

### III. Задания итогового (очного) тура 2012/2013 учебного года

#### 11 класс, итоговый (очный) тур 2013 г.

##### 1. Олимпиада, задача: Система блоков (10 баллов)

|  |  |
|--|--|
|  | <p>Из <math>N</math> подвижных (нижние) и <math>N</math> неподвижных блоков (верхние) собран механизм, показанный на рисунке, <math>N = 24</math>. Блоки и скрепляющие их стержни можно считать невесомыми, а стержни - жёстко скреплёнными. Определите:</p> <p>1) максимальную массу груза <math>m</math>, который можно поднять, если тянуть за верёвку с силой <math>F = 350</math> Н,</p> <p>2) на какую высоту <math>h</math> поднимется груз, если выбрать верёвку на длину <math>L = 28</math> м,</p> <p>Ответы вводите с точностью до десятых. Ускорение свободного падения примите равным <math>9,8</math> м/с<sup>2</sup>.</p> |
|--|--|

Ответы:

|   |                      |
|---|----------------------|
| Максимальная масса груза $m$            | $1714.3 \pm 0.5$ кг  |
| Высота $h$ , на которую поднимется груз | $58.333 \pm 0.11$ см |

##### 2. Олимпиада, модель: Давление на дно в сообщающихся сосудах (15 баллов)

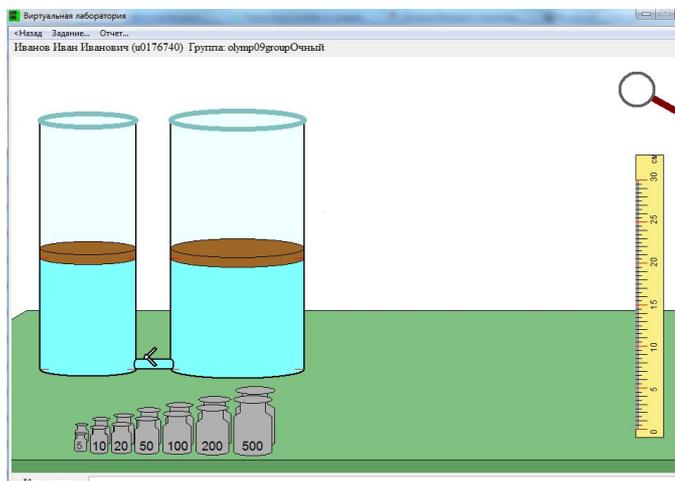
В соединяющиеся сосуды налита вода.

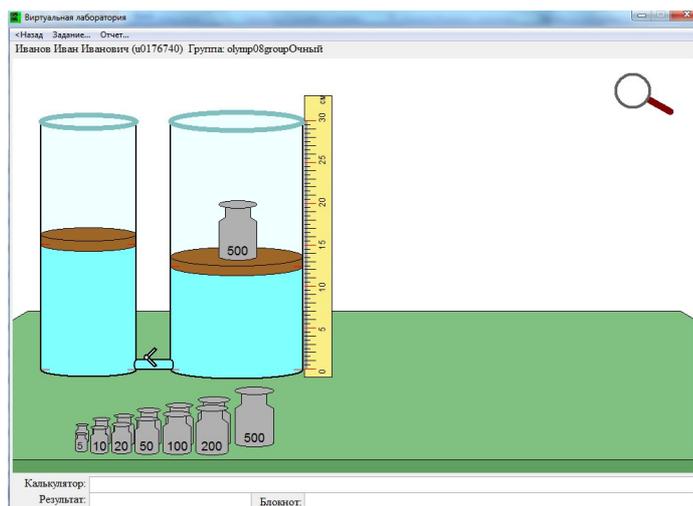
Определите с точностью до сотых избыточное по сравнению с атмосферным давление на дно левого сосуда:

1. В начальном состоянии.
2. Если закрыть кран, соединяющий сосуды, а на левый поршень поставить груз массой 685 г.
3. Если после этого открыть кран, соединяющий сосуды.

Занесите результаты в отчёт и отошлите его на сервер.

Красными рисками отмечены уровни дна сосудов и нижних частей дисков. Поршни считать невесомыми, плотность воды равной  $1$  г/см<sup>3</sup>, ускорение свободного падения  $g = 9.8$  м/с<sup>2</sup>. Объёмом воды в соединительной трубке можно пренебречь. Кран включается и выключается по щелчку мыши.





**Ответы:**

|                                      |                        |
|--------------------------------------|------------------------|
| Первоначальное давление на дно       | $1.3325 \pm 0.025$ кПа |
| Давление на дно при наличии груза    | $2.04 \pm 0.075$ кПа   |
| Давление на дно после открытия крана | $1.57 \pm 0.05$ кПа    |

### 3. Найдите скорость системы, когда первый катер буксирует второй (15 баллов)

Имеется два одинаковых катера с разными двигателями. Сила тяги каждого двигателя в процессе движения постоянна и не зависит от сопротивления среды и наличия или отсутствия у катера прицепа.

Максимальная скорость первого катера равна 8.6 м/с, второго – 5.6 м/с. Когда первый катер буксирует второй, и двигатель второго выключен, сила натяжения буксировочного троса составляет 8.8 кН.

Считая, что сила сопротивления воды прямо пропорциональна скорости, найдите:

- 1) скорость системы, когда первый катер буксирует второй и двигатель второго выключен;
- 2) скорость системы, когда первый катер буксирует второй и работают оба двигателя;
- 3) силу натяжения троса, когда первый катер буксирует второй, и работают оба двигателя.

Ответы привести с точностью до сотых.

Трос считать невесомым и достаточно длинным (так что движение воды за первым катером не затрагивает второй катер).

**Ответы:**

|  |                      |
|--|----------------------|
| Скорость, когда первый катер буксирует второй и двигатель второго выключен         | $4.299 \pm 0.03$ м/с |
| Скорость, когда первый катер буксирует второй и работают оба двигателя             | $7.101 \pm 0.03$ м/с |
| Сила натяжения троса, когда первый катер буксирует второй и работают оба двигателя | $3.069 \pm 0.03$ кН  |

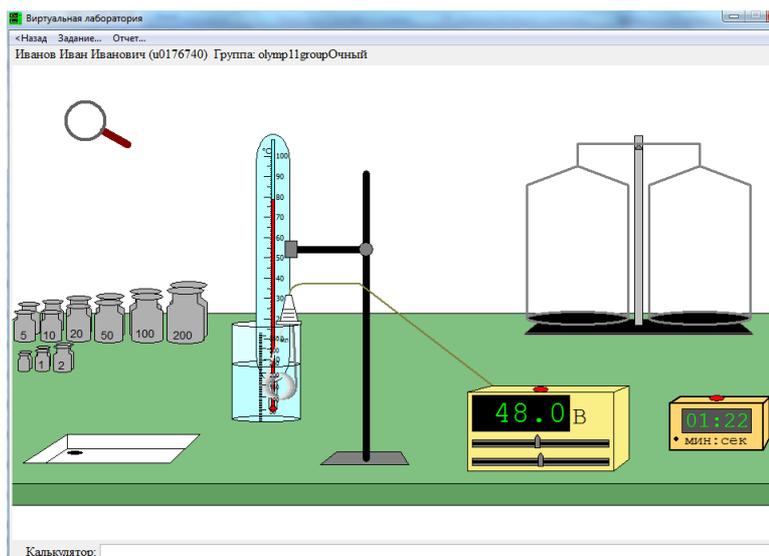
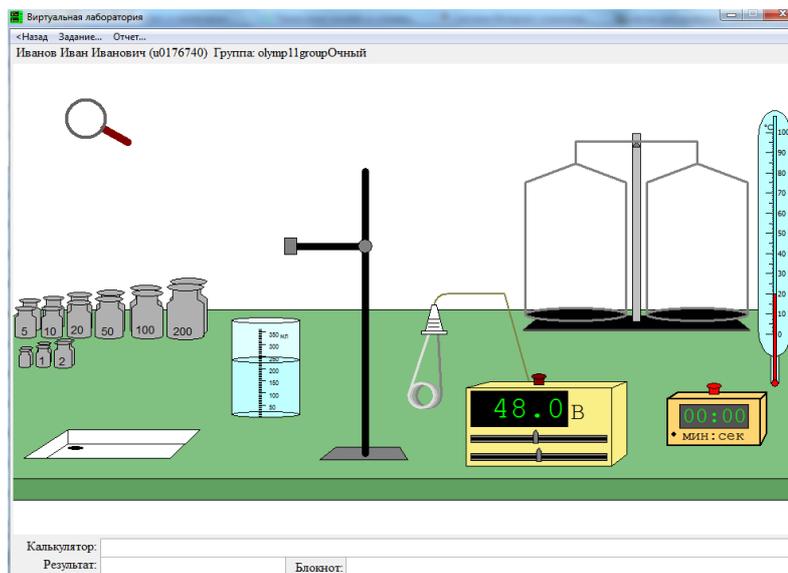
#### 4. Олимпиада, модель: Кипятильник (15 баллов)

В мензурке находится вода. На кипятильник можно подать напряжение, нажав на кнопку выключателя на источнике напряжения. Часы также включаются и выключаются с помощью кнопки.

Измерьте:

1. плотность жидкости, налитой в мензурку (с точностью до тысячных);
2. мощность  $W$ , выделяемую на кипятильнике при подаче на него напряжения (с точностью до целых);
3. электрическое сопротивление  $R$  кипятильника (с точностью до сотых).

Удельная теплоёмкость жидкости равна  $3200 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$ , теплоёмкостью мензурки и термометра можно пренебречь. Обратите внимание на то, что у мензурки имеется масса, и на то, что при подаче напряжения на кипятильник на воздухе он перегорает. Увеличительное стекло позволяет увеличивать изображение выбранной области окна. Нажатие мышью в любой части того же окна восстанавливает первоначальный масштаб.



Ответы:

|   |                                     |
|---|-------------------------------------|
| Плотность жидкости                        | $0.95015 \pm 0.0031 \text{ г/см}^3$ |
| Мощность $W$ , выделяемая на кипятильнике | $469.5 \pm 15 \text{ Вт}$           |
| Сопротивление $R$ кипятильника            | $4.89 \pm 0.3 \text{ Ом}$           |

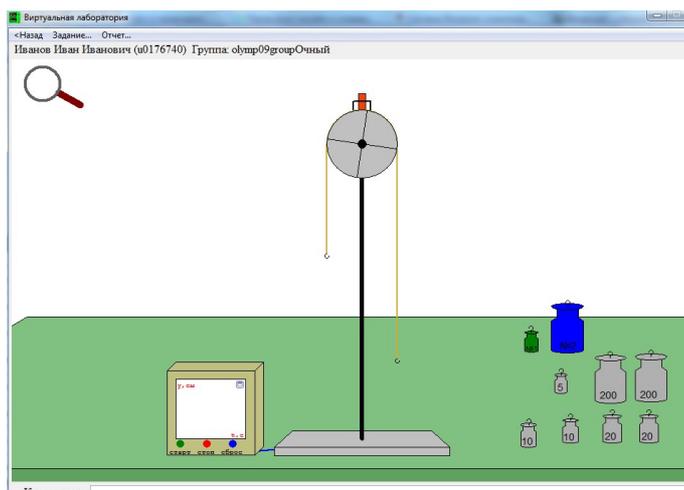
## 5. Машина Атвуда и датчик координаты (20 баллов)

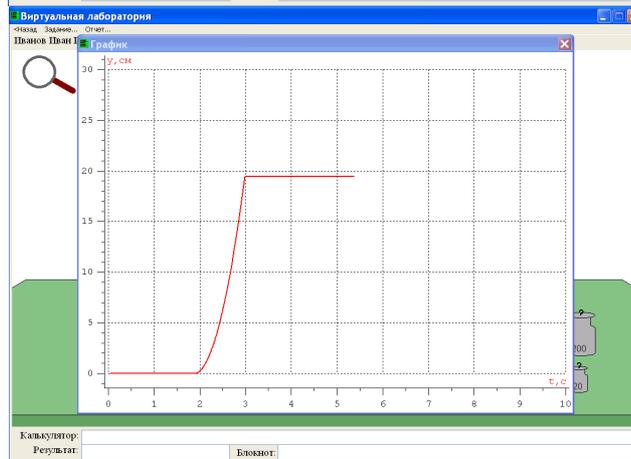
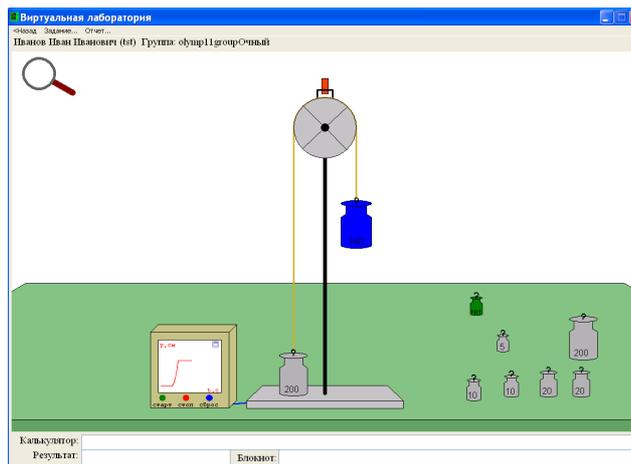
Гири и тела могут быть прицеплены к крючку нити на машине Атвуда, а также к другим гилям, уже висящим на крючке - для этого их необходимо поднести к крючку или к нижней части висящей гири и отпустить. Положение нити (в том числе с подвешенными на ней грузами) можно изменять с помощью перетаскивания нити мышью. Щелчок мыши по красной кнопке в верхней части машины Атвуда выключает или включает прижим диска, при выключении прижима индикаторы сбрасываются в ноль.

Ультразвуковой датчик координаты вмонтирован в правую часть подставки машины Атвуда. Цифровой прибор показывает на экране график зависимости от времени расстояния от датчика до нижней части подвешенного на нити груза.

Определите с точностью до сотых высоту гири №1 (учитывая крючки), то есть расстояние от нижней поверхности этой гири до нижней поверхности гири, к которой её подвешивают, и таким же образом высоту гири №2, а также с точностью до десятой массы этих гирь, и отошлите результаты на сервер.

В промежуточных вычислениях сохраняйте не менее 4 значащих цифр. Ускорение свободного падения считайте равным  $9.8 \text{ м/с}^2$ . Просмотр экрана прибора **после окончания измерений** под увеличительным стеклом или в режиме максимизации окна прибора позволяет увидеть масштабную сетку и масштабировать графики, выделяя произвольное число раз необходимые участки. Задания можно переделывать, но за каждую повторную отсылку результатов на сервер назначается до 4 штрафных баллов. Увеличительное стекло позволяет просматривать в увеличенном масштабе нужный участок экрана. Щелчок мышью в любом месте экрана возвращает первоначальный масштаб.





**Ответы:**

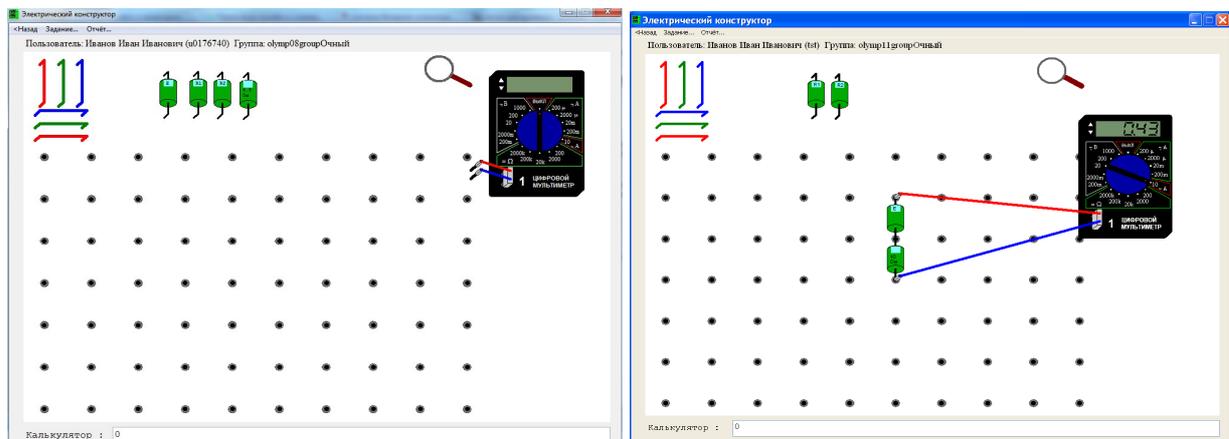
|                |                       |
|----------------|-----------------------|
| Высота гири №1 | $2.6202 \pm 0.011$ см |
| Высота гири №2 | $6.1798 \pm 0.011$ см |
| Масса гири №1  | $25.5 \pm 1.5$ г      |
| Масса гири №2  | $186.45 \pm 1.5$ г    |

## 6. Батарейка, резисторы и миллиамперметр (20 баллов)

Найдите, чему равны ЭДС  $E$  и внутреннее сопротивление  $R_0$  батарейки, обозначенной как  $E$ , а также сопротивления резисторов, обозначенных в схеме как  $R1$  и  $R2$ . Соберите для этого необходимые электрические схемы, проведите измерения и выполните расчеты. Занесите результаты в отчет и отошлите его на сервер. Значения величин указывать с точностью до сотых.

Буква  $\mu$  у диапазона мультиметра означает "микро", буква  $m$  - "милли".

Мультиметр - измерительный прибор, позволяющий измерять токи, напряжения и сопротивления, в данном задании доступно **только измерение токов**. Внутреннее сопротивление мультиметра в режиме амперметра пренебрежимо мало. Элементы можно перетаскивать мышью и подключать к клеммам панели. К клеммам можно подсоединять мультиметр и перемычки - провода, имеющие практически нулевое сопротивление. Тип измеряемой величины и предел измерительной шкалы мультиметра меняется с помощью поворота ручки. При необходимости размер мультиметра можно увеличивать или уменьшать с помощью стрелок в его левом верхнем углу.



Ответы:

|                     |                              |
|---------------------|------------------------------|
| Сопротивление $R_e$ | $3.154 \pm 0.095 \text{ Ом}$ |
| ЭДС $E$             | $5.3935 \pm 0.161 \text{ В}$ |
| Сопротивление $R1$  | $14.994 \pm 0.51 \text{ Ом}$ |
| Сопротивление $R2$  | $66 \pm 2.5 \text{ Ом}$      |

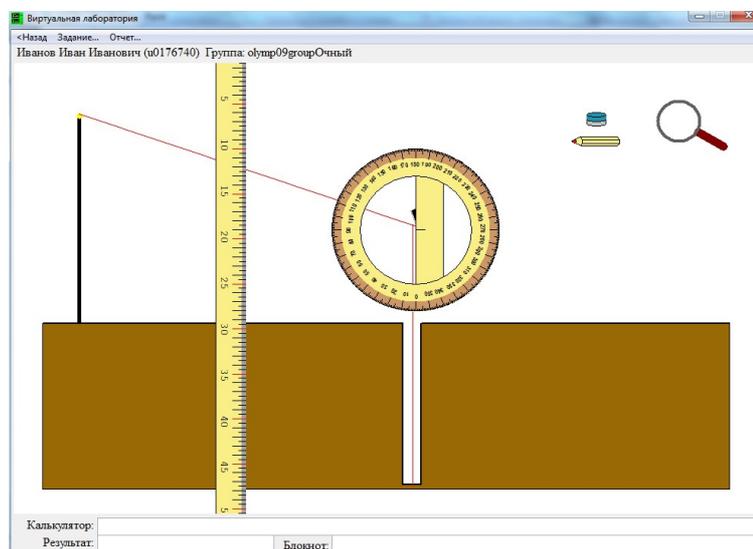
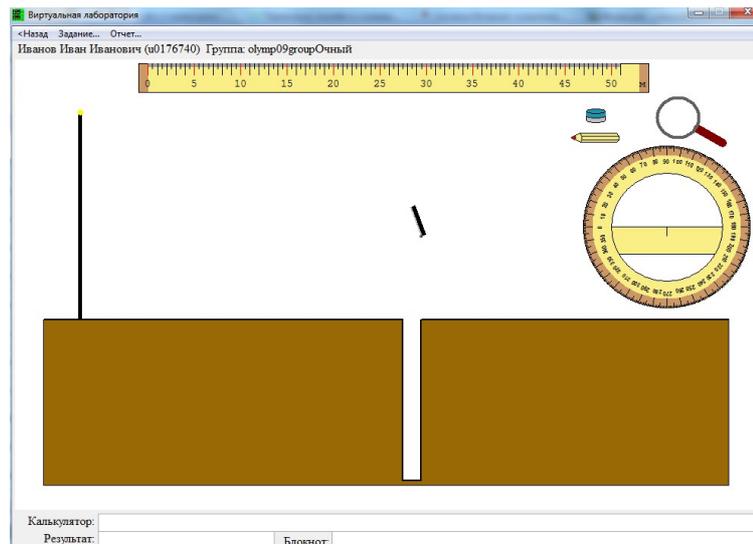
## 7. Олимпиада, модель: Фонарь, зеркало и колодец (15 баллов)

Имеется модель системы с фонарём, зеркалом и колодцем. Зеркало находится над правой стенкой колодца, его можно вращать. Свет отражается от внешней стороны серебристой части зеркала.

1. Какой будет размер светового пятна (светового "зайчика") на поверхности земли **при первоначальном положении зеркала**?
2. До какого угла с вертикалью надо повернуть зеркало для того, чтобы светильник фонаря (показан жёлтым цветом), отразившись в зеркале, осветил центр дна колодца? Угол считать положительным.
3. На каком расстоянии будет видно изображение светильника со дна колодца, если зеркало повернуть так, чтобы светильник осветил центр дна колодца?

Размер и расстояние вводить с точностью до десятых, угол - с точностью до тысячных.

Светильник считать точечным, расположенным в центре жёлтого круга, находящегося на вершине фонаря. Нижней границей поверхности зеркала считать нижний торец зеркала (или, что то же, центр оси вращения зеркала - поворотный механизм, установленный сбоку, закрывает при виде сбоку часть поверхности зеркала). Линейку и транспортир можно перемещать, ухватившись "мышью" за центральную область, и вращать, ухватившись за окрашенный коричневый край. Перемещение и вращение объектов возможно как в обычном режиме, так и в режиме действия увеличительного стекла. Обратите внимание, что деления шкалы линейки подписаны в **метрах**. Карандашом можно проводить линию вдоль линейки, приложенной к телу. Стирательная резинка, отпущенная в области проведённой линии, удаляет её.



**Ответы:**

|   |                           |
|---|---------------------------|
| Размер светового зайчика                    | $5.125 \pm 0.41$ м        |
| Угол зеркала с вертикалью для освещения дна | $0.6425 \pm 0.025$ радиан |
| Расстояние до изображения                   | $66.69 \pm 0.95$ м        |

**8. Олимпиада, задача: Термодинамический цикл одноатомного газа (20 баллов)****Ответы:**

|  |                        |
|--|------------------------|
| Работа, совершённая газом за цикл, $A$   | $76.56 \pm 0.11$ кДж   |
| Количество теплоты, полученное газом от внешних источников при переходе из состояния 1 в состояние 2, $Q_{12}$ | $283.283 \pm 0.11$ кДж |
| Количество теплоты, полученное газом от внешних источников при переходе из состояния 5 в состояние 6, $Q_{56}$ | $46.321 \pm 0.11$ кДж  |
| Количество теплоты, которое газ передал внешним телам за цикл, $Q_x$   | $482.724 \pm 0.11$ кДж |