

**Материалы заданий**  
**Интернет-олимпиады школьников по физике 2013/2014 учебного года**

**Содержание**

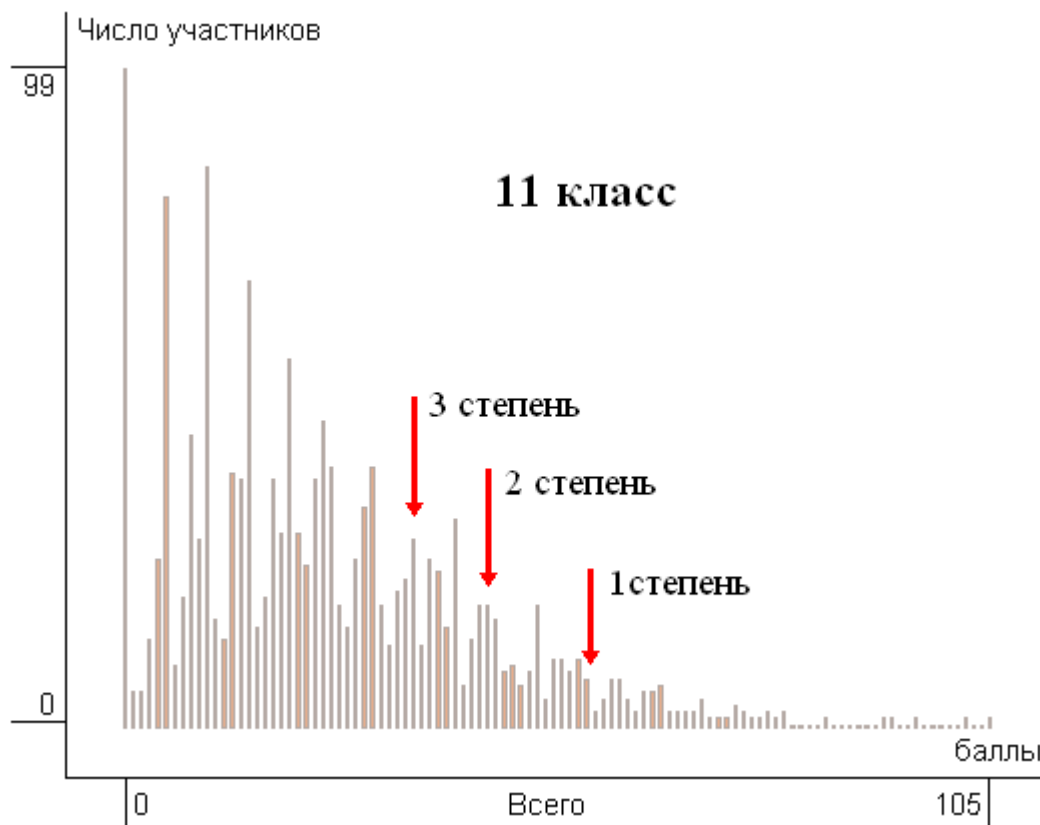
Задания итогового (очного) тура 2013/2014 учебного года.....	3
11 класс, итоговый (очный) тур 2014 г.....	3
1. Задача: Какое в среднем число рыб будет попадать в пасть акуле? (10 баллов).....	5
2. Модель: Центр тяжести плоского тела (10 баллов).....	5
3. Модель: Наклонный рельс с лебёдкой - ускорение бруска и КПД системы (15 баллов).....	8
4. Задача: Два маятника (10 баллов).....	9
5. Модель: Коленчатая труба с газом и поршнями (15 баллов).....	10
6. Модель: Две тележки на наклонном рельсе (15 баллов).....	11
7. Модель: Перегорание лампочек (20 баллов).....	13
8. Задача: Упругое кольцо в магнитном поле (20 баллов).....	15
7 класс.....	16
1. Задача: Какое в среднем число рыб будет попадать в пасть акуле? (10 баллов).....	16
2. Модель: Центр тяжести плоского тела (10 баллов).....	16
3. Модель: Давление куба на стол (15 баллов).....	16
4. Задача: В сообщающиеся сосуды налита ртуть. (15 баллов).....	17
5. Олимпиада, модель: Наклонный рельс с лебёдкой и два бруска (15 баллов).....	18
6. Задача: С какой погрешностью можно гарантированно измерить массу груза? (10 баллов)	20
.....	20
7. Модель: Коленчатая труба с газом и поршнями (15 баллов).....	20
8 класс.....	21
1. Задача: Найдите объем пустого места в контейнере (15 баллов).....	21
2. Модель: Давление куба на стол (15 баллов).....	21
3. Модель: Центр тяжести плоского тела сложной формы (10 баллов).....	22
4. Задача: С какой погрешностью можно гарантированно измерить массу груза? (10 баллов)	23
.....	23
5. Модель: Определите массу, температуру и плотность тела (15 баллов).....	23
6. Задача: Во сколько раз уменьшится промежуток времени? (10 баллов).....	24
7. Модель: Коленчатая труба с газом и поршнями (15 баллов).....	25
9 класс.....	25
1. Задача: Какое в среднем число рыб будет попадать в пасть акуле? (10 баллов).....	25
2. Модель: Центр тяжести плоского тела (10 баллов).....	26
3. Модель: Наклонный рельс с лебёдкой - найти параметры двух брусков (20 баллов).....	26
4. Задача: С какой погрешностью можно гарантированно измерить массу груза? (10 баллов)	27
.....	27
5. Модель: Две тележки на наклонном рельсе (15 баллов).....	27
6. Модель: Перегорание лампочек (20 баллов).....	28
7. Задача: Путники (10 баллов).....	28
10 класс.....	29
1. Задача: Найдите объем пустого места в контейнере (15 баллов).....	29
2. Модель: Давление куба на стол (15 баллов).....	29
3. Модель: Наклонный рельс с лебёдкой - ускорение бруска и КПД системы (15 баллов).....	30

4. Модель: Определите массу, температуру и плотность тела (15 баллов).....	30
5. Модель: Центр тяжести плоского тела сложной формы (10 баллов).....	31
6. Задача: В сообщающиеся сосуды налита ртуть. (15 баллов).....	31
7. Модель: Найдите ЭДС батарейки и сопротивление резисторов (25 баллов).....	31
8. Задача: Найдите максимальное расстояние между камнями (15 баллов).....	33
<u>Задания дистанционных туров 2013/2014 учебного года.....</u>	<u>34</u>
11 класс тур1.....	34
11 класс тур2.....	34
7 класс тур1.....	34
7 класс тур2.....	35
8 класс тур1.....	35
8 класс тур2.....	35
9 класс тур1.....	35
9 класс тур2.....	35
10 класс тур1.....	36
10 класс тур2.....	36

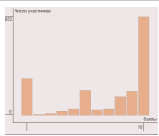
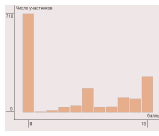
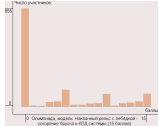
# Задания итогового (очного) тура 2013/2014 учебного года

## 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%	 <b>очень высокая</b>
6. Модель: Две тележки на наклонном рельсе (15 баллов)	7%	 <b>очень высокая</b>
7. Модель: Перегорание лампочек (20 баллов)	11%	 <b>очень высокая</b>
8. Задача: Упругое кольцо в магнитном поле (20 баллов)	6%	 <b>очень высокая</b>

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*.

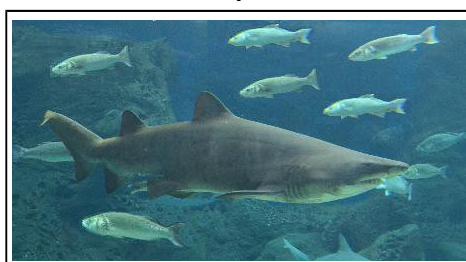
В моделях ответы сами по себе не имеют смысла – но их можно получить только в результате выполнения последовательности действий и измерений, причём в большинстве моделей – весьма нетривиальных, требующих творческого подхода. При этом, как правило, обеспечивается несколько разных вариантов решения проблемы,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

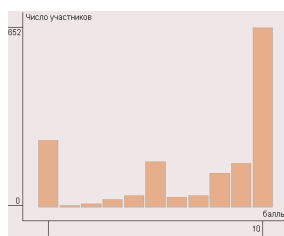
Таким образом, олимпиада проверяет способности в том диапазоне сложности, который не проверяется ЕГЭ, и проверяет умения в области экспериментальной деятельности, которые также не проверяются ЕГЭ – и в редких случаях проверяется в олимпиадах РСОШ.

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

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

Ответы:

Среднее число рыб в секунду $N =$	$11.130 \pm 0.011 \text{ с}^{-1}$
Число рыб вырастет в $k =$	$1.871 \pm 0.011 \text{ раз}$



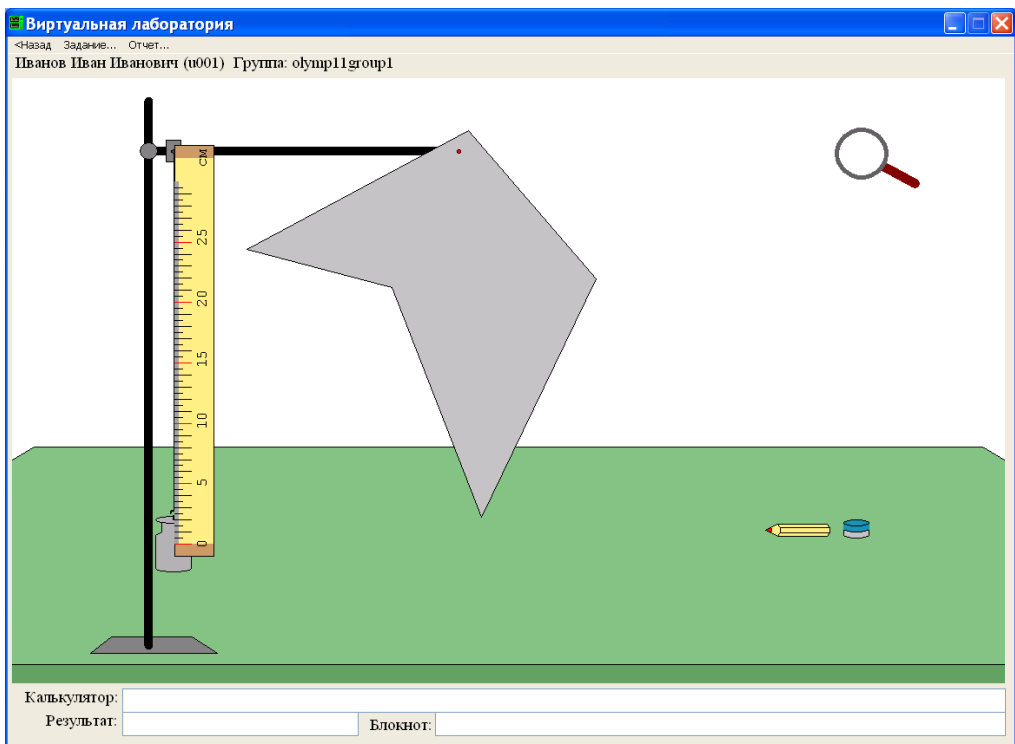
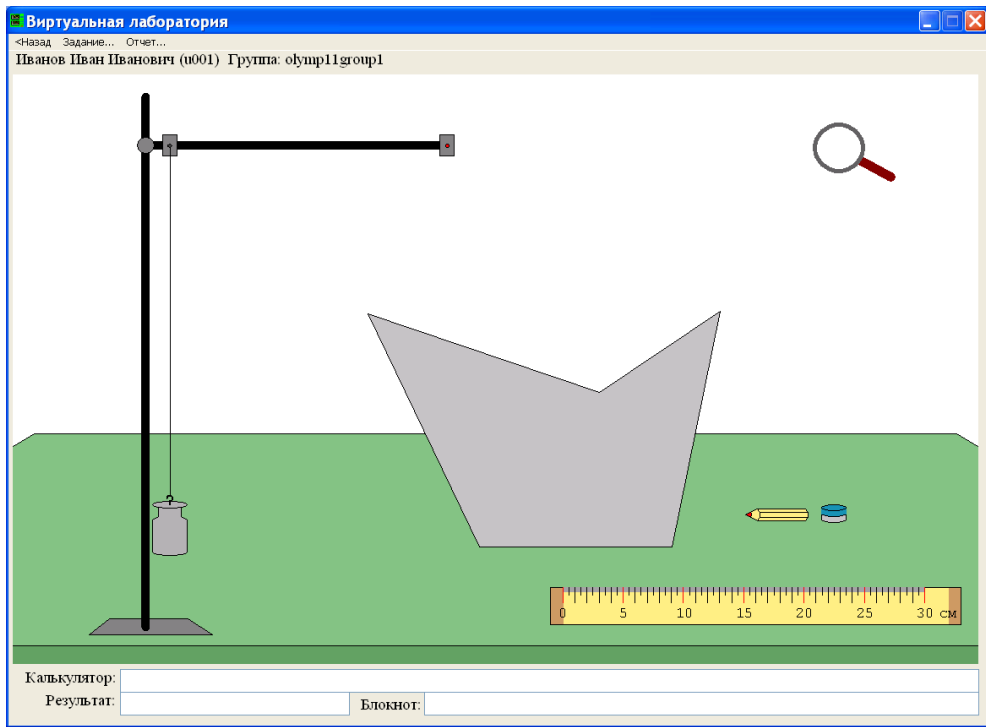
Сложность: низкая

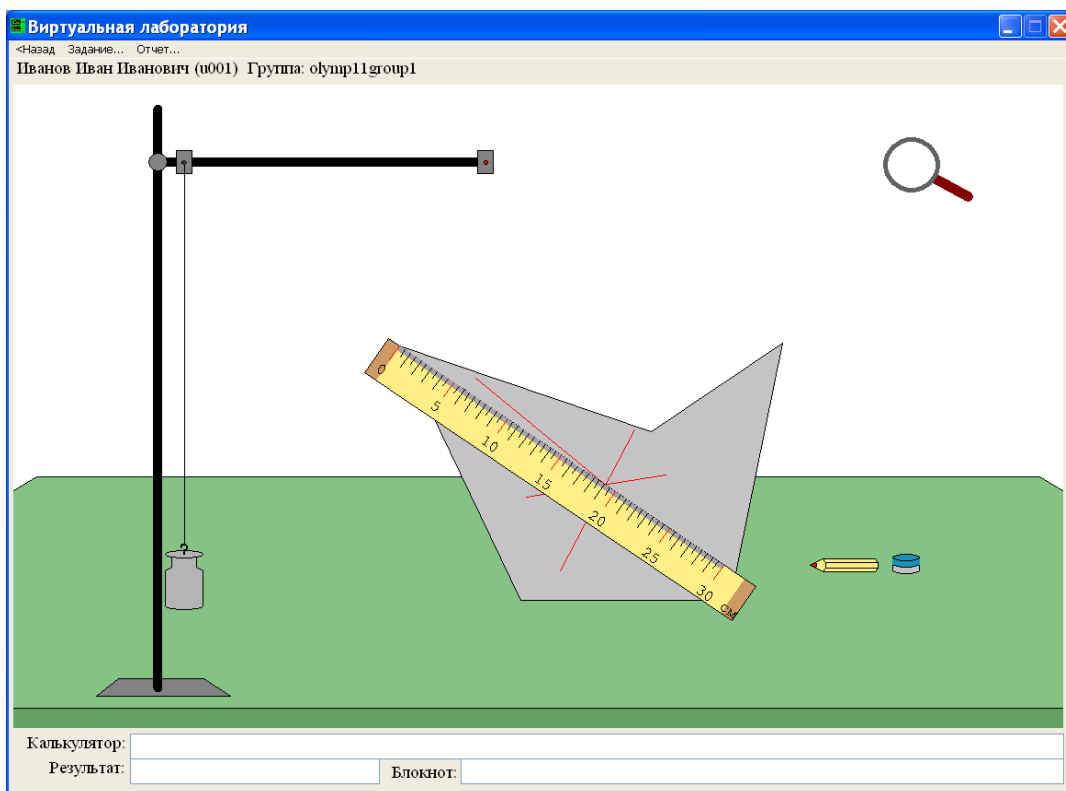
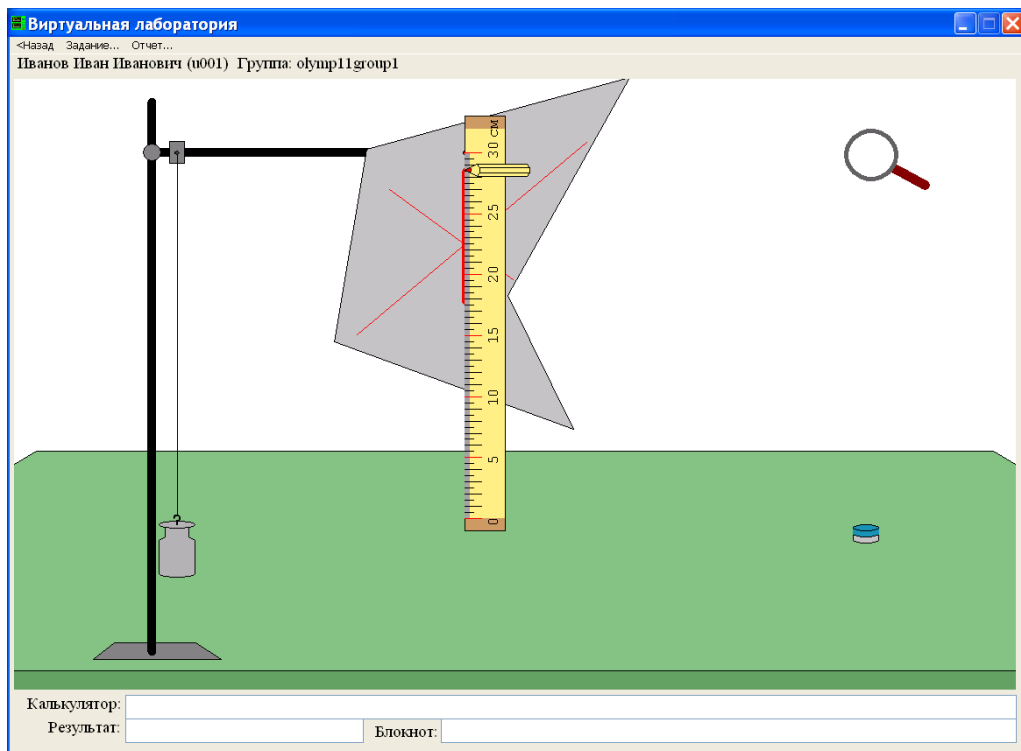
### 2. Модель: Центр тяжести плоского тела (10 баллов)

Найдите с точностью до  $0.5 \text{ мм}$  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 которую 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.

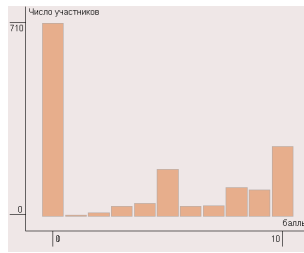
Карандашом можно проводить линию вдоль линейки, приложенной к телу. Стирательная резинка, отпущенная в области проведённой линии, удаляет её.





Ответы:

Минимальное расстояние $R_{\min}$	$5.39 \pm 0.13$ см
Максимальное расстояние $R_{\max}$	$19.0 \pm 0.13$ см



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.

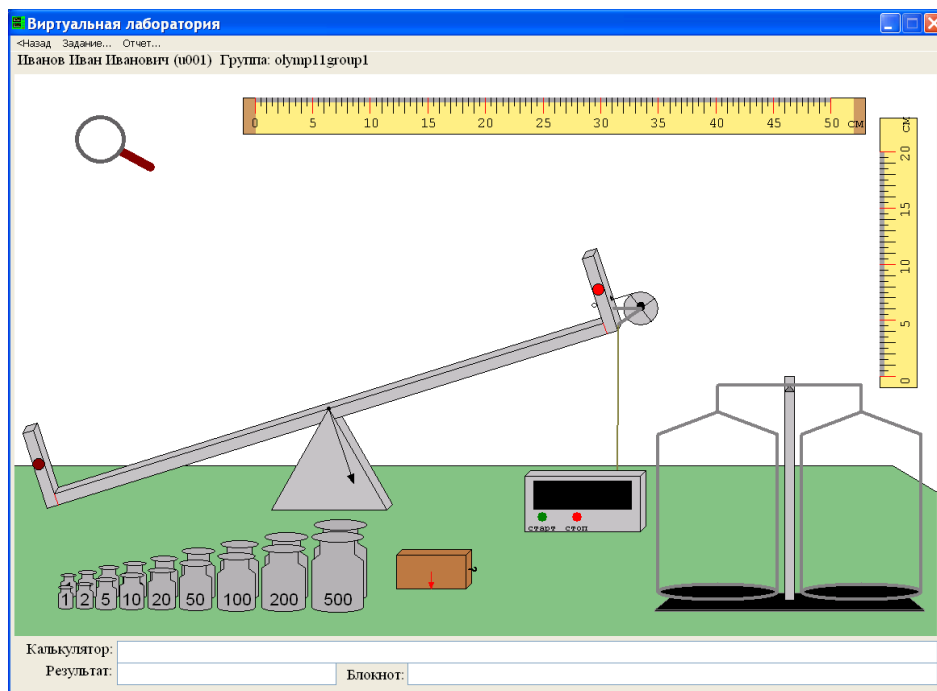
Брусок можно поставить на рельс. После чего можно присоединить к бруску нить от лебёдки – потянуть за петельку нити, выходящей из отверстия в правой стенке рельса, и присоединить её к крючку бруска. Электронный динамометр объединён с лебёдкой, они включаются кнопкой "Старт" и выключаются кнопкой "Стоп". Колесо лебёдки крутится с постоянной угловой скоростью. У бруска имеется трение о рельс. Масса гирь указана в граммах.

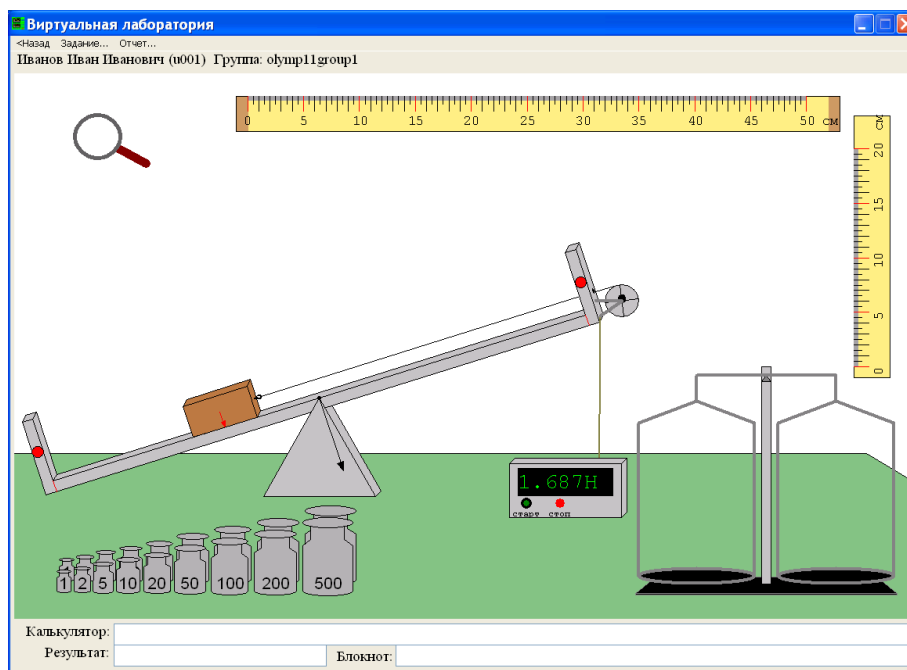
Найдите с точностью не хуже 0.5%:

- Величину ускорения  $a_0$ , 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  $a_1$ , 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  $g=9.8 \text{ м/с}^2$ .

В калькуляторе можно использовать выражения типа  $7.5*(1.1/(3.6-11.4/3)+2)$ , в том числе функции  $x^n$  (например,  $x^2=x*x$ ),  $\sqrt{x}=x^{0.5}$ ,  $\sin(x)$ ,  $\cos(x)$ ,  $\text{tg}(x)$ ,  $\text{ctg}(x)$ ,  $\arcsin(x)$ ,  $\arccos(x)$ ,  $\text{arctg}(x)$ ,  $\text{arcctg}(x)$  - в тригонометрических и обратных тригонометрических функциях углы задаются в радианах





Ответы:

Ускорение бруска $a_0$	$2.99 \pm 0.03 \text{ м/с}^2$
Ускорение бруска $a_1$	$1.82 \pm 0.03 \text{ м/с}^2$
КПД	$72.0 \pm 1.1 \%$



Сложность: высокая

#### 4. Задача: Два маятника (10 баллов)

На нитях длиной  $L=1.7 \text{ м}$  висят два абсолютно упругих шарика одинакового радиуса, масса первого  $m_1 = 1.2 \text{ кг}$ , масса второго  $m_2 = 4.9 \text{ кг}$ . В положении равновесия шарики соприкасаются. В начальный момент времени первый шарик отводят на угол  $\alpha = 15^\circ$  и отпускают (см. рисунок). Определите:

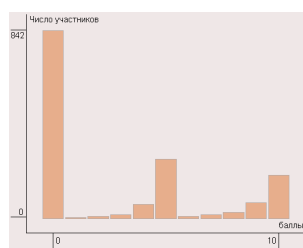
- энергию  $E_1$  первого шарика сразу после второго столкновения,
- через какой минимальный интервал времени  $T$  после начала движения первый шарик вновь окажется в точке старта.

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

Ответы:

Энергия первого шарика после второго столкновения $E_1$	$0.681 \pm 0.011 \text{ Дж}$
---	------------------------------

Первый шарик окажется в точке старта спустя T	$2.617 \pm 0.011$ с



Сложность: умеренно высокая

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

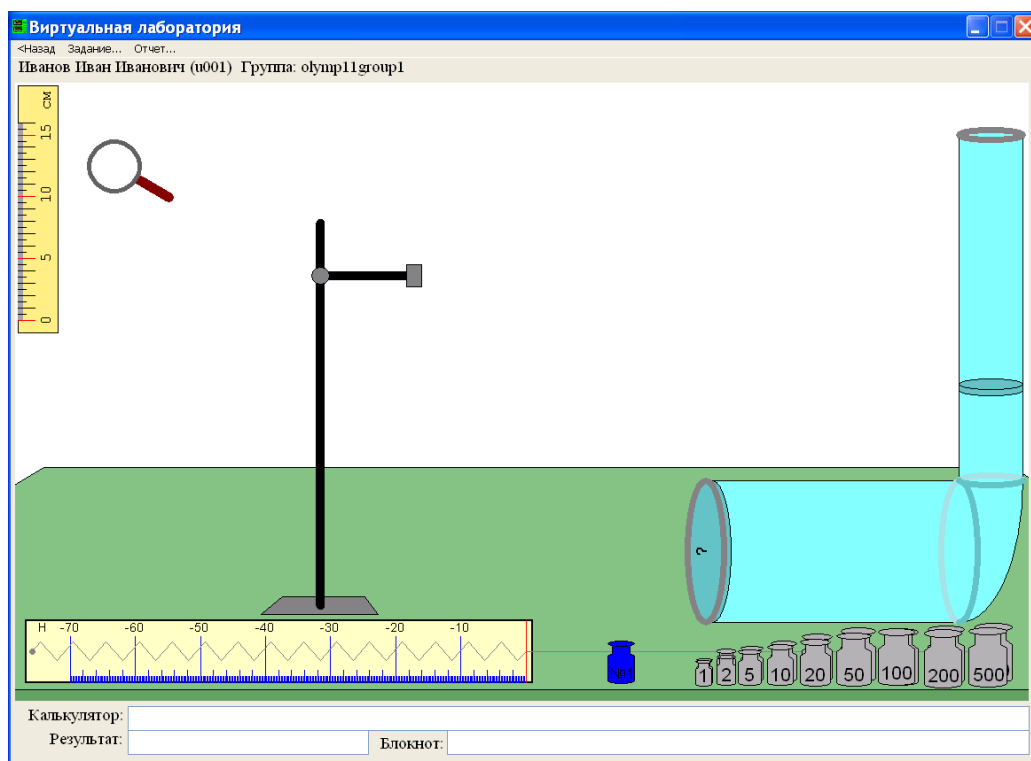
Имеется коленчатая труба с газом и массивными поршнями, динамометр, гири и линейка. Масса гирь указана в граммах,  $g=9.8$  м/с<sup>2</sup>.

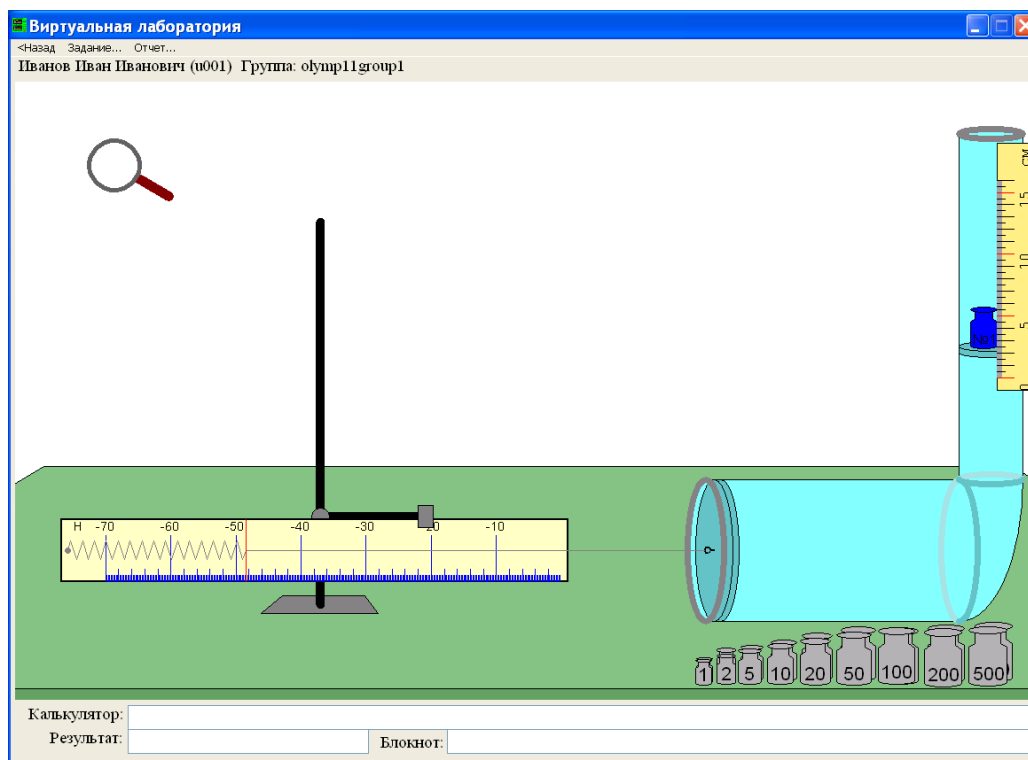
Найдите:

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

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	$62.1 \pm 1.6 \text{ г}$
Масса поршня	$870 \pm 30 \text{ г}$
Давление $P - P_{\text{атм}}$	$4345 \pm 110 \text{ Па}$



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  $E_1$  первой тележки непосредственно перед столкновением тележек друг с другом, если первую тележку установить на левом конце рельса, вторую - на правом, и отключить электромагниты.

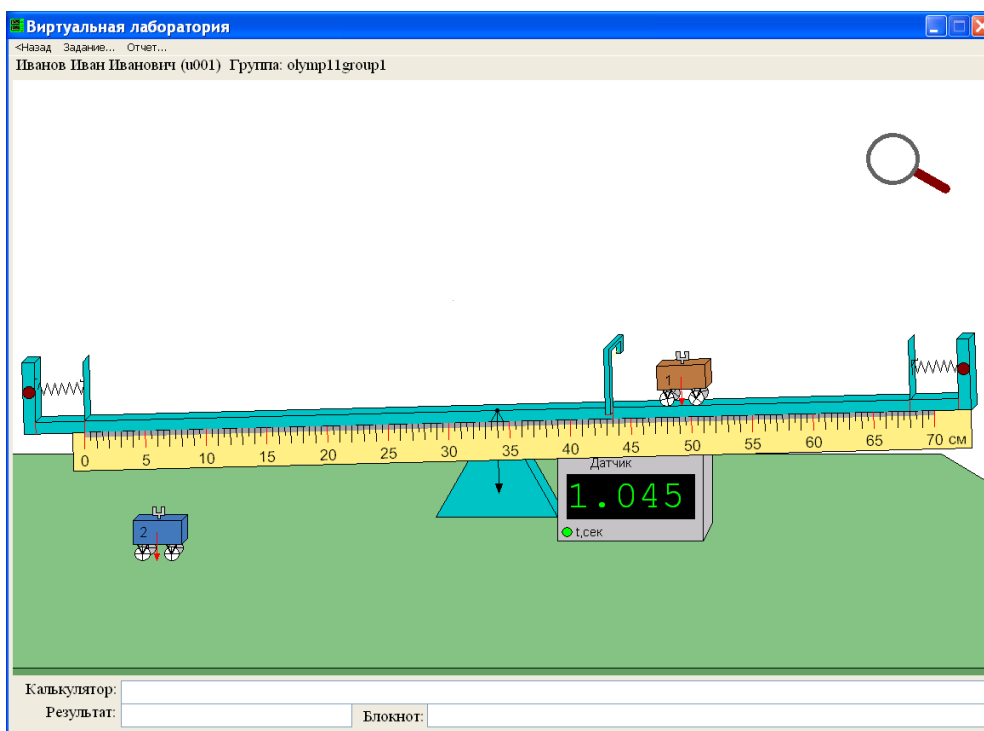
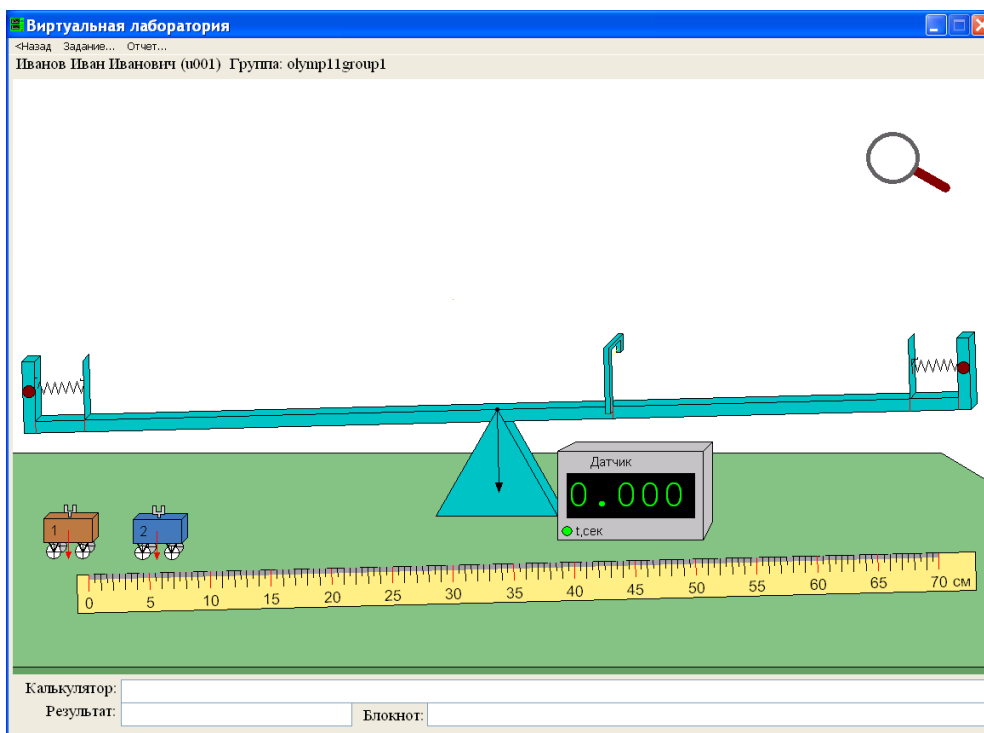
Массу определите с точностью не хуже чем до целых, угол - до не хуже чем до тысячной, энергию - не хуже чем до десятых, и отошлите результаты на сервер. В промежуточных вычислениях сохраняйте не менее 4 значащих цифр.

Ускорение свободного падения считайте равным  $9.8 \text{ м/с}^2$ . **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	$130 \pm 2$ г
Угол наклона рельса	$0.0260 \pm 0.0012$ радиан
Кинетическая энергия $E_1$	$7.3 \pm 0.5$ 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**.

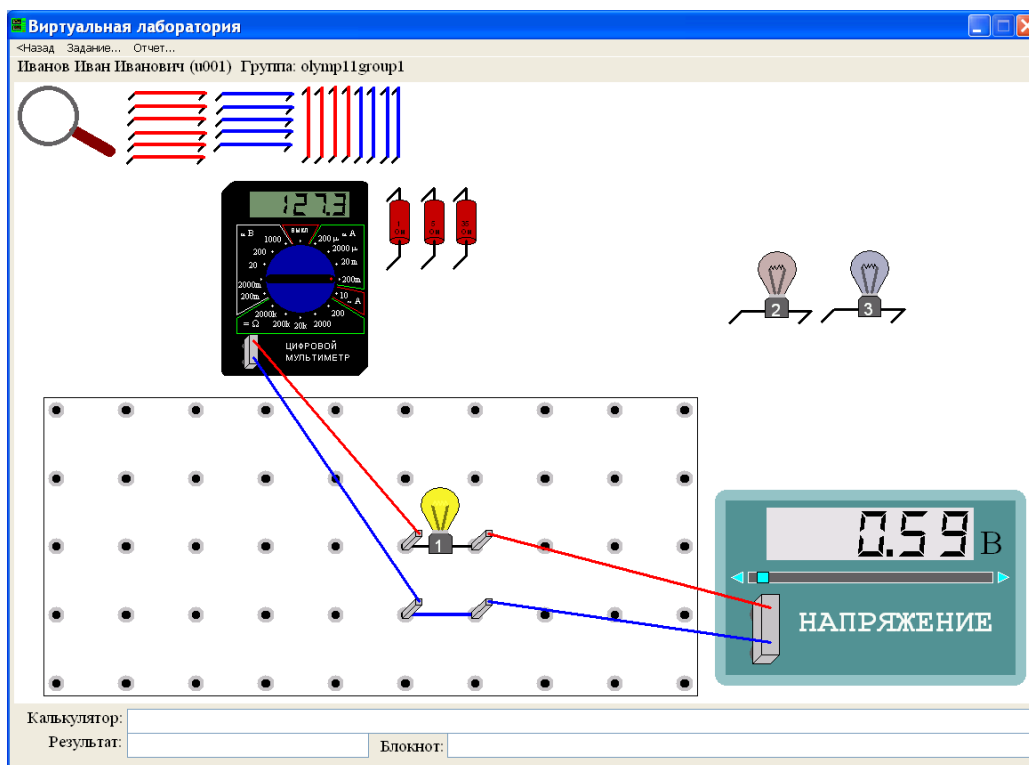
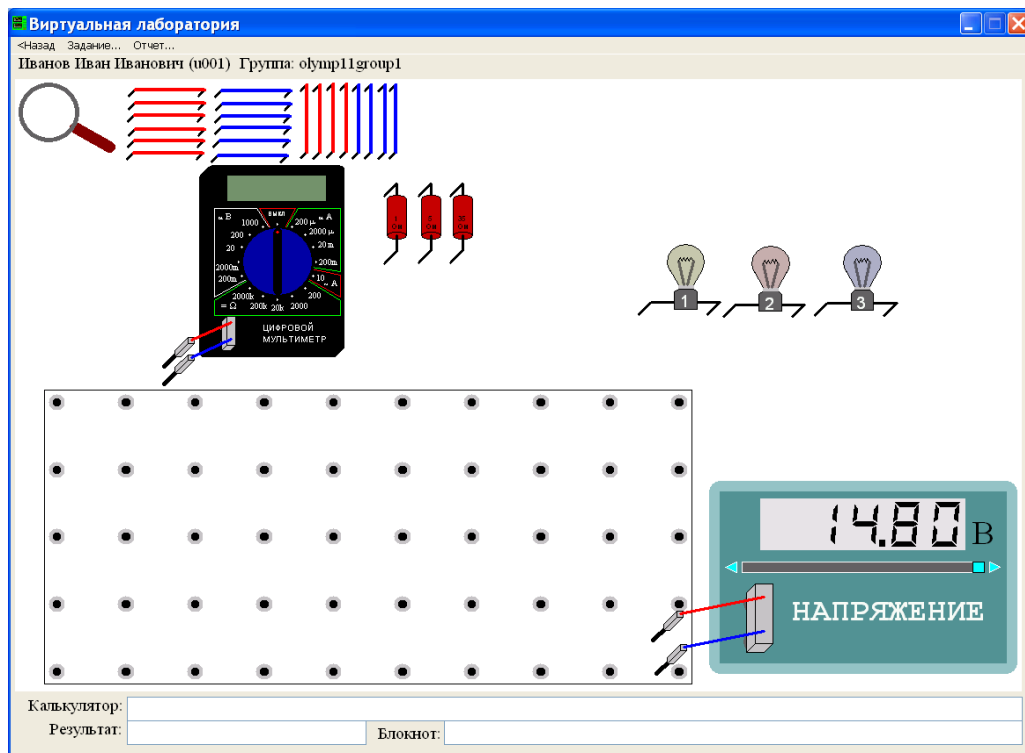
Внутреннее сопротивление источника напряжения и мультиметра в режиме амперметра пренебрежимо мало. Считайте, что сопротивление лампочек не зависит от тока через них.

Буква  $\mu$  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.

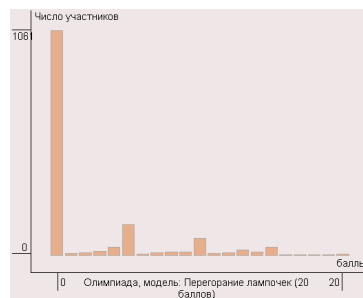


**Ответы:**

Сопротивление лампочки 1	$4.65 \pm 0.09 \text{ Ом}$
Напряжение перегорания лампочки 1	$0.884 \pm 0.018 \text{ В}$
Максимальная мощность лампочки 2	$5.82 \pm 0.23 \text{ Вт}$

Максимальная мощность  $W$

$269 \pm 3$  Вт



Сложность: очень высокая

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

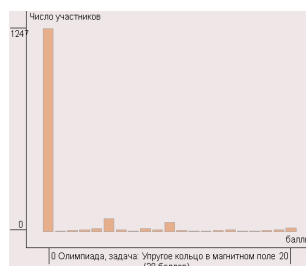
Плоскость упругого кольца радиусом  $R_0 = 0.7$  м, расположена перпендикулярно силовым линиям магнитного поля индукцией  $B = 1.6$  мТл. Если пропустить по кольцу ток силой  $I = 2.8$  А, то радиус кольца увеличится в  $X = 3.2$  раз. Определите:

- 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 точно до десятых,  $Z$  и  $Y$  с точностью до сотых. Число  $\pi = 3.1416$ . Напоминаем, что синус малого угла равен углу, выраженному в радианах.

Ответы:

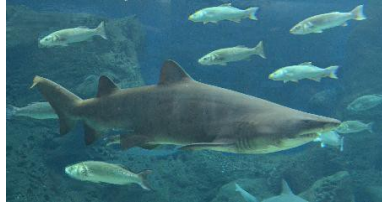
Сила натяжения кольца $F$	$10.04 \pm 0.21$ мН
Коэффициент жёсткости кольца $K$	$1.03 \pm 0.21$ мН/м
$Z = R_2 / R_0$	$6.202 \pm 0.011$
$Y = R_0 / R_3$	$1.687 \pm 0.011$



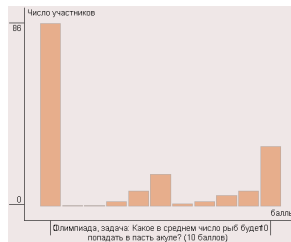
Сложность: очень высокая

## 7 класс

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

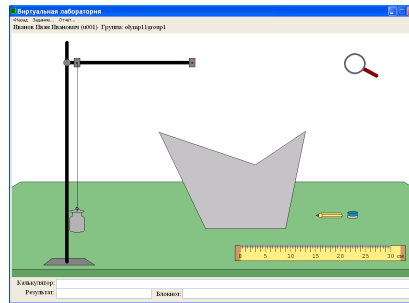


Задание с точностью до числовых параметров эквивалентно заданию №1 для 11 класса.

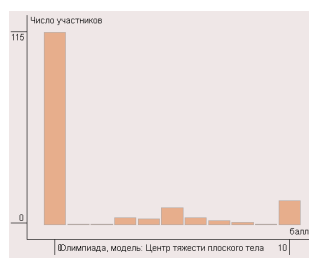


**Сложность:** умеренно высокая  
(для участников из 11 класса сложность этой задачи была низкой)

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



Задание с точностью до числовых параметров эквивалентно заданию №2 для 11 класса.



**Сложность:** высокая  
(для участников из 11 класса сложность этого задания была умеренно высокой)

### 3. Модель: Давление куба на стол (15 баллов)

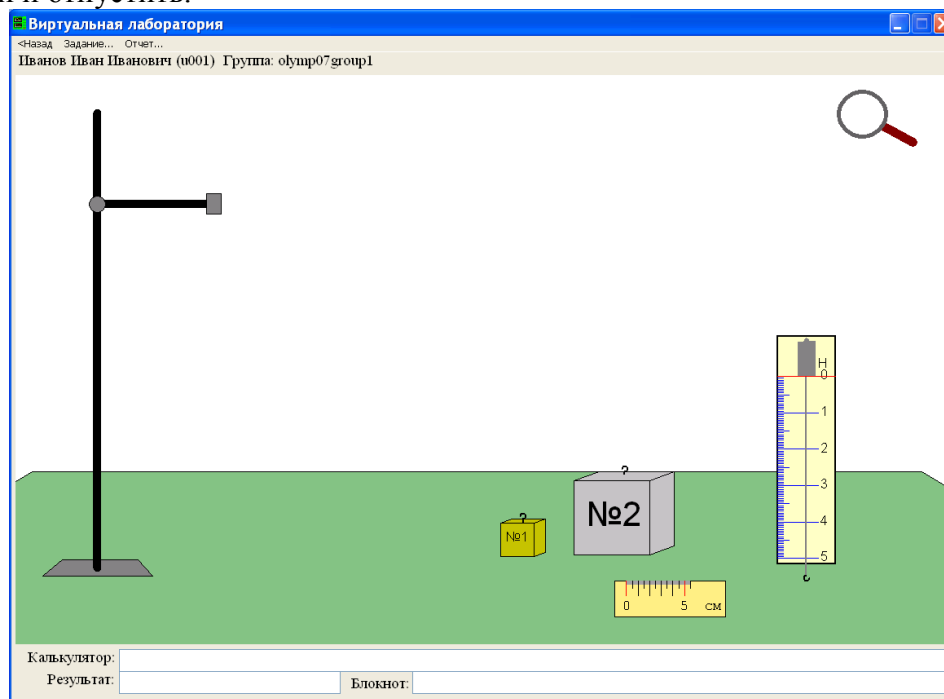
Имеется штатив, динамометр, линейка и два куба.

Найдите с точностью не хуже 0.5%:

- Массу куба №1.
- Давление куба №1 на стол.
- Плотность куба №2.

Значение  $g$  считайте равным  $9.8 \text{ м/с}^2$ . К динамометру можно цеплять тела, если предварительно закрепить динамометр в лапке штатива - занести динамометр **сбоку** на небольшую глубину в

область лапки и отпустить.



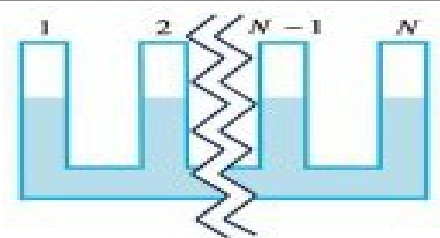
Ответы:

Масса куба №1	$112.2 \pm 1.1$ г
Давление куба №1 на стол	$1308 \pm 13$ Па
Плотность куба №2	$1.746 \pm 0.044$ г/см <sup>3</sup>



Сложность: средняя

#### 4. Задача: В сообщающиеся сосуды налита ртуть. (15 баллов)



В  $N=9$  одинаковых, сообщающихся между собой сосудов налита ртуть плотностью  $13.6$  г/см<sup>3</sup>. Найдите:

1) На сколько миллиметров поднимется уровень ртути в оставшихся сосудах, если в один из сосудов налить слой масла плотностью  $0.84$  г/см<sup>3</sup> и высотой  $17$  см?

2) Какой одинаковой высоты слой масла в сантиметрах надо налить во все сосуды кроме одного, чтобы в оставшемся сосуде уровень ртути поднялся на  $0.8$  см?

3) На какую высоту в миллиметрах поднимется ртуть в оставшемся сосуде, если в каждый из первых  $8$  сосудов долить слой масла в сантиметрах

равный номеру сосуда? Известно, что ртуть из сосудов, в которые долили масло, не вытесняется полностью и масло не переливается через край сосудов.  
 Ответы приведите с точностью до сотых.

Ответы:

На сколько поднимется уровень ртути	$1.167 \pm 0.011$ мм
Высота слоя масла	$14.6 \pm 0.1$ см
На сколько поднимется уровень ртути в оставшемся сосуде	$2.47 \pm 0.05$ мм



Сложность: чрезвычайно высокая

### 5. Олимпиада, модель: Наклонный рельс с лебёдкой и два бруска (15 баллов)

Имеется наклонный рельс с лебёдкой, датчиком натяжения нити и датчиком времени, линейка и два бруска.

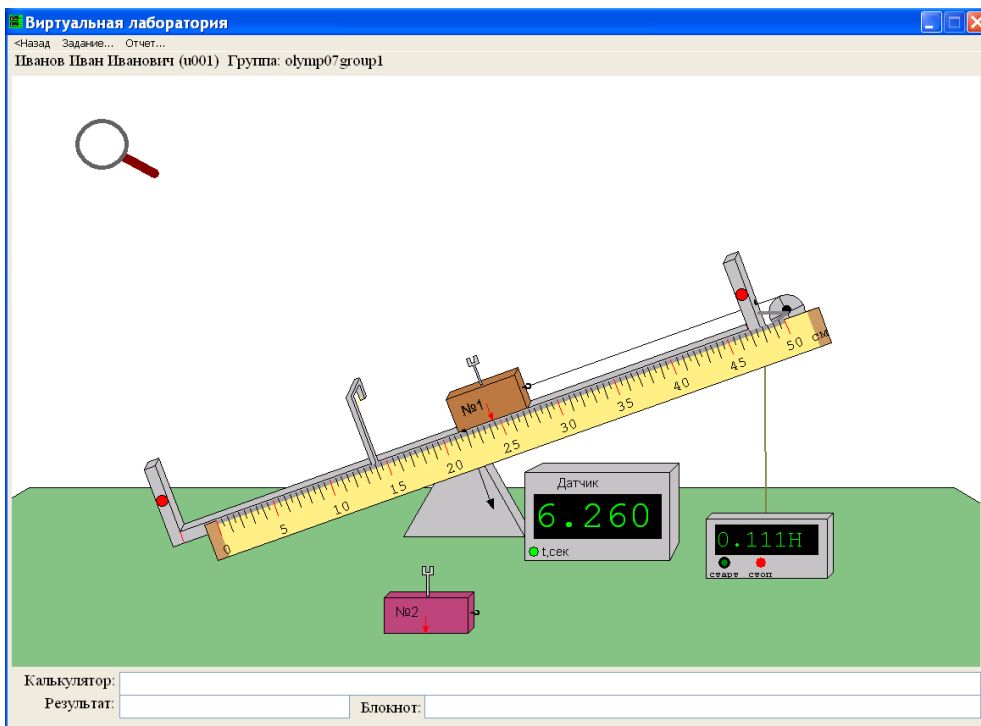
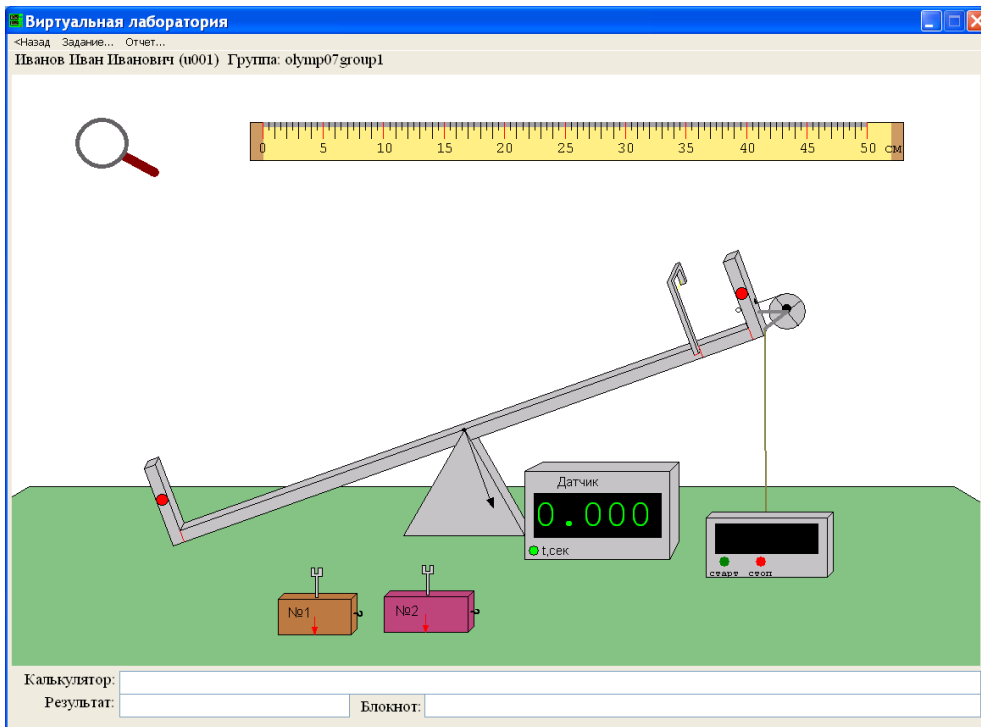
Брусочек можно ставить на рельс. После чего можно присоединить к бруску нить от лебёдки – потянуть за петельку нити, выходящей из отверстия в правой стенке рельса, и присоединить её к крючку бруска. Электронный динамометр объединён с лебёдкой, они включаются кнопкой "Старт" и выключаются кнопкой "Стоп". Колесо лебёдки крутится с постоянной скоростью наматывания нити. Трения в системе нет.

Масса первого бруска  $m_1 = 33.1$  г. Ширина  $w$  брусочков одинакова и равна  $w = 1$  см. Сила, действующая на брусочек, который тащит лебёдка, пропорциональна его весу, и коэффициент пропорциональности зависит только от угла наклона рельса.

Линейку можно вращать, схватившись мышью за окрашенный край, и перемещать.

Найдите с точностью не хуже 0.5%:

- Скорость  $v$  движения бруска при его подъёме лебёдкой.
- Массу бруска №2.
- Плотность бруска №2



**Ответы:**

Скорость движения бруска	$2.3 \pm 0.023 \text{ см/с}$
Масса бруска №2	$65.3 \pm 0.65 \text{ г}$
Плотность бруска №2	$3.15 \pm 0.03 \text{ г/см}^3$



Сложность: высокая

### 6. Задача: С какой погрешностью можно гарантированно измерить массу груза? (10 баллов)

Имеются рычажные весы и набор гирь 10 кг, 5 кг, 5 кг, 300 г, 10 г.

1. Какой максимальный вес  $P_{\max}$  груза можно измерить с помощью этого набора гирь?
2. С какой погрешностью  $\Delta m$  можно гарантированно измерить массу груза, лежащую в диапазоне от 15 кг до 15 кг 300 г?

Массу гирь считать точной, ускорение свободного падения  $g=9.8 \text{ м/с}^2$ .

Задание разрешено переделывать, но за повторную отсылку результатов на сервер начисляется до 2 штрафных баллов, вычитаемых из полученной за задание оценки.

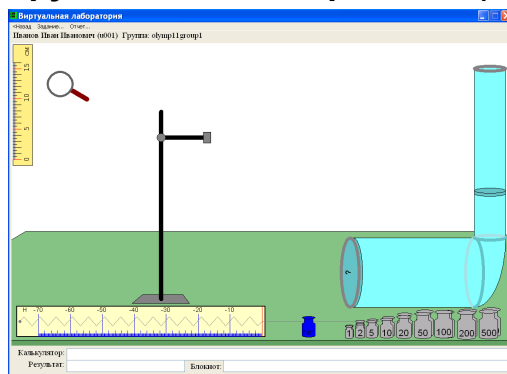
Ответы:

Максимальный вес $P_{\max}$	$199.04 \pm 0.1 \text{ Н}$
Погрешность измерения $\Delta m$	$140 \pm 0.1 \text{ г}$

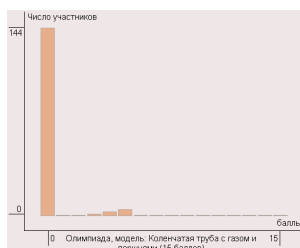


Сложность: средняя (для второй части задачи – высокая)

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



Задание с точностью до числовых параметров эквивалентно заданию №5 для 11 класса.



Сложность: чрезвычайно высокая (для 11 класса была очень высокая)

## 8 класс

### 1. Задача: Найдите объем пустого места в контейнере (15 баллов)

Масса картофеля, доверху заполняющего контейнер объемом  $4.2 \text{ м}^3$ , составляет  $1430 \text{ кг}$ . При этом картофеляина массой  $99.2 \text{ г}$ , занимает объем  $84 \text{ см}^3$ . Найдите:

1) объем пустого места в контейнере в  $\text{м}^3$  с точностью до сотых.  
2) какую массу сухого песка (плотность сухого песка равна  $1.5 \text{ г/см}^3$ ) можно засыпать в контейнер с картофелем, чтобы он был полностью заполнен? Ответ приведите в килограммах с точностью до целых.

3) чему будет равна масса содержимого контейнера с песком и картофелем, если в него долить воду до тех пор, пока она не перестанет впитываться песком (плотность влажного песка равна  $2 \text{ г/см}^3$ )?

Ответ приведите в килограммах с точностью до целых.

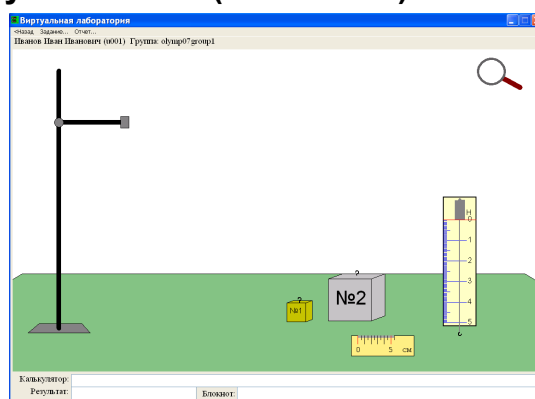
Ответы:

Объем пустого места в контейнере	$2.989 \pm 0.011 \text{ м}^3$
Масса песка	$4483.7 \pm 1.1 \text{ кг}$
Масса контейнера с мокрым песком	$7408.3 \pm 1.1 \text{ кг}$

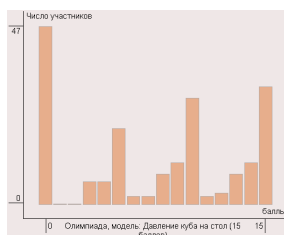


Сложность: средняя.

### 2. Модель: Давление куба на стол (15 баллов)



Задание с точностью до числовых параметров эквивалентно заданию №3 для 7 класса.



Сложность: средняя

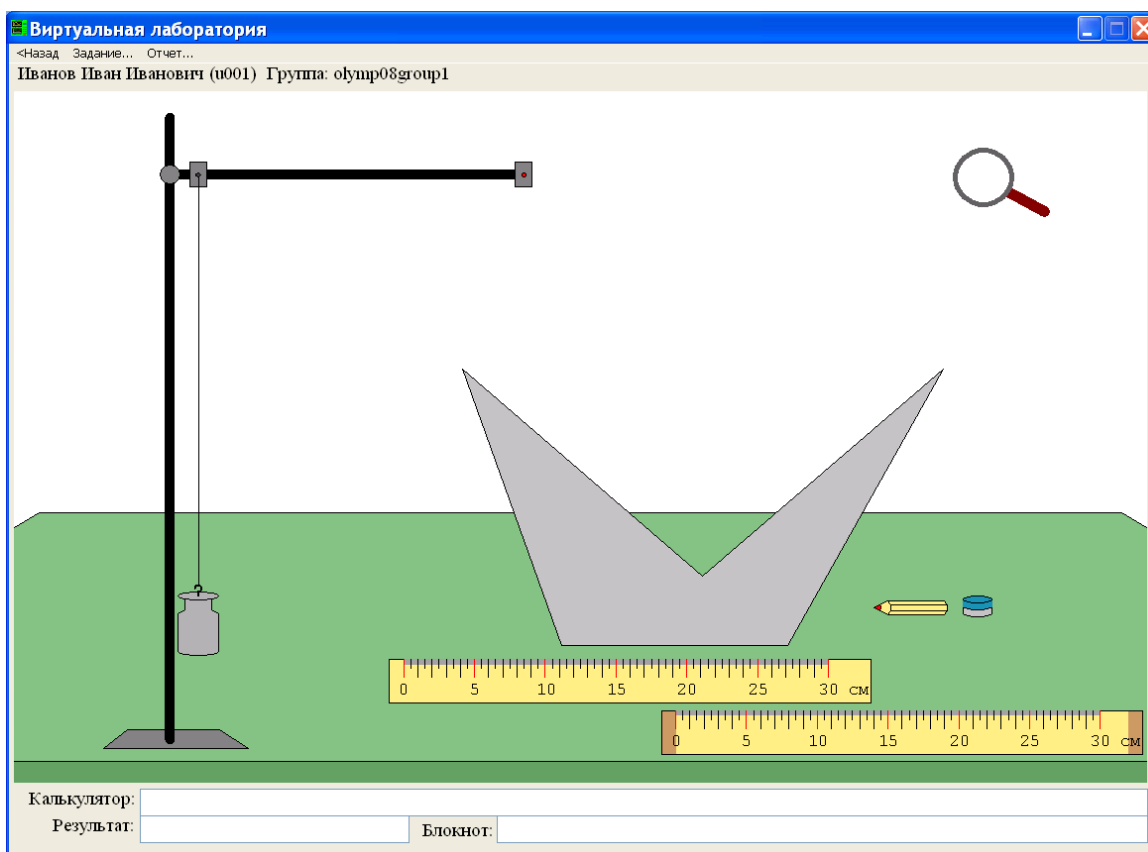
### 3. Модель: Центр тяжести плоского тела сложной формы (10 баллов)

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 которую закрепляется тело, видна в виде красной точки. Груз можно подвешивать к той же оси. Линейки можно перемещать, ухватившись "мышью" за центральную область. Одну из линеек можно вращать, ухватившись за окрашенный коричневым край линейки. Вращение и перемещение линеек возможны как в обычном режиме, так и в режиме действия увеличительного стекла.

Карандашом можно проводить линию вдоль линейки, приложенной к телу.

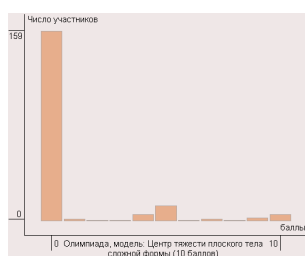
Стирательная резинка, отпущенная в области проведённой линии, удаляет её.



Задание похоже на задание 2 для 11 и 7 классов, однако отличается по набору инструментов (имеется дополнительная линейка) и выполняемым действиям. Оно гораздо более сложное.

Ответы:

Минимальное расстояние $R_{\min}$	$2.9 \pm 0.13$ см
Максимальное расстояние $R_{\max}$	$22.7 \pm 0.13$ см



**Сложность:** очень высокая

#### 4. Задача: С какой погрешностью можно гарантированно измерить массу груза? (10 баллов)

Задание с точностью до числовых параметров эквивалентно заданию №6 для 7 класса.



**Сложность:** средняя (для второй части задачи – высокая)

#### 5. Модель: Определите массу, температуру и плотность тела (15 баллов)

В мензурке находится вода, имеющая удельную теплоёмкость 4200 Дж/(кг·град), удельная теплоёмкость тела, имеющего форму куба, равна 730 Дж/(кг·град). Тело обладает очень хорошей теплопроводностью, поэтому можно считать, что его температура во всём объёме устанавливается мгновенно. То же относится к установлению температуры воды.

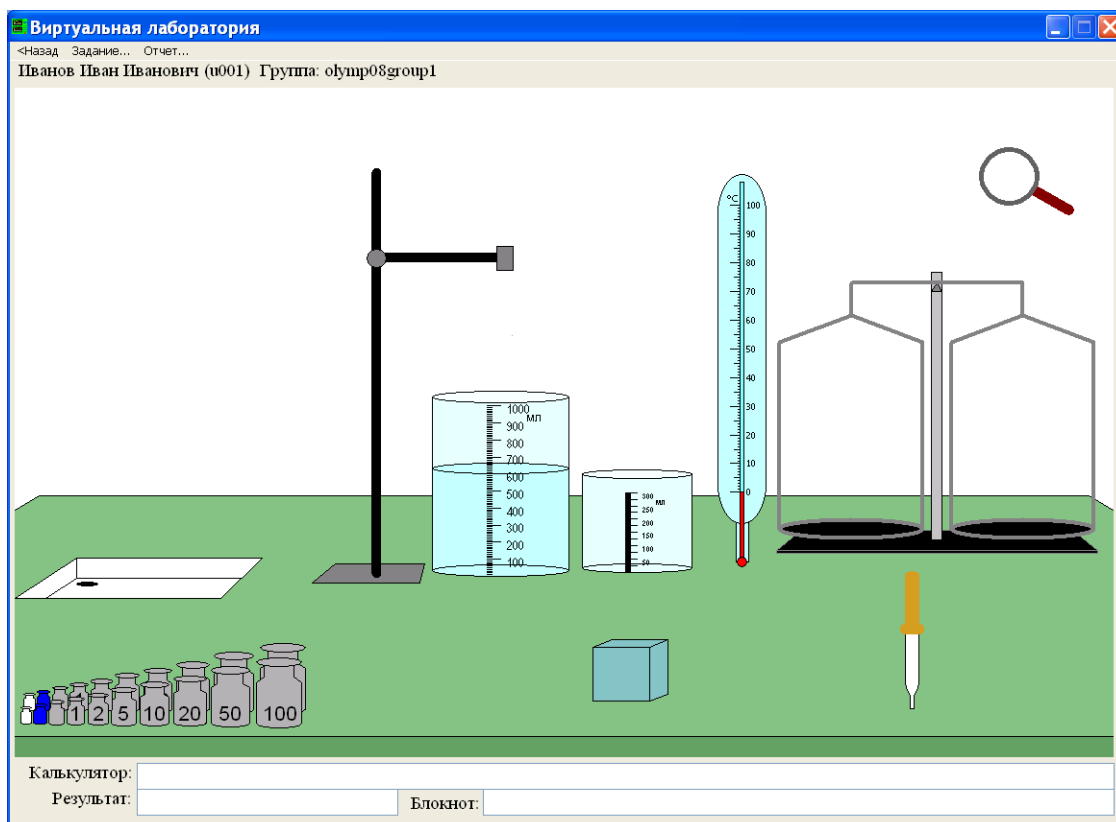
Постарайтесь придумать, каким образом наиболее точно определить температуру тела. Измерьте массу, первоначальную температуру и плотность тела. Занесите результаты в отчёт и отправьте его на сервер.

Плотность задавать с точностью до сотых, температуру - до десятых. Считать, что на воздухе температура тела не изменяется (в том числе на весах). Теплоёмкостью градусника и стаканов можно пренебречь. Плотность воды считать равной 1000 кг/м<sup>3</sup>.

Не забывайте, что **стаканы массивны**.

Задания модели можно переделывать, но за каждую повторную отсылку на сервер назначается до 6 штрафных баллов.

Захват штатива можно перемещать, а термометр - закреплять в захвате штатива (отпустив термометр так, чтобы его край находился в области захвата). Увеличительное стекло позволяет просматривать в увеличенном масштабе любой участок экрана, после чего щелчок мышью в любом месте экрана возвращает первоначальный масштаб.



Ответы:

Масса тела	$567 \pm 2$ г
Первоначальная температура тела	$83 \pm 3$ °C
Плотность тела	$8.4 \pm 0.08$ г/см <sup>3</sup>



Сложность: высокая

### 6. Задача: Во сколько раз уменьшится промежуток времени? (10 баллов)

Два спортсмена бегут в одну сторону со скоростью 4.3 м/с. Между ними бежит собака со скоростью 8.6 м/с. На дорогу от одного спортсмена и обратно собака затрачивает некоторый промежуток времени. Найдите:

- 1) Во сколько раз **K1** уменьшится этот промежуток, если скорость собаки увеличится вдвое при неизменной скорости спортсменов?
- 2) Во сколько раз **K2** уменьшится этот промежуток, если скорость спортсменов уменьшится вдвое при неизменной скорости собаки?

Ответы дать с точностью до сотых.

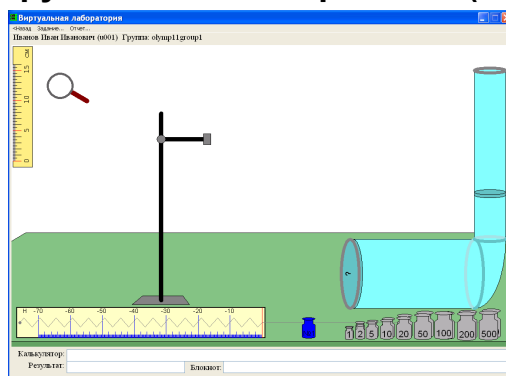
Ответы:

1) Промежуток уменьшится в K1 =	$2.50 \pm 0.011$ раз
2) Промежуток уменьшится в K2 =	$1.25 \pm 0.011$ раз



**Сложность:** высокая

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



Задание с точностью до числовых параметров эквивалентно заданию №5 для 11 класса.



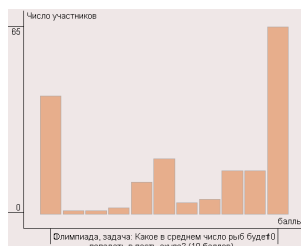
**Сложность:** сверхвысокая

## 9 класс

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

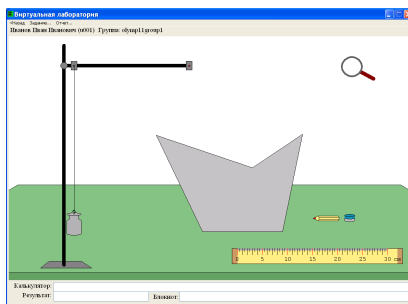


Задание с точностью до числовых параметров эквивалентно заданию №1 для 11 класса.

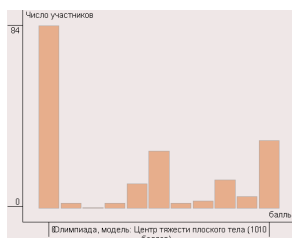


**Сложность:** умеренно низкая

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

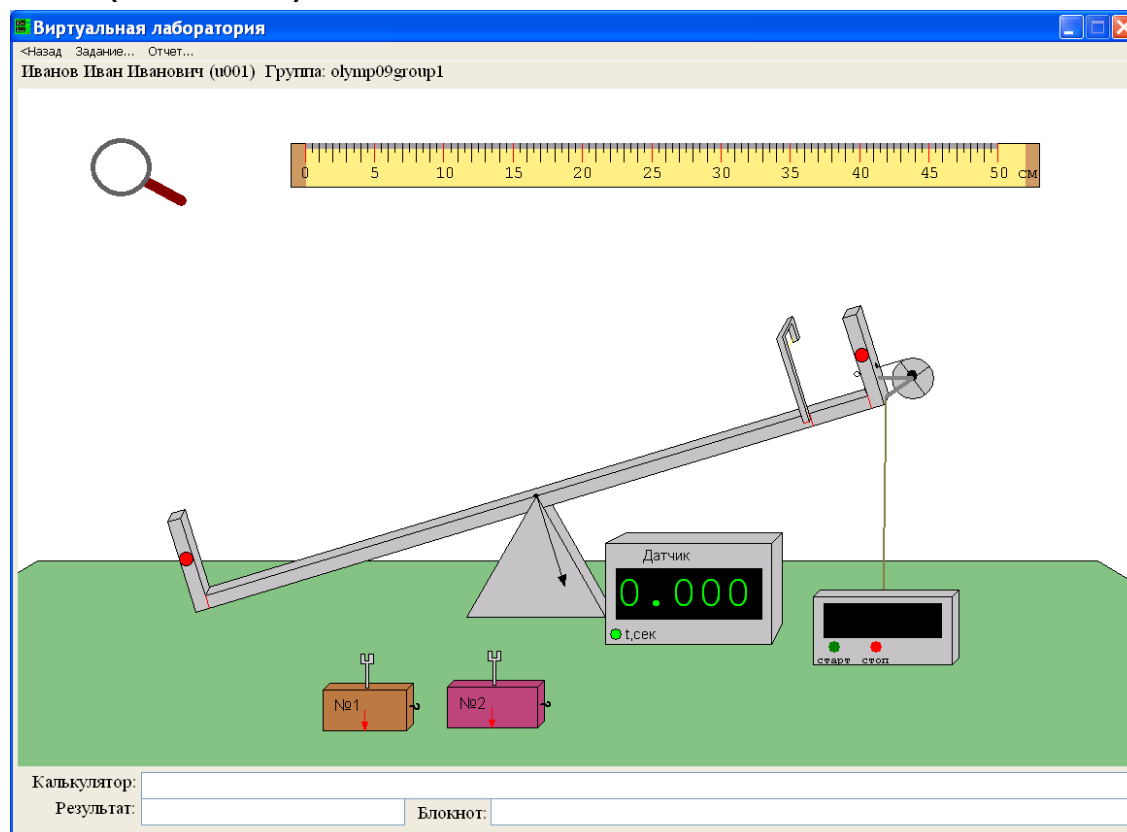


Задание с точностью до числовых параметров эквивалентно заданию №2 для 11 класса.



Сложность: умеренно высокая

## 3. Модель: Наклонный рельс с лебёдкой - найти параметры двух брусков (20 баллов)



Имеется наклонный рельс с лебёдкой, датчиком натяжения нити и датчиком времени, линейка и два бруска.

Брусек можно ставить 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 скоростью наматывания нити. Трения в системе нет. Угол наклона рельса  $\alpha=0.3$  радиан. Ширина  $w$  брусков одинакова и равна  $w=1$  см. Найдите с точностью не хуже 0.5%:

- Скорость  $v$  движения бруска при его подъёме лебёдкой.
- Массу бруска №1.
- Массу бруска №2.
- Плотность бруска №2

Значение ускорения свободного падения  $g=9.8$  м/с<sup>2</sup>.

Задание похоже на задание №5 для 7 класса, однако отличается по содержанию.

**Ответы:**

Скорость движения бруска	$2.50 \pm 0.025$ см/с
Масса бруска №1	$26.1 \pm 0.26$ г
Масса бруска №2	$50.3 \pm 0.5$ г
Плотность бруска №2	$2.58 \pm 0.026$ г/см <sup>3</sup>



**Сложность:** умеренно высокая

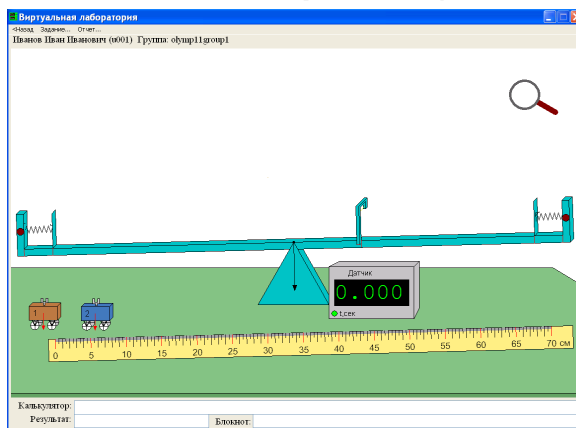
#### 4. Задача: С какой погрешностью можно гарантированно измерить массу груза? (10 баллов)

Задание с точностью до числовых параметров эквивалентно заданию №6 для 7 класса.



**Сложность:** средняя (для второй части задачи – умеренно высокая)

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

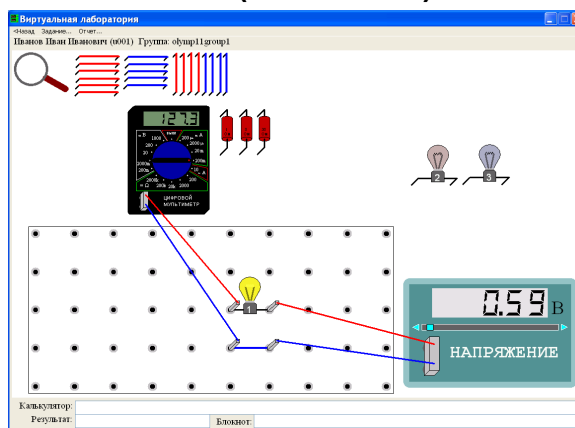


Задание с точностью до числовых параметров эквивалентно заданию №6 для 11 класса.



Сложность: очень высокая

## 6. Модель: Перегорание лампочек (20 баллов)



Задание с точностью до числовых параметров эквивалентно заданию №7 для 11 класса.



Сложность: очень высокая

## 7. Задача: Путники (10 баллов)

Из пункта А в пункт С выезжает велосипедист, одновременно навстречу ему из пункта С в пункт А выезжает всадник, а из пункта В, находящегося посередине между пунктами А и С, выходит турист и также движется в пункт А. В тот момент, когда велосипедист встретил туриста, всадник находился от них на расстоянии  $S_1=651$  м в направлении пункта С, а в тот момент, когда всадник догнал туриста, велосипедист прибыл в пункт С и расстояние от него до туриста равнялось  $S_2=1565$  м.

1) Определите, каким было расстояние  $S_3$  между туристом и велосипедистом в тот момент, когда велосипедист встретился со всадником?

2) Вычислите расстояние  $L$  между пунктами А и С.

Для решения удобно воспользоваться схематическим графиком зависимости координат от времени. Результаты вводите с точностью до десятых.

Ответы:

Расстояние между туристом и велосипедистом в тот момент, когда велосипедист встретился со всадником, $S_3$	$459.8 \pm 0.51$ м
Расстояние между пунктами А и С, $L$	$2229.4 \pm 0.51$ м



**Сложность:** чрезвычайно высокая

## 10 класс

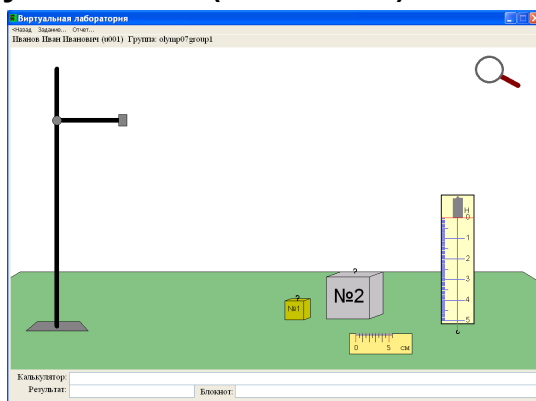
### 1. Задача: Найдите объем пустого места в контейнере (15 баллов)

Задание с точностью до числовых параметров эквивалентно заданию №1 для 8 класса.



**Сложность:** средняя.

### 2. Модель: Давление куба на стол (15 баллов)

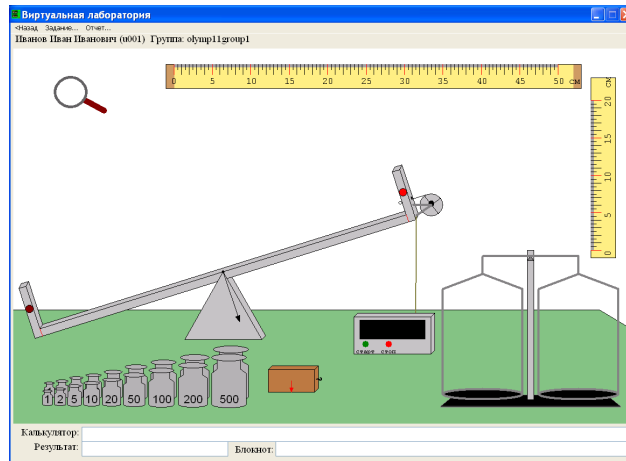


Задание с точностью до числовых параметров эквивалентно заданию №3 для 7 класса.

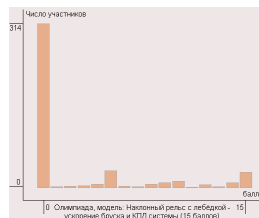


**Сложность:** низкая

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

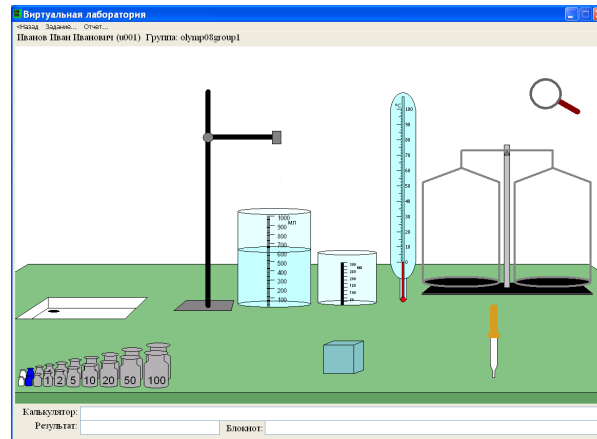


Задание с точностью до числовых параметров эквивалентно заданию №3 для 11 класса.

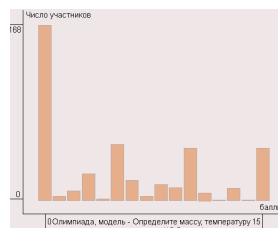


**Сложность:** очень высокая

### 4. Модель: Определите массу, температуру и плотность тела (15 баллов)

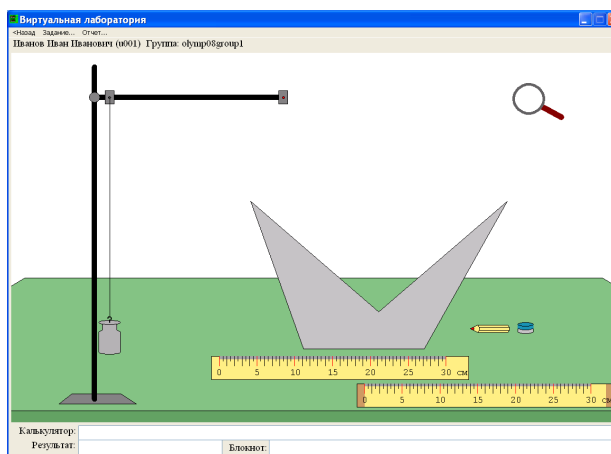


Задание с точностью до числовых параметров эквивалентно заданию №5 для 8 класса.

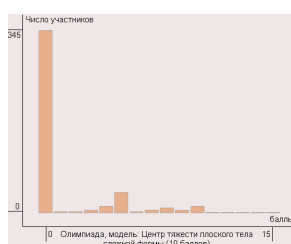


**Сложность:** умеренно высокая

## 5. Модель: Центр тяжести плоского тела сложной формы (10 баллов)

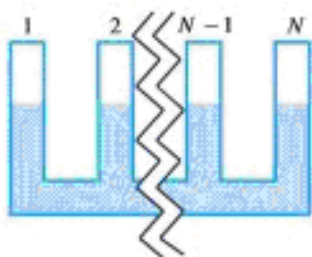


Задание с точностью до числовых параметров эквивалентно заданию №3 для 8 класса.

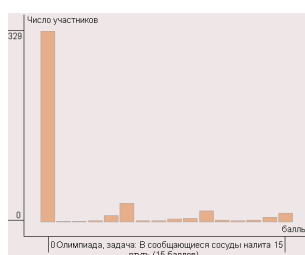


Сложность: очень высокая

## 6. Задача: В сообщающиеся сосуды налита ртуть. (15 баллов)



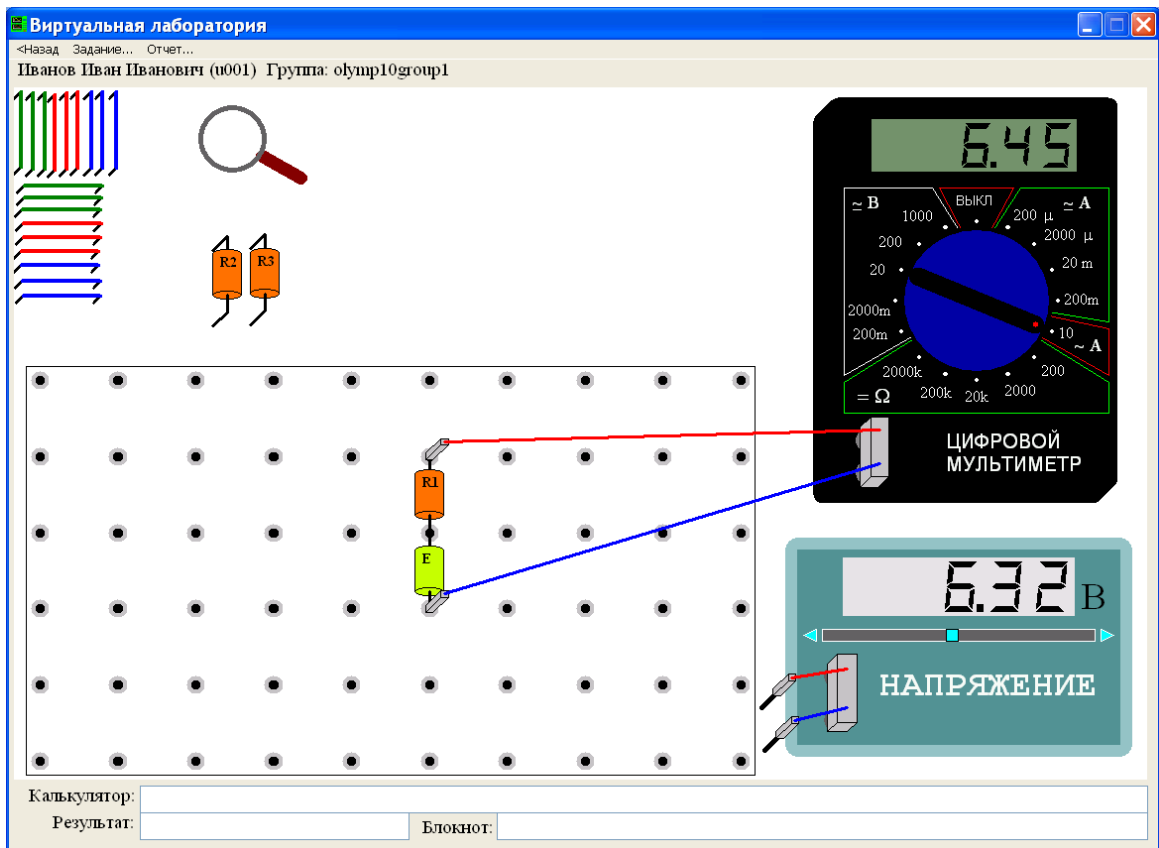
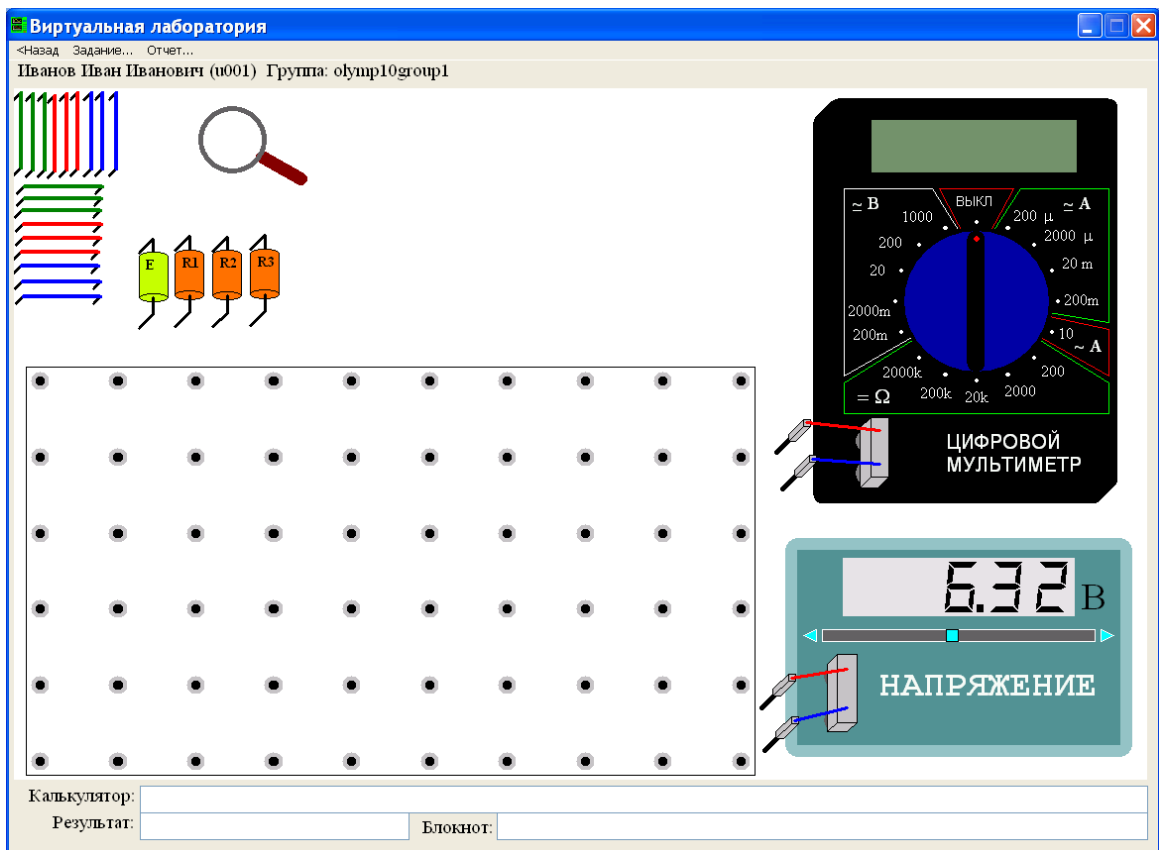
Задание с точностью до числовых параметров эквивалентно заданию №4 для 8 класса.



Сложность: очень высокая

## 7. Модель: Найдите ЭДС батарейки и сопротивление резисторов (25 баллов)

Найдите, чему равны ЭДС  $E$  батарейки, её внутреннее сопротивление  $r$ , а также сопротивление резисторов  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$ . Соберите для этого необходимую электрическую схему, проведите измерения и выполните расчеты. Величины вводите с точностью не хуже 1%.



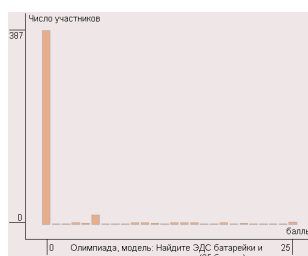
В данной работе в мультиметре отключено измерение напряжений, сопротивлений, а также часть диапазонов измерения токов.

Внутреннее сопротивление источника напряжения и мультиметра в режиме амперметра пренебрежимо мало.

Буква  $\mu$  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.  
 Тип измеряемой величины и предел измерительной шкалы мультиметра меняется с помощью поворота ручки.  
 Напряжение источника постоянного тока регулируется перемещением его движка.

**Ответы:**

ЭДС $E$	$4.00 \pm 0.05$ В
Внутреннее сопротивление $r$	$0.36 \pm 0.007$ Ом
Сопротивление $R_1$	$0.26 \pm 0.011$ Ом
Сопротивление $R_2$	$1120 \pm 22$ Ом
Сопротивление $R_3$	$86 \pm 1.7$ Ом



**Сложность:** чрезвычайно высокая

### 8. Задача: Найдите максимальное расстояние между камнями (15 баллов)

Два камня одновременно брошены из одной и той же точки с одинаковыми по величине начальными скоростями равными 73 м/с. Один камень брошен вертикально вверх, другой - под углом к горизонту. Найдите:

- 1) Максимальное расстояние  $r$  между камнями в ходе полета.
- 2) В какой момент времени  $t$  после броска это расстояние будет достигнуто?
- 3) На какой высоте  $h$  в этот момент будет находиться камень, брошенный вертикально? Сопротивлением воздуха можно пренебречь. Ускорение свободного падения  $g=9.8$  м/с<sup>2</sup>. После падения камень остается неподвижным.

Для решения задачи надо определить, при каком угле достигается максимальное расстояние между камнями. Максимум функции  $Z*(1-Z)^{0.5}$  достигается при  $Z=2/3$ .

Расстояние и высоту приведите с точностью не хуже, чем до десятых, время - не хуже, чем до сотых.

**Ответы:**

Максимальное расстояние между камнями $r$	$592 \pm 0.21$ м
Момент времени $t$	$9.93 \pm 0.012$ с
Высота $h$	$241.68 \pm 0.15$ м



Сложность: чрезвычайно высокая

## Задания дистанционных туров 2013/2014 учебного года

### 11 класс тур1

№	Задание	Сложность
1	тест - Механика, 16 вопросов (40 баллов)	низкая
2	<b>модель:</b> Температура, объём и плотность жидкости (15 баллов)	высокая
3	задача: Найдите отношение объемов тел (10 баллов)	средняя
4	задача: Найдите скорость системы, когда первый катер буксирует второй (15 баллов)	высокая
5	<b>модель:</b> Давление на дно в сообщающихся сосудах (15 баллов)	высокая
6	<b>модель:</b> Средняя скорость, вес и кинетическая энергия тележки (15 баллов)	чрезвычайно высокая
7	задача: При какой начальной скорости точка пройдет минимальный путь за вторую секунду	высокая

### 11 класс тур2

№	Задание	Сложность
1	тест - 11 класс тур2, 16 вопросов (40 баллов)	средняя
2	задача: Поезда (15 баллов)	низкая
3	задача: КПД гидравлического пресса (10 баллов)	высокая
4	<b>модель:</b> Сопротивление резисторов электрической схемы (15 баллов)	очень высокая
5	<b>модель -</b> Определение параметров кубов с помощью датчика координаты (15 баллов)	очень высокая
6	задача: Искусственный спутник Земли (10 баллов)	высокая
7	задача: Найдите период колебаний системы (20 баллов)	очень высокая

**Замечание:** тесты использовались для того, чтобы дать в младших классах попробовать свои силы наиболее “слабым” участникам, привлечь их к изучению физики. А в старших классах – чтобы проверить базовые знания участников, помочь в подготовке к ЕГЭ тем, кто не получит диплом олимпиады, и дать участникам наглядно почувствовать разницу между олимпиадными заданиями и заданиями в стиле ЕГЭ.

### 7 класс тур1

№	Задание
1	тест - 7 класс (16 вопросов, 40 баллов)
2	задача: Какова примерная длина удава? (10 баллов)
3	задача: Найдите радиус проволоки и длину карандаша (10 баллов)
4	<b>модель:</b> Цена деления линейки (15 баллов)

5	<b>модель:</b> Масса гири, масса тележки и её путь (15 баллов)
6	задача - Подскакивающий мячик (10 баллов)

### 7 класс тур2

№	Задание
1	тест - 7 класс тур2 (16 вопросов, 40 баллов)
2	задача: Барсик и щенок (15 баллов)
3	<b>модель:</b> Определите массу гирь, помеченных знаком вопроса (20 баллов)
4	задача: Стержень на двух опорах (15 баллов)
5	<b>модель:</b> Параметры жидкостей и куба (20 баллов)
6	задача: Поезда (15 баллов)

### 8 класс тур1

№	Задание
1	тест - 08 класс (16 вопросов, 40 баллов)
2	задача: Найдите установившуюся температуру воды (10 баллов)
3	<b>модель:</b> Температура, объём и плотность жидкости (15 баллов)
4	<b>модель:</b> Давление на дно в сообщающихся сосудах (15 баллов)
5	задача: Система блоков (10 баллов)
6	задача - Перевозка груза на плоту (15 баллов)

### 8 класс тур2

№	Задание
1	тест - 8 класс тур2 (16 вопросов, 40 баллов)
2	задача: Найдите равнодействующую сил, действующих на подводную лодку (15 баллов)
3	задача: Теплоход и катер (15 баллов)
4	задача - Пловцы и течение (10 баллов)
5	<b>модель:</b> Измерьте объём и температуру жидкостей (15 баллов)
6	<b>модель:</b> Длина трассы (10 баллов)

### 9 класс тур1

№	Задание
1	тест - 9 класс тур 1, 16 вопросов (40 баллов)
2	задача: Найдите радиус проволоки и длину карандаша (10 баллов)
3	<b>модель:</b> Масса гири, масса тележки и её путь (15 баллов)
4	<b>модель:</b> Давление на дно в сообщающихся сосудах (15 баллов)
5	задача: Найдите скорость системы, когда первый катер буксирует второй (15 баллов)
6	<b>модель:</b> Средняя скорость, вес и кинетическая энергия тележки (15 баллов)
7	задача: При какой начальной скорости точка пройдет минимальный путь за вторую секунду движения? (15 баллов)

### 9 класс тур2

№	Задание
1	тест - 9 класс тур2 (16 вопросов, 40 баллов)
2	задача: Найдите отношение масс шаров (10 баллов)
3	<b>модель:</b> Масса и плотность тел (20 баллов)

4	<b>модель:</b> Последовательное и параллельное соединение резисторов (20 баллов)
5	задача: Светодиодный фонарик (10 баллов)
6	задача: Поезда (15 баллов)
7	задача: Найдите период колебаний системы (20 баллов)

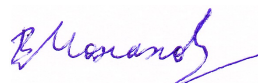
### 10 класс тур1

№	Задание
1	тест - 10 класс тур 1, 16 вопросов (40 баллов)
2	задача: Система блоков (10 баллов)
3	задача - Перевозка груза на плоту (15 баллов)
4	<b>модель:</b> Кипятильник (15 баллов)
5	<b>модель:</b> Масса гири, масса тележки и её средняя скорость на трети пути (15 баллов)
6	<b>модель:</b> Батарейка, резисторы и вольтметр (15 баллов)
7	задача: Четыре осколка (20 баллов)

### 10 класс тур2

№	Задание
1	тест - 10 класс тур2, 16 вопросов (40 баллов)
2	задача: С какой скоростью движется изображение светлячка? (10 баллов)
3	задача: Теплоход и катер (15 баллов)
4	модель: Масса гири, масса тележки и её путь (15 баллов)
5	модель: Сопротивление резисторов электрической схемы (15 баллов)
6	задача - Искусственный спутник Земли (10 баллов)
7	задача: Шар в трубе (10 баллов)

Председатель методической комиссии олимпиады,  
доцент кафедры вычислительной физики СПбГУ



В.В.Монахов