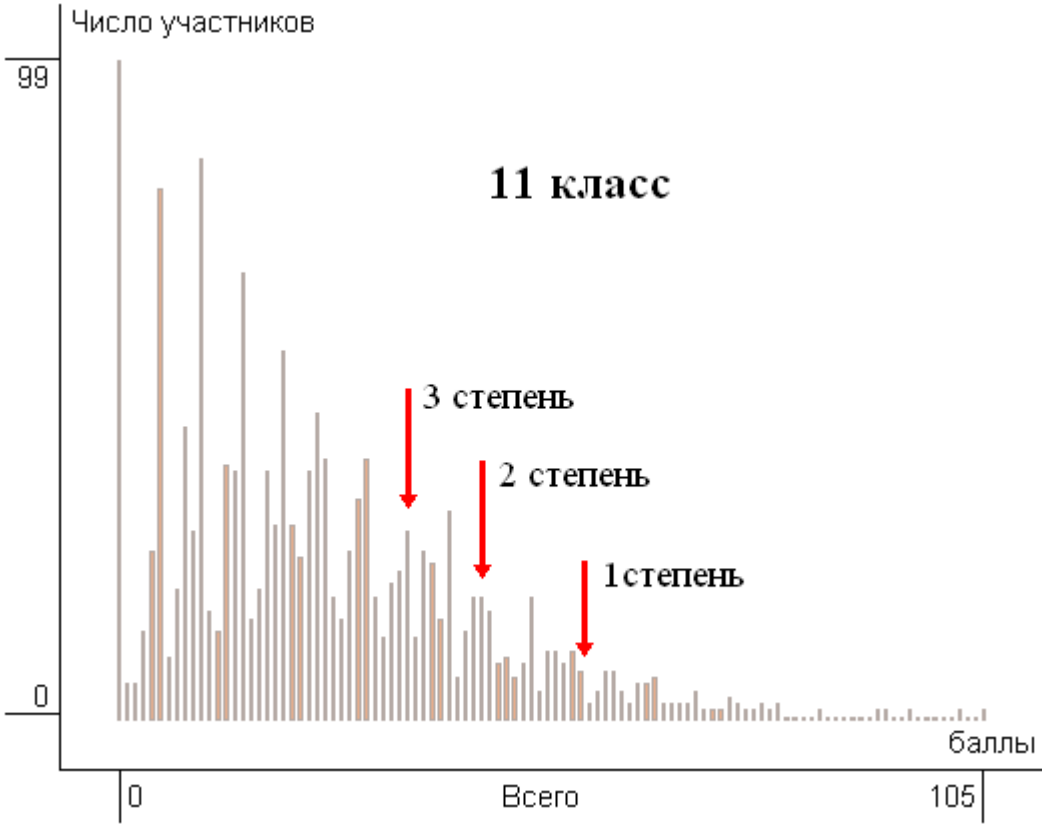
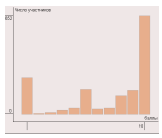
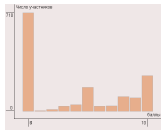
I. Задания итогового (очного) тура 2013/2014 учебного года

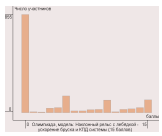
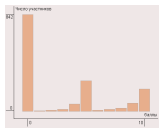
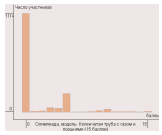
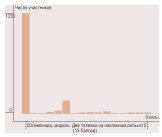
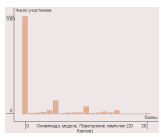
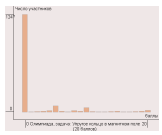
11 класс, итоговый (очный) тур 2014 г.

В очном туре приняло участие 1492 учащихся 11-х классов. Все задания были абсолютно новыми – как модели, так и теоретические задачи не имели аналогов в олимпиадах предыдущих лет, в том числе в олимпиадах других вузов, всероссийских и международных. На гистограмме стрелками показаны баллы, соответствующие порогам для дипломов.



Процент выполнения задания рассчитывался 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).

Задание	Процент выполнения участниками	Сложность
1.Задача: Какое в среднем число рыб будет попадать в пасть акуле? (10 баллов)	70%	 низкая
2. Модель: Центр тяжести плоского тела (10 баллов)	39%	 умеренно высокая

3. Модель: Наклонный рельс с лебёдкой - ускорение бруска и КПД системы (15 баллов)	26%	 высокая
4. Задача: Два маятника (10 баллов)	30%	 умеренно высокая
5. Модель: Коленчатая труба с газом и поршнями (15 баллов)	9%	 **очень высокая**
6. Модель: Две тележки на наклонном рельсе (15 баллов)	7%	 **очень высокая**
7. Модель: Перегорание лампочек (20 баллов)	11%	 **очень высокая**
8. Задача: Упругое кольцо в магнитном поле (20 баллов)	6%	 **очень высокая**

Для получения диплома обязательно требовалось выполнить задания с высокой или очень высокой сложностью – набрать необходимое для получения диплома число баллов путем выполнения заданий с низкой, средней и умеренно высокой сложностью было невозможно.

На гистограммах приведена зависимость числа участников, получивших баллы, от числа набранных за это задание баллов. Столбец слева – число участников, набравших за задание 0 баллов. Для заданий средней сложности столбцы в левой и правой частях гистограммы оказываются примерно одинаковой высоты, для лёгких заданий правый столбец оказывается выше левого. Для сложных заданий левый столбец, соответствующий числу участников, не решивших задачу, высокий.

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

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*.

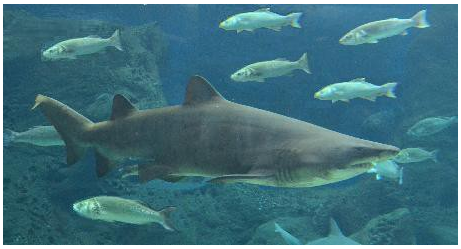
В моделях ответы сами по себе не имеют смысла – но их можно получить только в результате выполнения последовательности действий и измерений, причём в большинстве

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.

Анализ результатов участников заключительного тура всероссийской олимпиады по физике, участвовавших в очном туре интернет-олимпиады, показал, что баллы, набранные на очном туре интернет-олимпиады, примерно соответствуют баллам заключительного этапа всероссийской олимпиады. Во всех моделях наиболее сложные части заданий (им соответствует правый столбец на гистограмме) по сложности были уровня международной олимпиады. Самые простые задания олимпиады по оценке имели 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.*

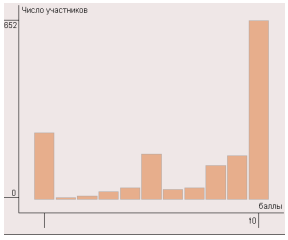
1. Задача: Какое в среднем число рыб будет попадать в пасть акуле? (10 баллов)



Акула, раскрыв пасть площадью 580 см², плывет со скоростью 8.8 м/с. Навстречу ей плывет косяк рыб со скоростью 1.3 м/с. Концентрация рыб в косяке составляет в среднем 19 рыб на кубометр. Найдите:
1) Какое в среднем число рыб будет попадать в пасть акуле в секунду, если скорость акулы и косяка будет оставаться неизменной?
2) Во сколько раз вырастет это число, если скорость акулы возрастет вдвое? Ответы приведите с точностью до сотых

Ответы:

Среднее число рыб в секунду N =	11.130 ± 0.011 c^{-1}
Число рыб вырастет в k =	1.871 ± 0.011 раз

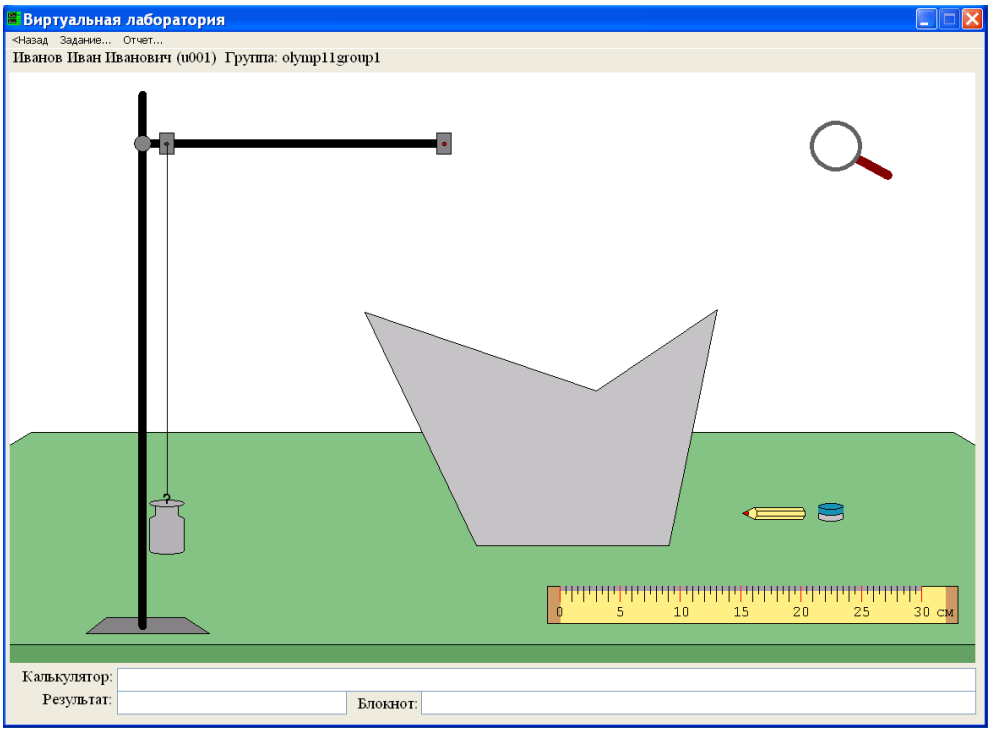


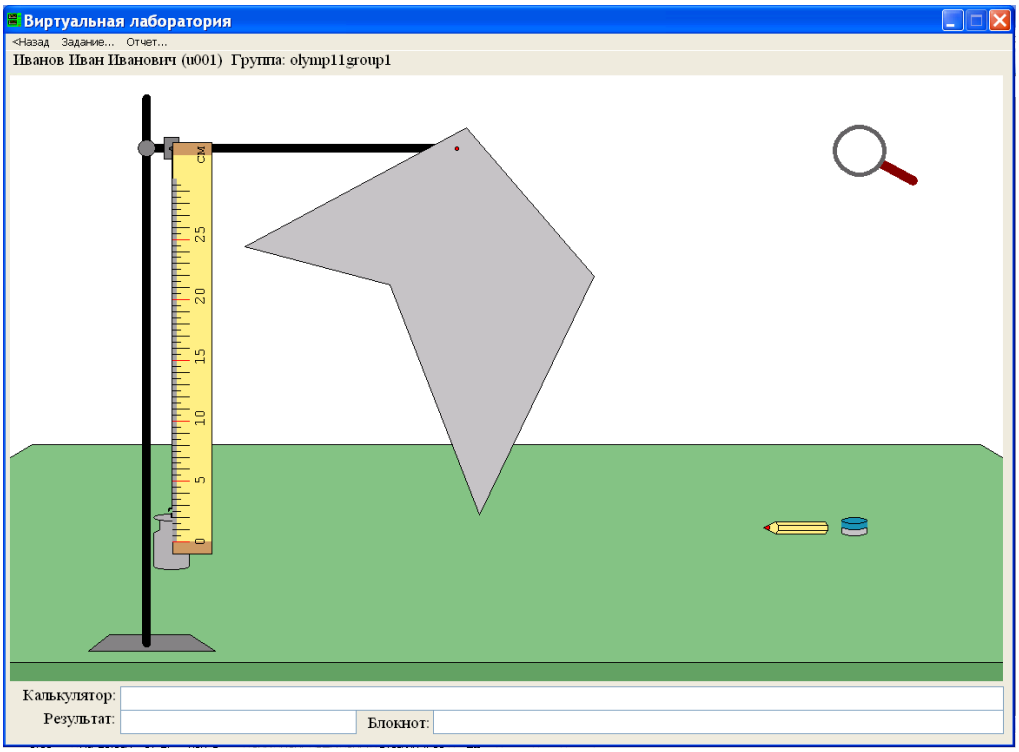
Сложность: низкая

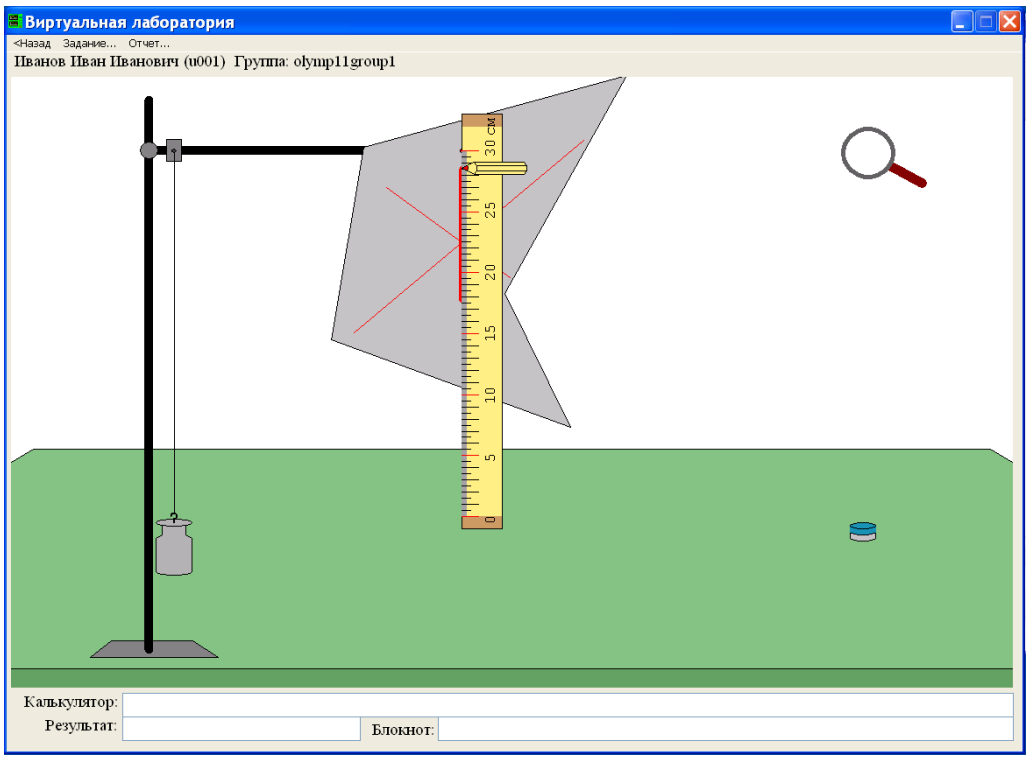
2. Модель: Центр тяжести плоского тела (10 баллов)

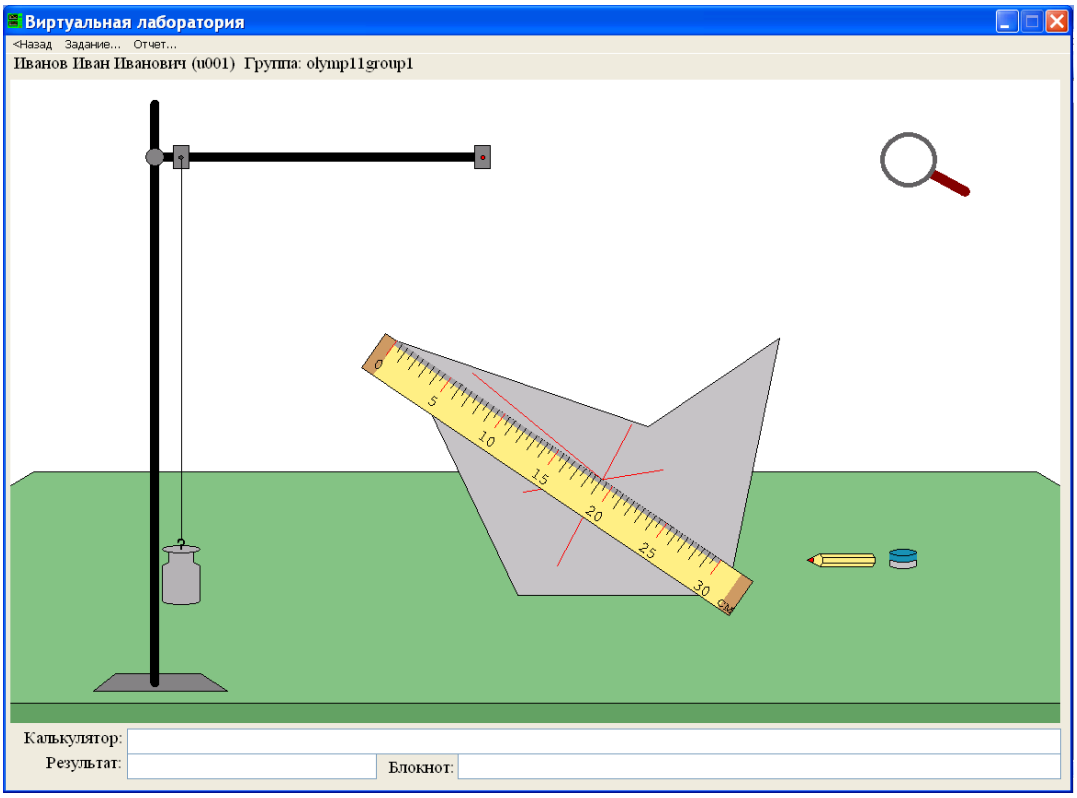
Найдите с точностью до 0.5 мм минимальное R_{min} и максимальное R_{max} расстояния от центра тяжести плоского тела до вершин этого тела.
Тело можно подвешивать на штатив в любых точках тела, при этом ось, на кото-

рую закрепляется тело, видна в виде красной точки. Груз можно подвешивать к той же оси. Линейку можно перемещать, ухватившись "мышью" за центральную область линейки, и вращать, ухватившись за окрашенный коричневым край линейки. Вращение и перемещение линейки возможны как в обычном режиме, так и в режиме действия увеличительного стекла.
Карандашом можно проводить линию вдоль линейки, приложенной к телу. Стирательная резинка, отпущенная в области проведённой линии, удаляет её.



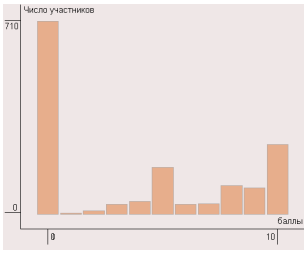






Ответы:

Минимальное расстояние R_{min}	5.39 ± 0.13 см
Максимальное расстояние R_{max}	19.0 ± 0.13см



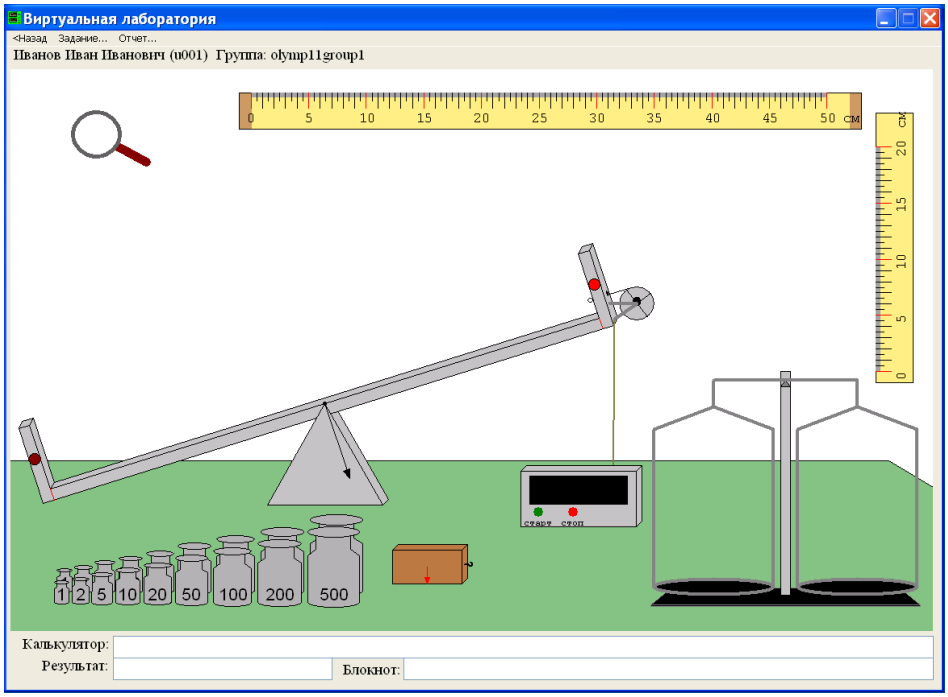
Сложность: умеренно высокая

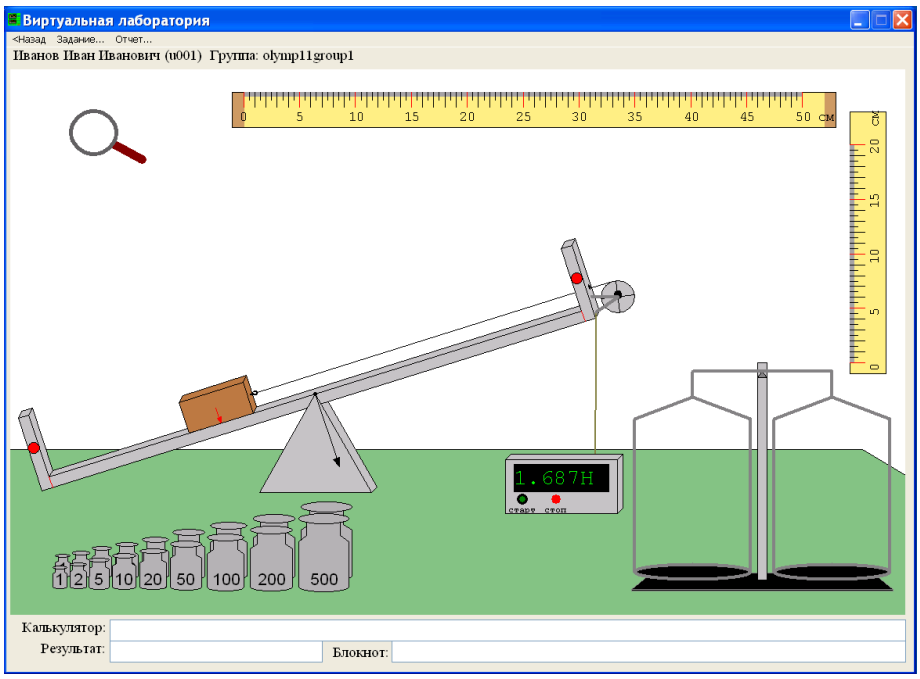
3. Модель: Наклонный рельс с лебёдкой - ускорение бруска и КПД системы (15 баллов)

Имеется наклонный рельс с лебёдкой и датчиком натяжения нити, весы, гири, линейки и брусок.
Брусок можно поставить на рельс. После чего можно присоединить к бруску нить от лебёдки – потянуть за петельку нити, выходящей из отверстия в правой стенке рельса, и присоединить её к крючку бруска. Электронный динамометр объединён с лебёдкой, они включаются кнопкой "Старт" и выключаются кнопкой "Стоп". Колесо лебёдки крутится с постоянной угловой скоростью. У бруска имеется трение о рельс. Масса гирь указана в граммах.
Найдите с точностью не хуже 0.5%:

- Величину ускорения a0, с каким бы двигался брусок, если бы его, не присоединяя к лебёдке, поставить в середине рельса и отпустить **если бы не было трения**.
- Величину ускорения a1, с каким будет двигаться брусок, если его поставить в середине рельса и отпустить в реальной ситуации - когда присутствует трение.
- КПД системы при подъёме бруска по рельсу (потери энергии в лебёдке не учитывать).

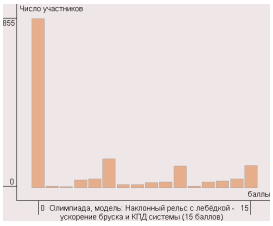
Значение ускорения свободного падения g=9.8 м/с^2.
В калькуляторе можно использовать выражения типа 7.5*(1.1/(3.6-11.4/3)+2), в том числе функции x^n (например, x^2=x*x), sqrt(x)=x^0.5, sin(x), cos(x), tg(x),ctg(x), arcsin(x), arccos(x), arctg(x),arcctg(x) - в тригонометрических и обратных тригонометрических функциях углы задаются в радианах





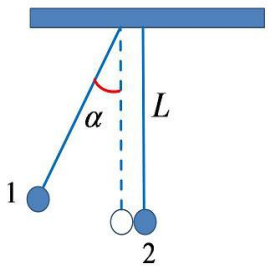
Ответы:

Ускорение бруска a0	2.99 ± 0.03 м/с^2
Ускорение бруска a1	1.82 ± 0.03 м/с^2
КПД	72.0 ± 1.1 %



Сложность: высокая

4. Задача: Два маятника (10 баллов)



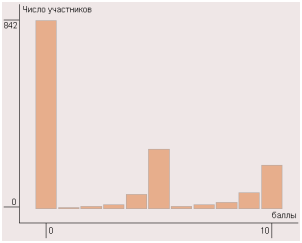
На нитях длиной L=1.7 м висят два абсолютно упругих шарика одинакового радиуса, масса первого m1 = 1.2 кг, масса второго m2 = 4.9 кг. В положении равновесия шарики соприкасаются. В начальный момент времени первый шарик отводят на угол α =15 ° и отпускают (см. рисунок). Определите:
1) энергию E1 первого шарика сразу после второго столкновения,
2) через какой минимальный интервал времени T после начала движения первый шарик вновь окажется в точке старта.

Значения вводите с точностью не хуже чем до сотых. Ускорение свободного падения примите равным 9.8 м/с^2, число π считайте равным 3.1416, колебания маятников в промежутках между соударениями считайте гармоническими.

Ответы:

Энергия первого шарика после второго столкновения E1	0.681 ± 0.011 Дж

Первый шарик окажется в точке старта спустя T	2.617 ± 0.011 с



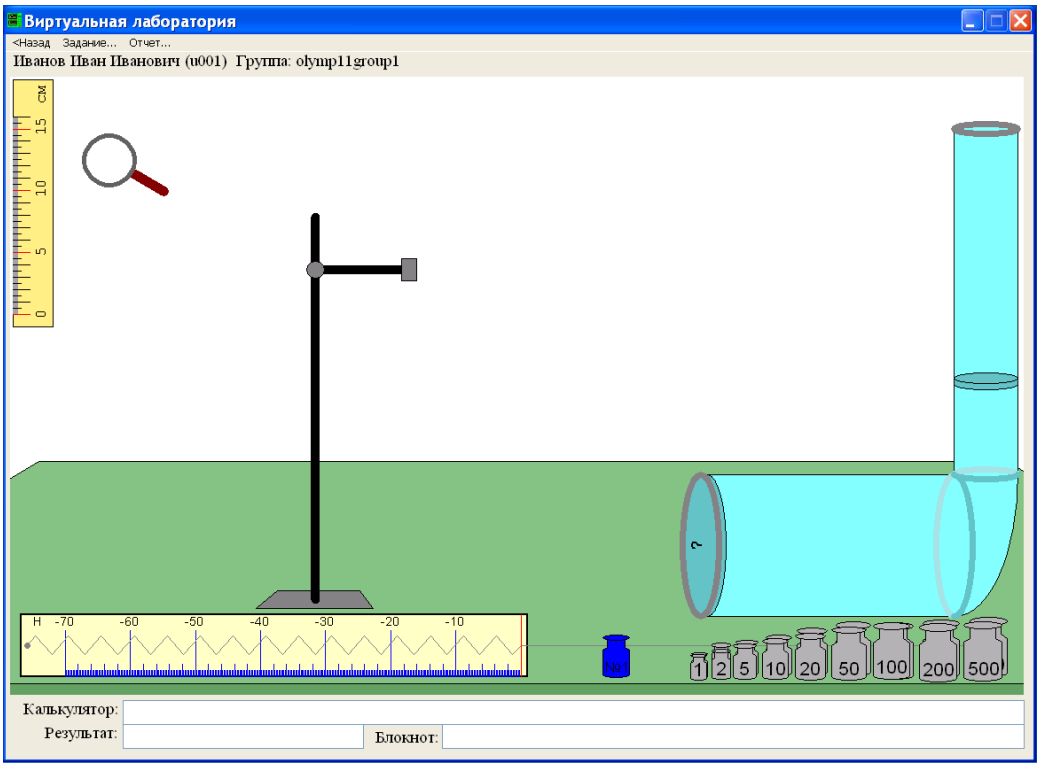
Сложность: умеренно высокая

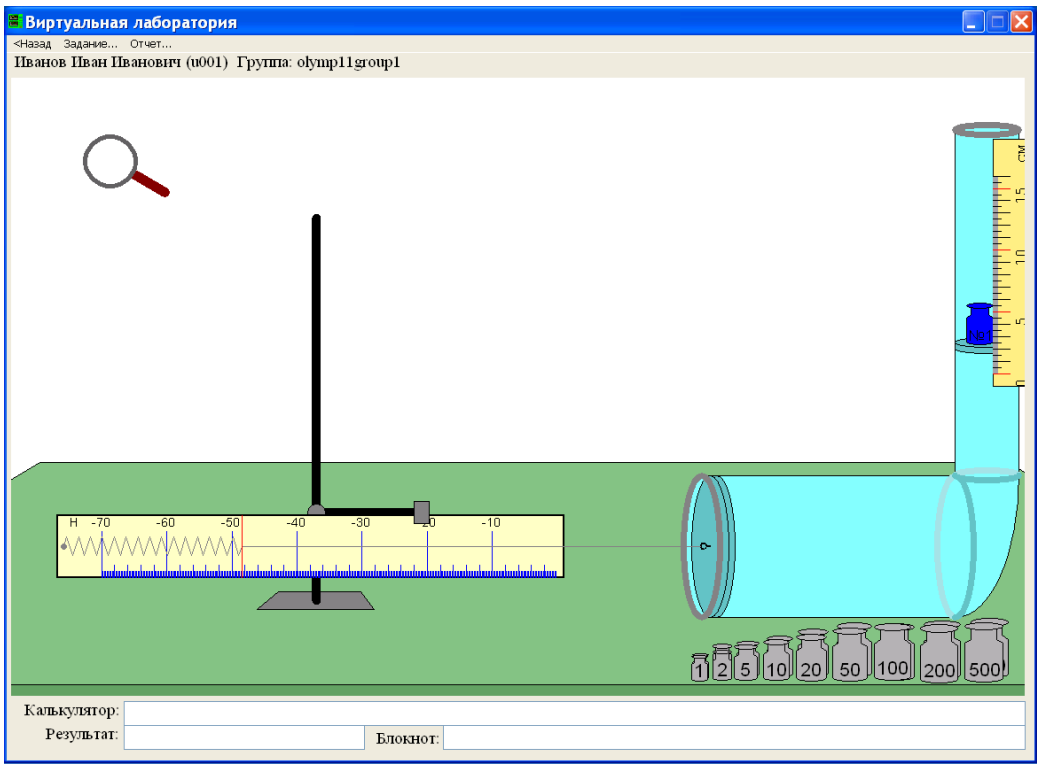
5. Модель: Коленчатая труба с газом и поршнями (15 баллов)

Имеется коленчатая труба с газом и массивными поршнями, динамометр, гири и линейка. Масса гирь указана в граммах, g=9.8 м/с^2.
Найдите:

- массу синей гири (№1);
- массу поршня M в вертикальной части трубы;
- насколько начальное избыточное давление в трубе P больше атмосферного $P_{атм}$ после установления равновесия: P- $P_{атм}$ = ?

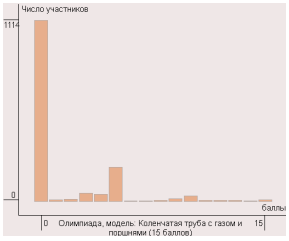
Обратите внимание, что поршни могут **упираться в ограничители** на концах трубы - и в начальном состоянии левый поршень удерживается в трубе ограничителем.
Величины вводите с точностью не хуже 1%.
Лапку штатива можно двигать. Динамометр можно закрепить в лапке штатива, если поднести его **снизу** к лапке штатива и отпустить.





Ответы:

Масса синей гири	62.1 ± 1.6 г
Масса поршня	870 ± 30 г
Давление P- $P_{атм}$	4345 ± 110 Па



Сложность: очень высокая

6. Модель: Две тележки на наклонном рельсе (15 баллов)

Тележки можно установить в нижней или верхней части наклонного рельса, при этом они автоматически закрепятся электромагнитами. Щелчок мыши по красной кнопке, расположенной около края рельса, включает или выключает электромагниты.

Масса первой тележки равна 100 г.

Определите:

- массу второй тележки,
- угол наклона рельса,
- кинетическую энергию E1 первой тележки непосредственно перед столкновением тележек друг с другом, если первую тележку установить на левом конце рельса, вторую - на правом, и отключить электромагниты.

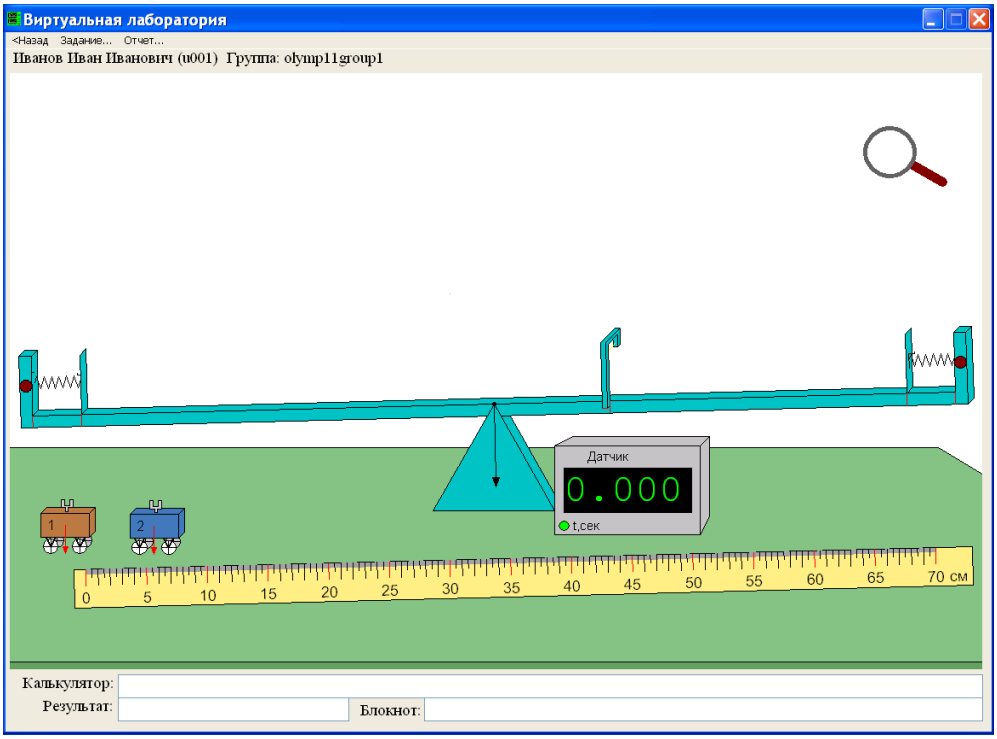
Массу определите с точностью не хуже чем до целых, угол - до не хуже чем до тысячной, энергию - не хуже чем до десятых, и отошлите результаты на сервер. В промежуточных вычислениях сохраняйте не менее 4 значащих цифр.

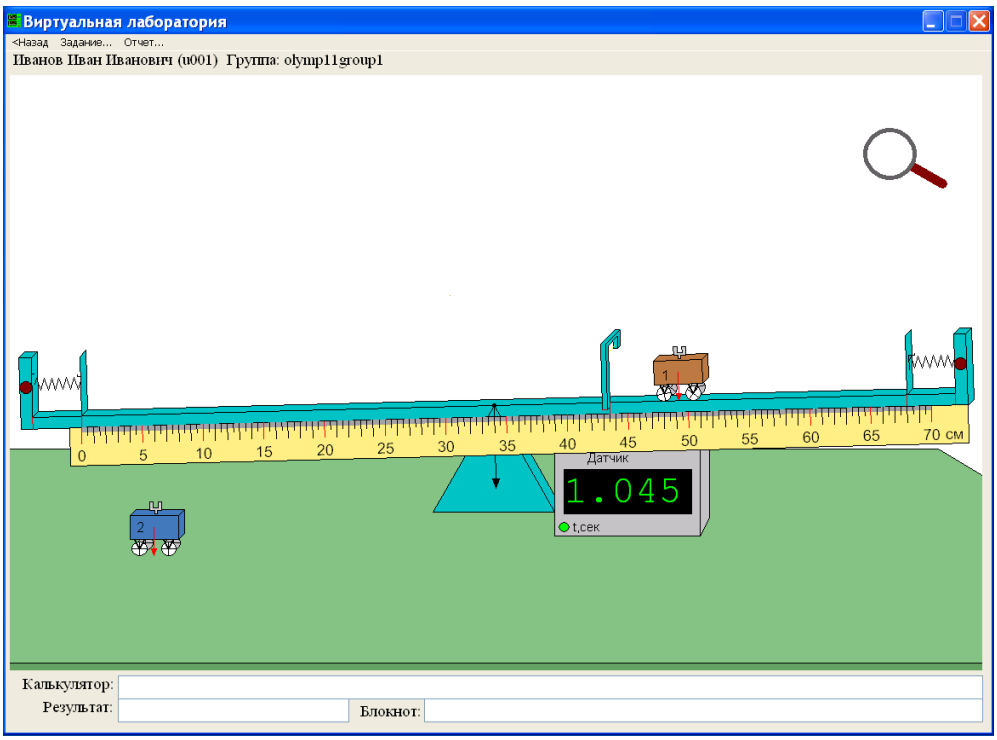
Ускорение свободного падения считайте равным 9.8 м/с^2. **Пружины на концах рельса одинаковые**, трение отсутствует.

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

Линейку и оптические ворота датчика времени можно перемещать, в том числе при использовании увеличительного стекла. Датчик времени показывает время, прошедшее от момента полного распрямления пружин до пересечения серединой тележки (помечена красной стрелкой) координаты расположения оптических ворот (помечена красной вертикальной линией).

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





Ответы:

Масса второй тележки	130 ± 2 г
Угол наклона рельса	0.0260 ± 0.0012 радиан
Кинетическая энергия E1	7.3 ± 0.5 мДж

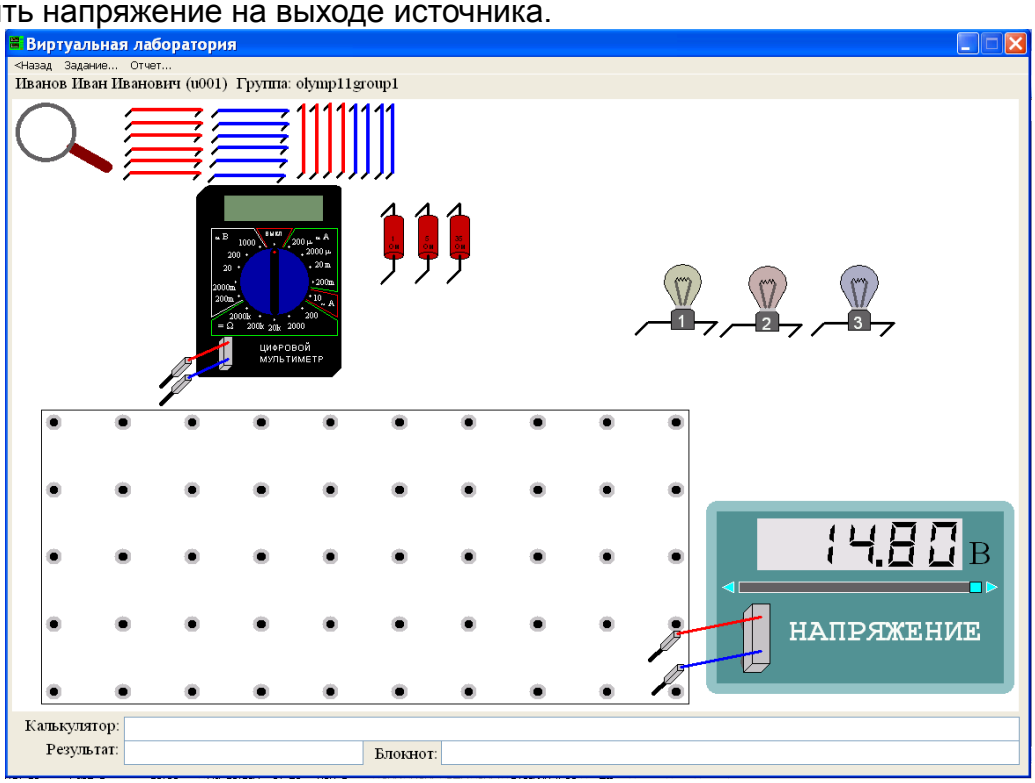
Сложность: очень высокая

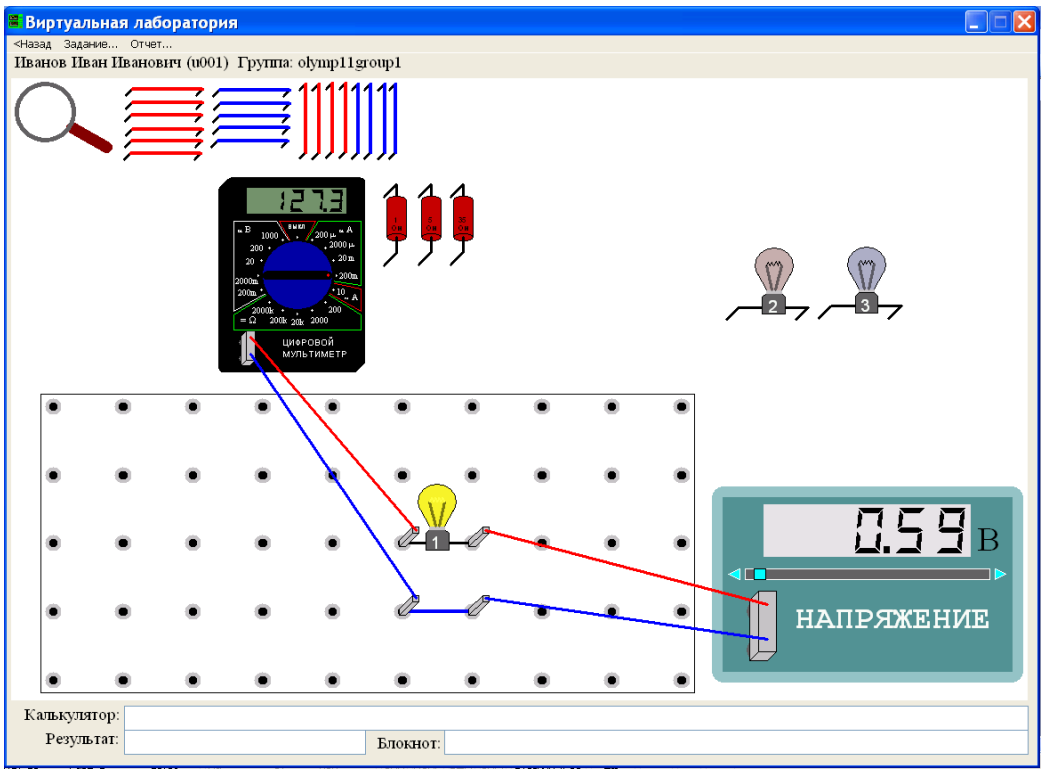
7. Модель: Перегорание лампочек (20 баллов)

Найдите, чему равны:
- сопротивление первой лампочки;
- её напряжение перегорания;
- максимальную мощность, которая может выделяться на второй лампочке перед ее перегоранием;
- максимальную мощность W, которую можно рассеять на электрической цепи, собранной из имеющихся лампочек и резисторов, используя любой набор из них. Соберите для этого необходимые электрические схемы, проведите измерения и выполните расчеты. Величины вводите с точностью не хуже 1%.

В случае, если лампочка перегорела, вернуть систему в первоначальное состояние можно выйдя из модели и снова зайдя в неё - при этом все остальные параметры элементов сохраняются. За перегорание лампочек и вход-выход из модели штрафные баллы **не начисляются**.

Внутреннее сопротивление источника напряжения и мультиметра в режиме амперметра пренебрежимо мало. Считайте, что сопротивление лампочек не зависит от тока через них.
Буква μ у диапазона мультиметра означает "микро", буква m - "милли".
Элементы и приборы можно перетаскивать мышью и подключать к клеммам панели. Два штырька на концах проводов, идущих от приборов, к одной клемме подсоединять нельзя. Ко всем клеммам можно подсоединять перемычки - провода, имеющие практически нулевое сопротивление. Провода можно растягивать.
Предел измерительной шкалы мультиметра меняется с помощью поворота ручки. В данной работе в мультиметре отключено измерение сопротивлений.
Напряжение источника постоянного тока регулируется перемещением его движка. Щелчок по голубым стрелкам на концах регулировочной шкалы позволяет плавно изменять напряжение на выходе источника.



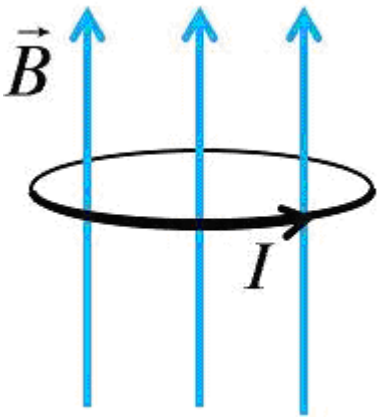


Ответы:

Сопротивление лампочки 1	4.65 ± 0.09 Ом
Напряжение перегорания лампочки 1	0.884 ± 0.018 В
Максимальная мощность лампочки 2	5.82 ± 0.23 Вт
Максимальная мощность W	269 ± 3 Вт

Сложность: очень высокая

8. Задача: Упругое кольцо в магнитном поле (20 баллов)

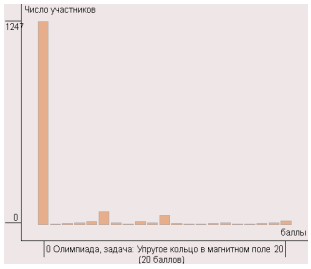


Плоскость упругого кольца радиусом R_0 =0.7 м, расположена перпендикулярно силовым линиям магнитного поля индукцией B =1.6 мТл. Если пропустить по кольцу ток силой I=2.8 А, то радиус кольца увеличится в X =3.2 раз. Определите:
1) Силу натяжения кольца F при пропускании через него тока,

2) Коэффициент жёсткости кольца K ,
3) Величину индукции магнитного поля увеличили в N=1.22 раз, сила тока в кольце не изменилась. Вычислите отношение установившегося после этого радиуса кольца R_2 к R_0. $Z=R_2/R_0$=?
4) При индукции магнитного поля B и силе тока I направление тока в кольце изменили на противоположное. Вычислите отношение R_0 к установившемуся после этого радиусу кольца R_3 . $Y=R_0/R_3$=?
В ответ F и K вводите точностью до десятых, Z и Y с точностью до сотых. Число π =3.1416. Напоминаем, что синус малого угла равен углу, выраженному в радианах.

Ответы:

Сила натяжения кольца F	10.04 ± 0.21 мН
Коэффициент жёсткости кольца K	1.03 ± 0.21 мН/м
$Z=R_2/R_0$	6.202 ± 0.011
$Y=R_0/R_3$	1.687 ± 0.011



Сложность: очень высокая