

О заданиях итогового (очного) тура 2015/2016 учебного года

Особенностью олимпиады являются задания на основе моделей виртуальных лабораторий. В моделях задание состояло из нескольких частей: в моделируемой системе с помощью предоставленных инструментов требовалось измерить различные физические величины. При этом полное выполнение задания требовало очень сложных последовательностей действий и измерений, причём результат можно было получать самыми различными путями (последовательность правильных действий была недетерминированной, как в реальном эксперименте).

Для каждого участника генерировался *индивидуальный набор данных и соответствующих им ответов*, ответы проверялись автоматически со стороны сервера. Поэтому в дальнейших примерах приводится **по одному из огромного числа предлагавшихся участникам вариантов**. В случае неправильного или частично правильного ответа разрешались повторные отсылки исправленных результатов на сервер, но со *штрафными баллами*.

В моделях ответы сами по себе не имеют смысла – но их можно получить только в результате выполнения последовательности действий и измерений, причём в большинстве моделей – весьма нетривиальных, требующих творческого подхода. При этом, как правило, обеспечивается несколько разных вариантов решения проблемы, при наличии избыточного количества имеющихся инструментов и недетерминированной последовательности действий.

Сложность заданий рассчитывалась по процентам выполнения задания как отношение суммы набранных участниками баллов за задание к максимально возможной сумме баллов за выполнение задания участниками (если бы все они получили за задание максимальный балл).

Сложность заданий является характеристикой, зависящей от способностей участников. Для “сильного” состава участников задания, являющиеся очень сложными для обычных школьников, окажутся средней или низкой сложности.

Анализ результатов участников заключительного тура всероссийской олимпиады по физике, участвовавших в очном туре интернет-олимпиады, показал, что баллы, набранные на очном туре интернет-олимпиады, в 2015 году либо примерно соответствуют баллам заключительного этапа всероссийской олимпиады, либо превышают их. Во всех моделях наиболее сложные части заданий (им соответствует правый столбец на гистограмме) по сложности были уровня международной олимпиады. Самое простое задание олимпиады

для 11 класса (Тело скользит по хорде полусферы, часть 1) по оценке имела сложность, соответствующую самым сложным заданиям ЕГЭ.

В олимпиаде присутствовали теоретические задания, однако имеется много олимпиад, проверяющих теоретические способности учащихся. Поэтому в интернет-олимпиаде основное внимание уделялось **проверке способности практического использования имеющихся знаний при проведении эксперимента** (виртуального, но по возможности копирующего современный реальный эксперимент, использующий компьютерное управление и цифровые измерительные приборы).

Таким образом, *олимпиада проверяет способности в том диапазоне сложности, который не проверяется ЕГЭ, и проверяет умения в области экспериментальной деятельности, которые также не проверяются ЕГЭ – и в редких случаях проверяется в олимпиадах РСОШ.*

О заданиях для 9 класса

№	Задание	Процент выполнения участниками	Сложность
1	Олимпиада, задача - Коэффициент трения шара о поверхность (10 баллов)	31%	средняя
2	Олимпиада, задача: Сложный подвес (15 баллов)	5.5%	очень высокая
3	Олимпиада, задача: Конус в сосуде с водой (15 баллов)	8%	очень высокая
4	Олимпиада, модель - Заряженные шарики и датчик напряженности электрического поля (15 баллов)	9%	высокая
5	Олимпиада, модель: Цепь из четырех резисторов (20 баллов)	9%	высокая
6	Олимпиада, модель: Наклонный и вертикальный колодец (15 баллов)	8%	очень высокая
7	Олимпиада, модель - Пружинные маятники (20 баллов)	12%	высокая

9 класс, заключительный (очный) тур

Задание 1. Олимпиада, задача: Коэффициент трения шара о поверхность (10 баллов)

Шар массой 97 кг тянут за прикрепленную к нему верёвку сначала по ровной шершавой поверхности с силой $F_1=120$ Н, направленной под углом $\alpha=21^\circ$ к горизонту так, что он при этом движется с постоянной скоростью. Затем его тянут вверх по наклонной плоскости с постоянной скоростью с некоторой силой F_2 , направленной под таким же углом α к этой плоскости. Плоскость наклонена под углом $\beta=8.5^\circ$ к горизонту и состоит из того же материала, что и горизонтальная поверхность. Значение ускорения свободного падения считайте равным $g=9.8$ м/с².
Определите:

- коэффициент трения k шара о горизонтальную поверхность (с точностью до тысячных);
- значение силы F_2 (с точностью до десятых).

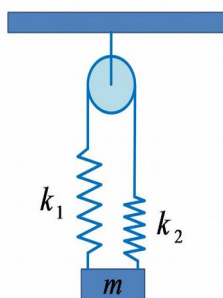
Задание можно переделывать, но за каждую повторную отсылку на сервер назначается до 2 штрафных баллов.

Введите ответ:

Коэффициент трения $k =$ (0.1234 ± 0.002)

Сила $F_2 =$ $\text{Н} (262.4 \pm 0.8)$

Задание 2. Олимпиада, задача: Сложный подвес (15 баллов)



К небольшому грузу массой $m=2.9$ кг прикреплены близко друг к другу две пружины, жёсткостью $K_1=136$ Н/м и $K_2=800$ Н/м. Пружины соединены невесомой, нерастяжимой нитью, перекинутой через невесомый блок. Груз отклоняют на $X=23$ см вниз. В процессе колебаний пружины не задевают блока.

Определите:

- 1) Коэффициент жёсткости пружины K , заменив которой подвес, можно получить тот же период колебаний.
- 2) Энергию колебаний E .
- 3) Максимальную скорость груза V .

Ответы вводите с точностью до десятых.

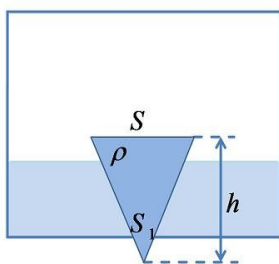
Введите ответ:

Коэффициент жёсткости пружины $K =$ $\text{Н/м} (464.959 \pm 0.11)$

Энергия колебаний груза $E =$ $\text{Дж} (12.298 \pm 0.11)$

Максимальная скорость груза $V =$ $\text{м/с} (2.915 \pm 0.11)$

Задание 3. Олимпиада, задача: Конус в сосуде с водой (15 баллов)



В горизонтальном дне сосуда имеется круглое отверстие площадью $S_1 = 4.3$ см². Его закрыли расположенным вверх конусом высотой $h = 24$ см и с площадью основания $S = 21$ см², изготовленным из материала плотностью $\rho = 1840$ кг/м³.

После этого сосуд стали заполнять водой. Плотность воды равна 1000 кг/м³. Объём конуса равен $h \cdot S / 3$. Определите:

- 1) До какого уровня L нужно налить воду в сосуд, чтобы давление конуса на дно было минимальным?
- 2) Какой будет минимальная сила F давления конуса на дно сосуда в процессе заполнения его водой?

3) Минимальную плотность жидкости ρ_1 , наливая которую в сосуд можно добиться, чтобы конус приподнялся и жидкость стала выливаться в отверстие.

В ответ значение плотности вводите с точностью до целых, остальные величины с точностью до десятых. Ускорение свободного падения $g = 9.8$ м/с².

Введите ответ:

Уровень воды в сосуде, при котором сила давления конуса на дно минимальна,

$L =$ $\text{см.} (13.145 \pm 0.11)$

Минимальная сила давления конуса на дно сосуда

$F =$ $\text{Н} (2.09 \pm 0.11)$.

Минимальная плотность жидкости, которую нужно доливать в сосуд, чтобы конус всплыл,

$\rho_1 =$ $\text{кг/м}^3. (3222.2 \pm 2)$

Задание 4. Олимпиада, модель - Заряженные шарики и датчик напряженности электрического поля (15 баллов)

Имеется рельс, линейка, два маленьких проводящих шарика - №1 и №2 (в правом нижнем углу), и высоковольтный блок питания: потенциал на его верхней клемме равен $V_1=28.3$ кВ, а на средней - некоторому значению V_2 . Кроме того, имеется датчик напряженности электрического поля, реагирующий только на величину поля в его центре, но не на направление этого поля. Он закреплён на подставке, находящейся в правой части рельса и показан маленьким красным кружком.

Диаметр шарика №1 $d_1=1$ см.

Шарики можно заряжать, прикоснувшись к клеммам высоковольтного блока питания, разряжать, прикоснувшись к клемме "Земля", а также устанавливать на подставку, находящуюся в левой части рельса.

Подставки можно перемещать по рельсу, линейку можно перемещать мышью, но нельзя вращать.

Определите:

- диаметр d_2 шарика №2;
- напряжение V_2 ;
- высоту h , на которой находится центр датчика по сравнению с верхом подставки для шариков.

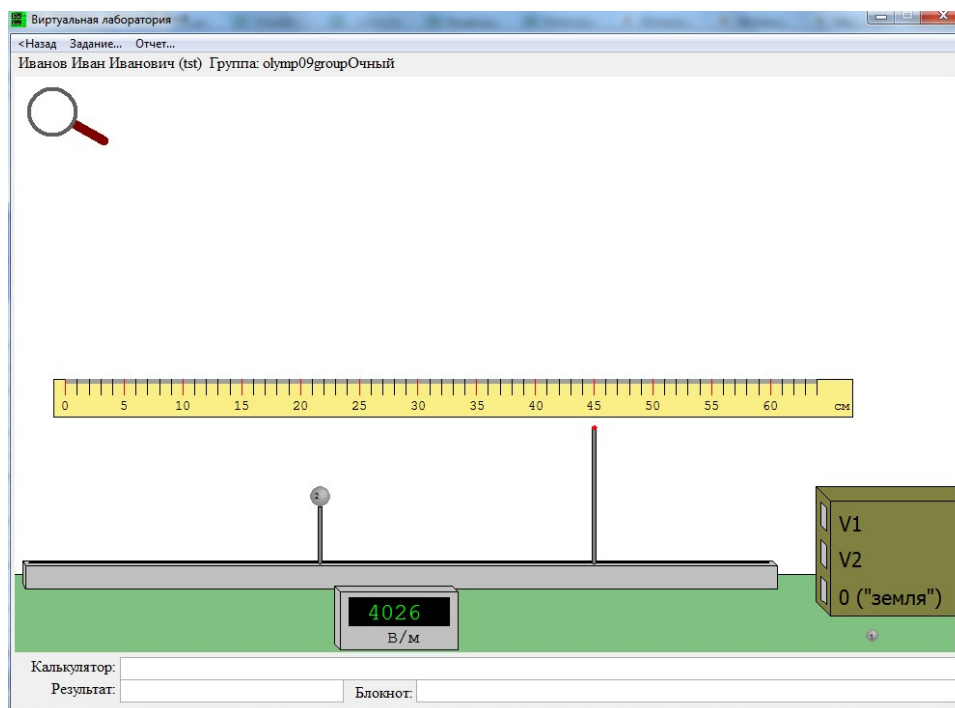
Диаметр определите с точностью не хуже чем до тысячных, напряжение - до не хуже чем до сотых, высоту - не хуже чем до сотых, и отошлите результаты на сервер. В промежуточных вычислениях сохраняйте не менее 4 значащих цифр.

Постоянная в законе Кулона $K=1/(4 \cdot \pi \cdot \epsilon_0)=9 \cdot 10^9$ Н·м²/Кл², где $\epsilon_0=8.85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м. Напоминаем, что 1 нКл= 10^{-9} Кл, а потенциал проводящего заряженного шара = Kq/r , где q -заряд, а r - радиус шара.

Увеличительное стекло позволяет просматривать в увеличенном масштабе нужный участок экрана. Щелчок мышью в любом месте экрана (кроме линейки) возвращает первоначальный масштаб.

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

В калькуляторе можно использовать сложение, вычитание, умножение $*$, деление $/$, функции \sqrt{x} - квадратный корень из x , а также $\sin(x)$, $\cos(x)$, $\text{tg}(x)$, $\arcsin(x)$, $\arccos(x)$, $\text{arctg}(x)$ и т.д., а также выражения любой сложности с использованием этих операций (не забывайте заключать части выражений в круглые скобки и ставить символ умножения).



Диаметр d2	<input type="text"/>	см	(1.65 ± 0.018)
Напряжение V2	<input type="text"/>	кВ	(-15.204 ± 0.12)
Высота h	<input type="text"/>	см	(6.8 ± 0.07)

Задание 5. Олимпиада, модель: Цепь из четырех резисторов (20 баллов)

Имеется цепь из четырех соединённых резисторов, в которой можно подсоединяться только к их внешним клеммам. Найдите чему равны:

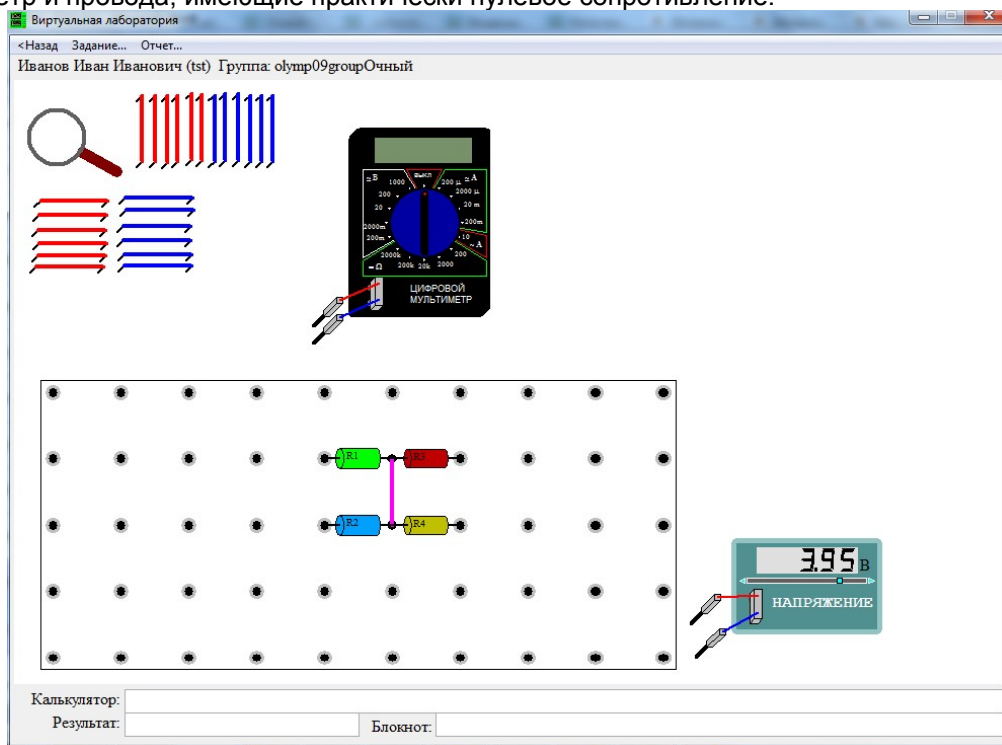
- минимальный ненулевой ток I_{min} , который можно получить в данной схеме;
- максимальная мощность W_{max} , которую можно в данной схеме выделить на резисторах;
- сопротивление резистора R1;
- сопротивление резистора R2.

Ответы вводите с точностью до сотых.

Соберите для этого необходимые электрические схемы, проведите измерения и выполните расчеты. Занесите результаты в отчет и отошлите его на сервер.

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.

Напряжение на выходе источника напряжения в данном задании нельзя менять. Элементы можно перетаскивать мышью и подключать к клеммам панели. К клеммам можно подсоединять мультиметр и провода, имеющие практически нулевое сопротивление.



Ток I_{min}	<input type="text"/>	мА	(18.50 ± 0.09)
Мощность W_{max}	<input type="text"/>	мВт	(437 ± 2.2)
Сопротивление R1	<input type="text"/>	Ом	(56 ± 0.28)

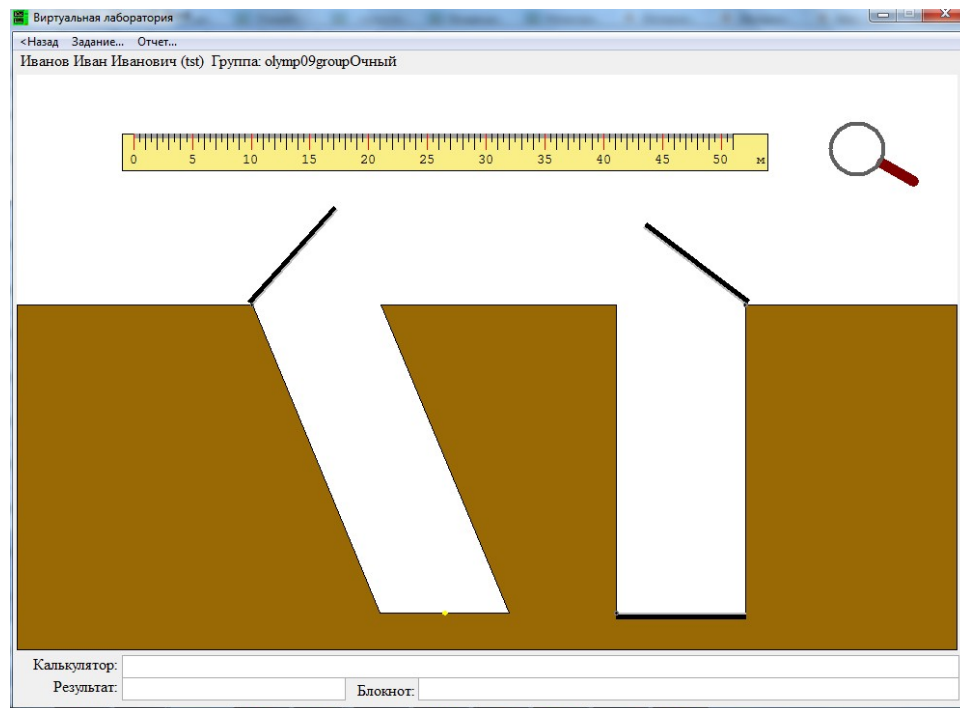
Сопротивление R2 Ом (8.7 ± 0.044)

Задание 6. Олимпиада, модель: Наклонный и вертикальный колодец (15 баллов)

Имеется два колодца одинаковой ширины и глубиной $h=26.8$ м. При этом первый колодец наклонный, а второй - вертикальный. На дне первого колодца по центру находится лампочка, на дне второго - неподвижное зеркало. На верхней части колодцев находятся зеркала, которые можно вращать. С помощью рулетки (изображена в виде линейки) можно измерять расстояния по горизонтали. Найдите чему равны:

- расстояние S , которое должен пройти луч от центра лампочки до центра зеркала на дне второго колодца, если расположить вращающиеся зеркала так, чтобы внутри колодцев он шёл параллельно стенкам;
- модуль скорости $V1$ движения изображения лампочки в данной системе зеркал, если начать двигать зеркало в вертикальном колодце со скоростью $V=17$ см/с вдоль данного луча;
- модуль скорости $V2$ движения изображения лампочки в данной системе зеркал, если начать двигать лампочку со скоростью V вдоль дна колодца;

Ответы вводите с точностью до десятых.



Расстояние S	<input type="text"/> м	(100.4 ± 0.2)
Скорость $V1$ (зеркало движется вдоль луча)	<input type="text"/> см/с	(34 ± 0.1)
Скорость $V2$ (лампа движется вдоль дна)	<input type="text"/> см/с	(17 ± 0.1)

Задание 7. Олимпиада, модель - Пружинные маятники (20 баллов)

Имеется: гири №1 и №2 неизвестной массы; две пружины (узкая и широкая); штатив, лапку которого (зажим) можно перемещать, если в ней ничего не закреплено, и в которой можно закреплять пружину, а к ней - подвешивать гирю; линейка; прибор с датчиком координаты. Также имеются гири массой 50, 130 и 200 г.

Если гиря, подвешенная на пружине, касается датчика или стола, пружина выскакивает из зажима

штатива.

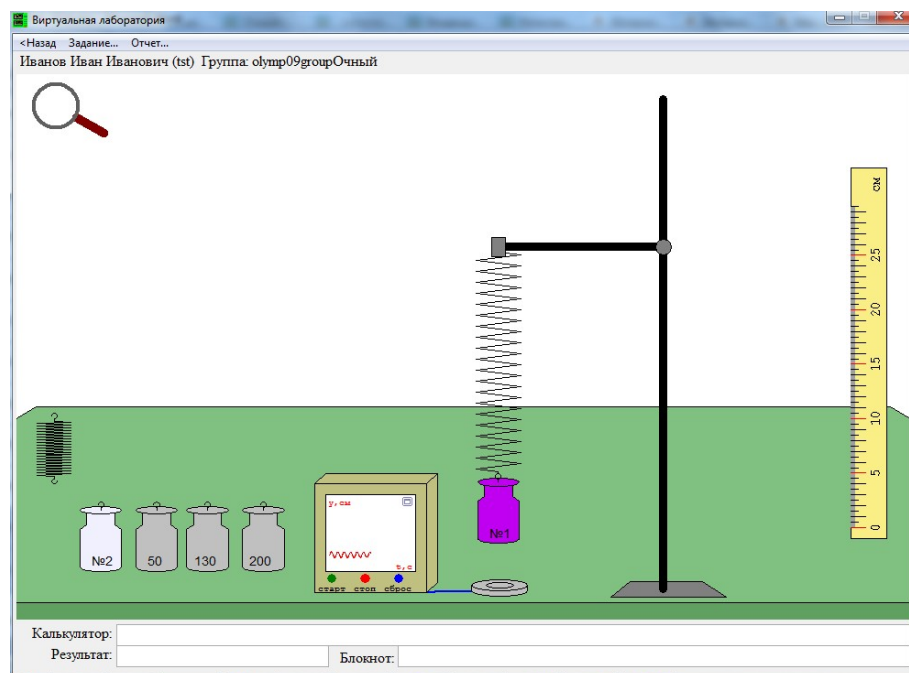
Определите:

- массу M_1 гири №1 (в граммах);
- коэффициент жесткости K_1 узкой пружины;
- массу M_2 гири №2 (в граммах);
- коэффициент жесткости K_2 пружины.

Считайте, что число пи равно 3.1416. Коэффициенты жесткости определите с точностью не хуже чем до сотых, массы - до не хуже чем до десятых, и отошлите результаты на сервер. В промежуточных вычислениях сохраняйте не менее 4 значащих цифр.

Задания можно переделывать, но за каждую повторную отсылку результатов на сервер назначается до 4 штрафных баллов.

В калькуляторе можно использовать сложение, вычитание, умножение $*$, деление $/$, функции \sqrt{x} - квадратный корень из x , а также $\sin(x)$, $\cos(x)$, $\tan(x)$, $\arcsin(x)$, $\arccos(x)$, $\text{arctg}(x)$ и т.д., а также выражения любой сложности с использованием этих операций (не забывайте заключать части выражений в круглые скобки и ставить символ умножения).



Масса M_1	<input type="text"/>	г	(115.5 ± 1.5)
Коэффициент жесткости K_1	<input type="text"/>	Н/м	(21.705 ± 0.15)
Масса M_2	<input type="text"/>	г	(152.6 ± 2)
Коэффициент жесткости K_2	<input type="text"/>	Н/м	(7.5 ± 0.15)