мДж	$8.024 \pm 0.08$
Понижение $h$ центра масс	<input type="text"/> см	$1.1 \pm 0.01$

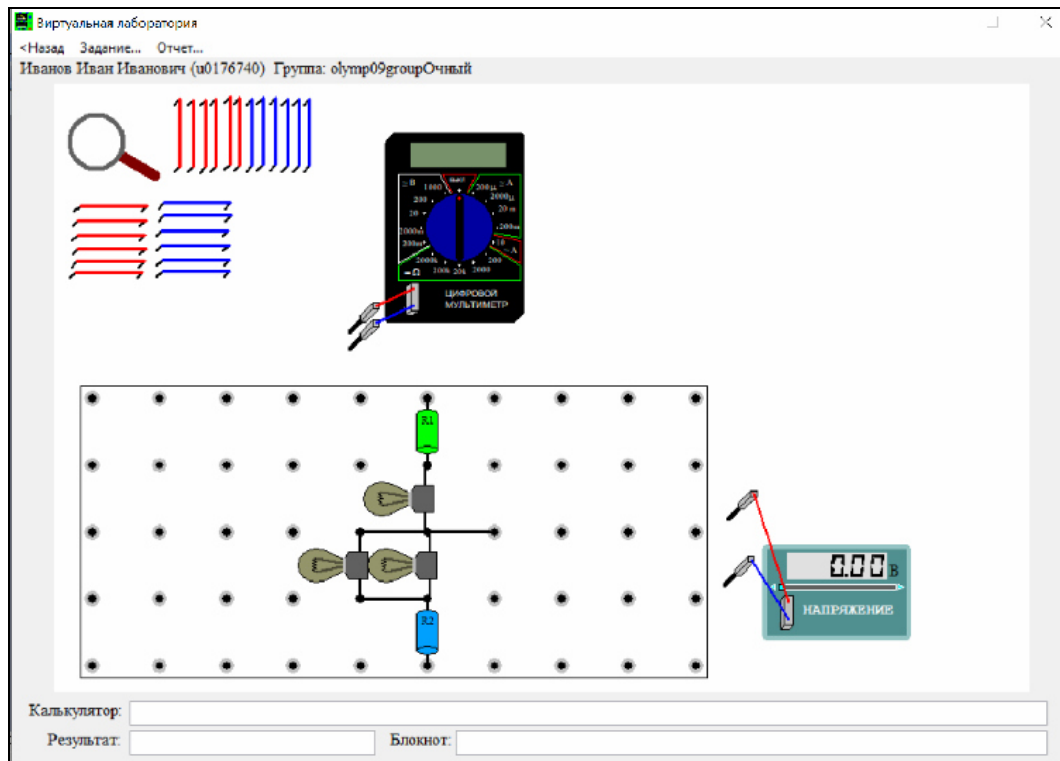
### **Задание 5. Олимпиада, модель: Лампочки и резисторы (15 баллов)**

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  $R1$ ;
- 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.



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