

## 11 класс, заключительный (очный) тур

### ***Задание 1. Олимпиада, модель: Теплоемкость и другие параметры жидкости (20 баллов)***

В первом стакане находится некоторый объём  $V$  неизвестной жидкости, во втором - такой же объём  $V$  воды. Удельная теплоемкость воды  $C=4200$  Дж/(кг °С), плотность воды  $1$  г/см<sup>3</sup>. Спиртовка обеспечивает нагрев жидкостей в стаканах, поставленных на спиртовку, со скоростью  $K=106$  Дж/с.

Измерьте:

1. объём  $V$  жидкости (с точностью до 1 мл);
2. плотность жидкости (с точностью до тысячных);
3. удельную теплоемкость  $C$  жидкости (с точностью до десятков);
4. температуру кипения жидкости (с точностью до градуса).

Занесите результаты в отчёт и отошлите его на сервер.

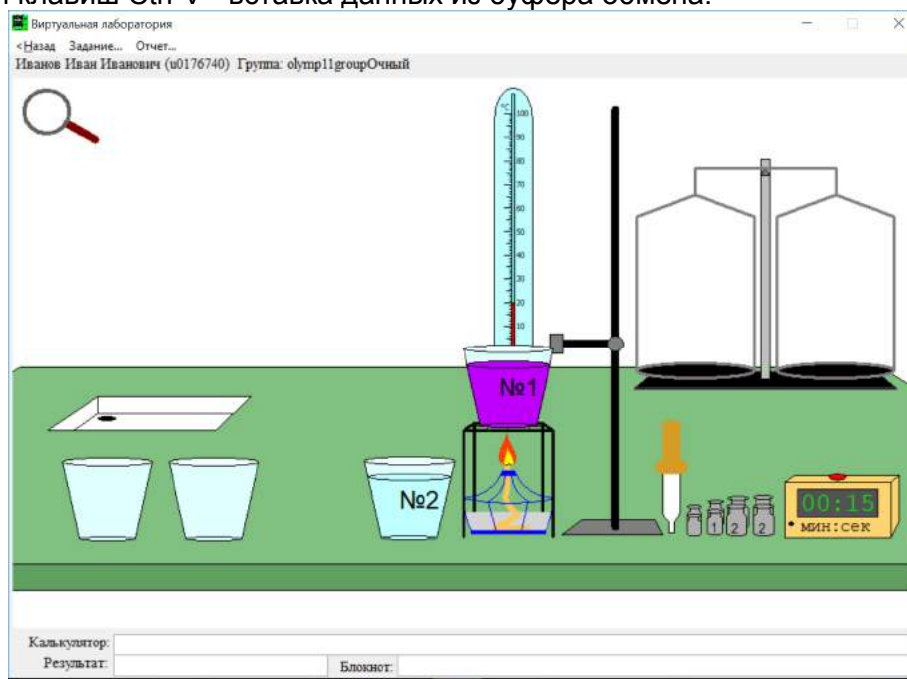
Обратите внимание на то, что у стаканов имеется масса. Теплоемкостью стаканов и градусника и потерями тепла пренебречь.

Увеличительное стекло позволяет увеличивать изображение выбранной области окна. Нажатие мышью в любой части того же окна восстанавливает первоначальный масштаб.

Жидкости можно выливать в раковину, опираясь нижней частью стакана о деревянный стержень, появляющийся при движении стакана.

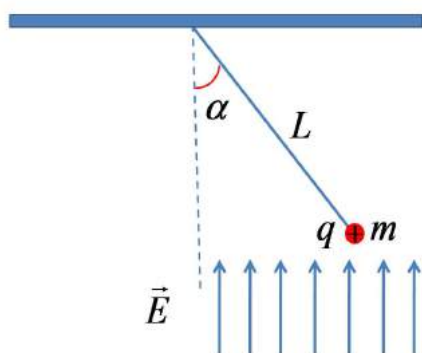
Задание возможно переделывать, но за повторные попытки начисляется до 4 штрафных баллов.

Комбинация клавиш Ctrl-C - копирование выделенной строки в буфер обмена.  
 Комбинация клавиш Ctrl-V - вставка данных из буфера обмена.



|                                    |  |                  |
|------------------------------------|--|------------------|
| Объём $V$ жидкости                 | <input type="text"/> мл                | $168.96 \pm 1.2$ |
| Плотность жидкости                 | <input type="text"/> г/см <sup>3</sup> | $0.79 \pm 0.005$ |
| Удельная теплоемкость $C$ жидкости | <input type="text"/> Дж/(кг °C)        | $2800 \pm 100$   |
| Температура кипения жидкости       | <input type="text"/> °C                | $121 \pm 2$      |

## Задание 2. Олимпиада, задача: Маятник в электрическом поле (15 баллов)



На нити длиной  $L=1.1$  м внутри плоского конденсатора подвешен маленький шарик массой  $m=23.8$  г, имеющий положительный заряд  $q=29$  мкКл. Между обкладками конденсатора создано однородное электрическое поле напряжённостью  $E=320$  В/м, направленное вертикально вверх. В начальный момент времени маятник отклоняют от положения равновесия на угол  $\alpha = 12$  градусов и отпускают (см. рисунок). Когда маятник проходит вертикаль и попадает в левую часть конденсатора, поле отключают, а когда он возвращается в правую часть конденсатора, поле восстанавливают. Поэтому можно считать, что в правой половине конденсатора имеется однородное электрическое поле напряжённостью  $E$ , а в левой половине его нет. На соответствующих участках траектории колебания считать гармоническими. Определите:

1) Период колебаний маятника  $T$ .  
 2) Максимальный угол отклонения шарика в левой половине конденсатора.  
 3) Ускорение шарика  $a$  в момент его максимального отклонения в этой области.

Ответы вводите с точностью до сотых. Число  $\pi$  примите равным 3.1416, ускорение свободного падения  $g=9.8$  кг/мс<sup>2</sup>.

Введите ответ:

Период колебаний маятника=  с,  $(2.1263 \pm 0.011)$

Максимальный угол отклонения шарика в области, где нет поля=  градусов,  $(11.76 \pm 0.05)$

Ускорение шарика в крайнем положении в области, где нет поля=  м/с<sup>2</sup>,  $(1.9965 \pm 0.011)$

### **Задание 3. Олимпиада, модель: Эксперимент в жидкости - параметры грузов и две линейки (15 баллов)**

В системе имеются два цилиндрических груза одинакового размера, но разной массы. Эксперимент проводится в жидкости, поэтому на грузы действует сила трения  $F_{\text{тр}} = -kv$ , пропорциональная скорости движения  $v$ . Из-за чего при падении почти сразу после начала движения каждый груз начинает двигаться с постоянной скоростью.

Найдите:

- Величину (абсолютное значение) установившейся скорости  $v_1$  падения груза №1 (с точностью не хуже 0.25%).
- Цену L1 самых больших делений линейки с неподписанной шкалой (с точностью не хуже 0.5%).
- Угол наклона этой линейки к горизонту (в радианах, с точностью не хуже 0.1%).

Занесите результаты в отчёт и отошлите его на сервер.

Грузы можно закреплять электромагнитом в лапке штатива - для этого необходимо поднести груз к лапке штатива и отпустить.

Если груз закреплен в лапке штатива, нажатие на зелёную кнопку, расположенную на штативе, выключает электромагнит и отпускает груз из захвата.

Горизонтальную направляющую штатива можно перемещать мышью за лапку (зажим).

Под лапкой штатива расположен эхолот, подсоединённый к прибору, показывающему зависимость координаты расположенного над эхолотом тела от времени.

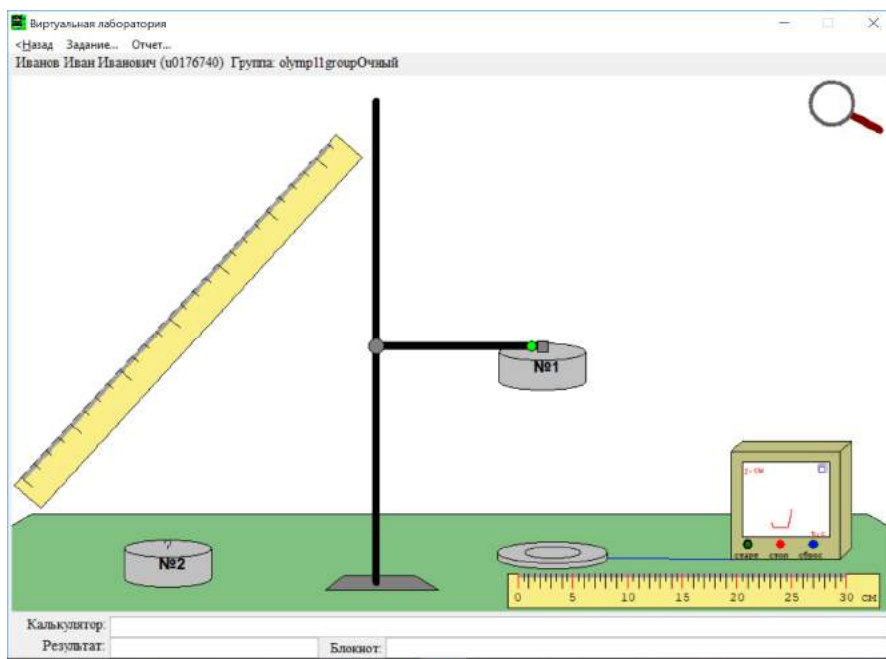
Увеличить экран прибора можно либо с помощью увеличительного стекла, либо щёлкнув мышью по значку максимизации в правом верхнем углу прибора. Для того, чтобы посмотреть участок графика в увеличенном масштабе, необходимо выделить его мышью слева направо и сверху вниз. Выделение участка графика в противоположном направлении возвращает первоначальный масштаб.

Для вычислений можно использовать калькулятор BARSIC. В нем имеются тригонометрические и обратные тригонометрические функции. Например, можно использовать выражения вида  $\sin(\pi/4+0.3*11.7)$  или  $\arctg(1/4+0.3*11.7)$  - в числах использовать десятичную точку, углы выражаются в радианах.

Задание возможно переделывать, но за повторные попытки начисляется до 3 штрафных баллов.

Комбинация клавиш Ctrl-C - копирование выделенной строки в буфер обмена.

Комбинация клавиш Ctrl-V - вставка данных из буфера обмена.



|   |                             |                   |
|---|-----------------------------|-------------------|
| Скорость груза №1                           | <input type="text"/> см/с   | $9.748 \pm 0.049$ |
| Цена L1 больших делений линейки             | <input type="text"/> см     | $6.7 \pm 0.067$   |
| Угол наклона линейки относительно горизонта | <input type="text"/> радиан | $0.84 \pm 0.0084$ |

#### **Задание 4. Олимпиада, задача: Эксперименты с батарейками и лампочками (20 баллов)**

Известно, что в процессе эксплуатации батарейки её ЭДС практически не изменяется, а внутреннее сопротивление растёт от пренебрежимо малого до очень большого. На уроке биологии нужно было подсветить одной лампочкой предметный столик, а второй - шкалу микроскопа. Два школьника решили так использовать батарейки, чтобы яркость лампочек всё время была максимально возможной. Для этого они собирали из имеющихся элементов необходимые электрические схемы. У них в распоряжении было две одинаковые новые батарейки с ЭДС =10 В, две одинаковые лампочки подходящей мощности с внутренним сопротивлением  $R=14.5$  Ом, провода с ничтожно малым сопротивлением и амперметр, сопротивлением которого также можно пренебречь. Определите:

- 1) Какой ток  $I$  тѣк в лампочке в момент, когда стало необходимо в первый раз изменить электрическую схему.
- 2) Суммарную потерю мощности  $P_1$  в батарейках в этот момент.
- 3) Какую мощность  $P$  потребляла каждая лампочка в момент, когда во второй раз пришлось изменить схему.
- 4) До какого значения  $R_2$  возросло сопротивление одной батарейки в конце того интервала, где сразу три варианта схемы одинаково хорошо позволяли выполнить поставленное условие.

Ответы вводите с точностью до сотых.

Введите ответ:

Ток в лампочке в момент, когда в первый раз пришлось изменить схему,  $I =$   А, ( $0.4598 \pm 0.011$ )

Суммарная потеря мощности в батарейках в этот момент,  $P_1 =$   Вт, ( $8.8275 \pm 0.011$ )

Мощность, потребляемая лампочкой, когда во второй раз пришлось изменить схему,  $P =$   Вт,  $(0.7667 \pm 0.011)$

Сопротивление  $R_2 =$   Ом,  $(29.0004 \pm 0.011)$

### Задание 5. Олимпиада, модель: Параметры линз и источника света (20 баллов)

Найдите с максимальной возможной точностью:

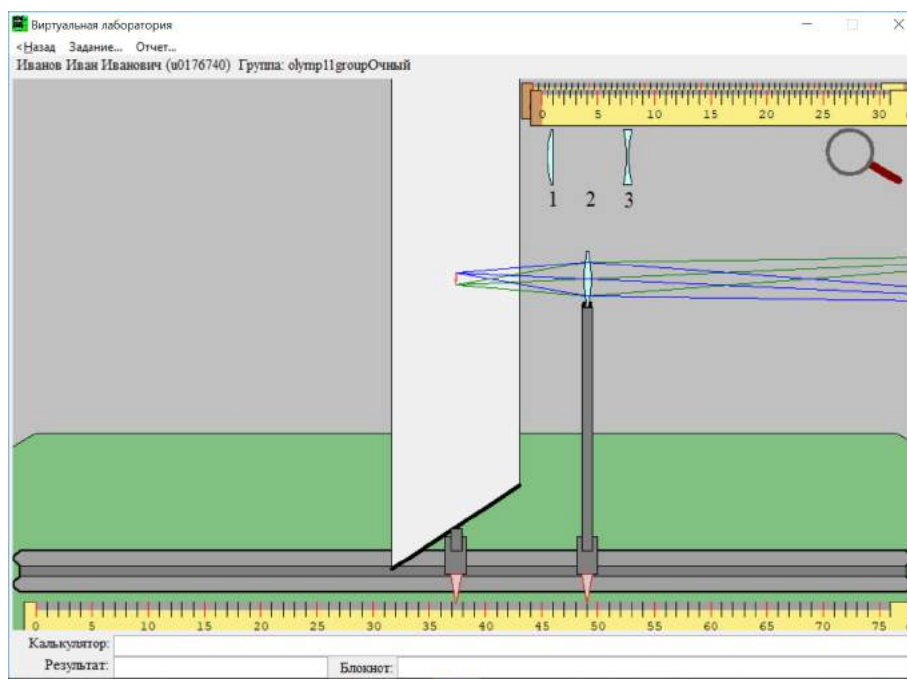
1. Положение  $d$  относительно начала шкалы источника света (светящейся стрелки), находящейся за пределами экрана.
2. Фокусное расстояние  $f_1$  линзы 1.
3. Фокусное расстояние  $f_2$  линзы 2.
4. Фокусное расстояние  $f_3$  линзы 3.

Ответы вводите с точностью до сотых.

Увеличительное стекло позволяет увеличивать изображение выбранной области окна. Нажатие мышью в любой части того же окна восстанавливает первоначальный масштаб. Задание возможно переделывать, но за повторные попытки начисляется до 4 штрафных баллов.

Комбинация клавиш Ctrl-C - копирование выделенной строки в буфер обмена.

Комбинация клавиш Ctrl-V - вставка данных из буфера обмена.

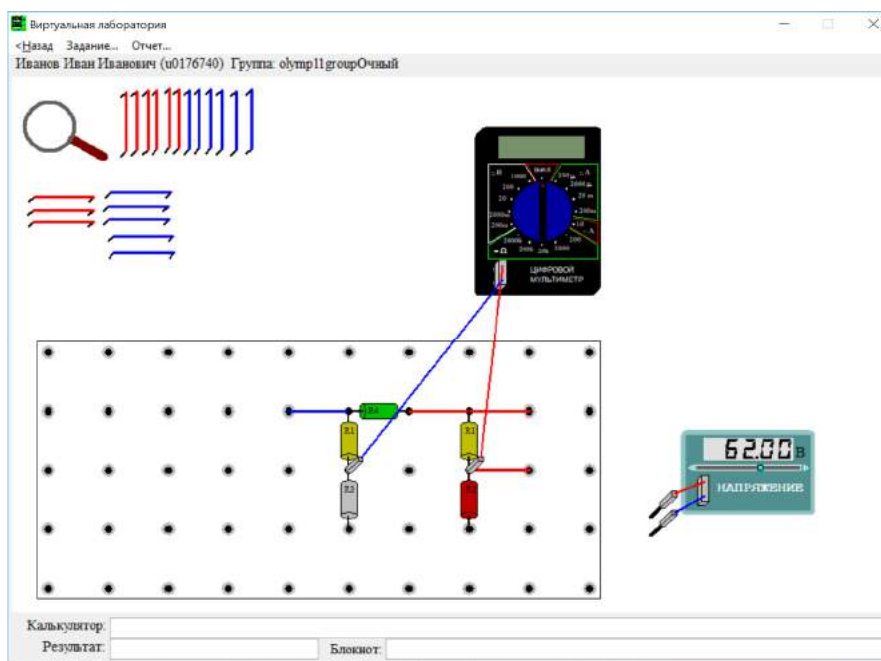


|                               |                         |                 |
|-------------------------------|-------------------------|-----------------|
| Положение $d$ источника света | <input type="text"/> см | $97.8 \pm 1$    |
| Фокусное расстояние $f_1$     | <input type="text"/> см | $14.3 \pm 0.25$ |
| Фокусное расстояние $f_2$     | <input type="text"/> см | $9.4 \pm 0.25$  |
| Фокусное расстояние $f_3$     | <input type="text"/> см | $-9.4 \pm 0.25$ |

### Задание 6. Олимпиада, модель: Схема с пятью впаянными резисторами (20 баллов)

Имеется электрическая схема из впаянных в наборную панель пяти резисторов  $R_1$ ,  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$ ,  $R_4$  и мультиметра, в которой можно подсоединяться только к их внешним

клеммам. Найдите с точностью до десятых, чему равны сопротивления R1, R2, R3, R4. Соберите для этого необходимые электрические схемы, проведите измерения и выполните расчеты. Занесите результаты в отчет и отошлите его на сервер. К клеммам можно подсоединять провода, имеющие практически нулевое сопротивление. Провода можно растягивать. Выходное напряжение источника напряжения можно менять перетаскиванием движка или щелчками по треугольникам по краям шкалы. Внутреннее сопротивление мультиметра в режиме вольтметра можно считать бесконечно большим, а в режиме измерения тока - пренебрежимо малым. 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  $\mu$  у диапазона мультиметра означает "микро", буква m - "милли". Тип измеряемой величины и предел измерительной шкалы мультиметра меняется с помощью поворота ручки.



|    |                      |    |                |
|----|----------------------|----|----------------|
| R1 | <input type="text"/> | Ом | $302 \pm 3.02$ |
| R2 | <input type="text"/> | Ом | $229 \pm 2.29$ |
| R3 | <input type="text"/> | Ом | $416 \pm 4.16$ |
| R4 | <input type="text"/> | Ом | $214 \pm 2.14$ |

### **Задание 7. Олимпиада, модель: Грузы на резинке (20 баллов)**

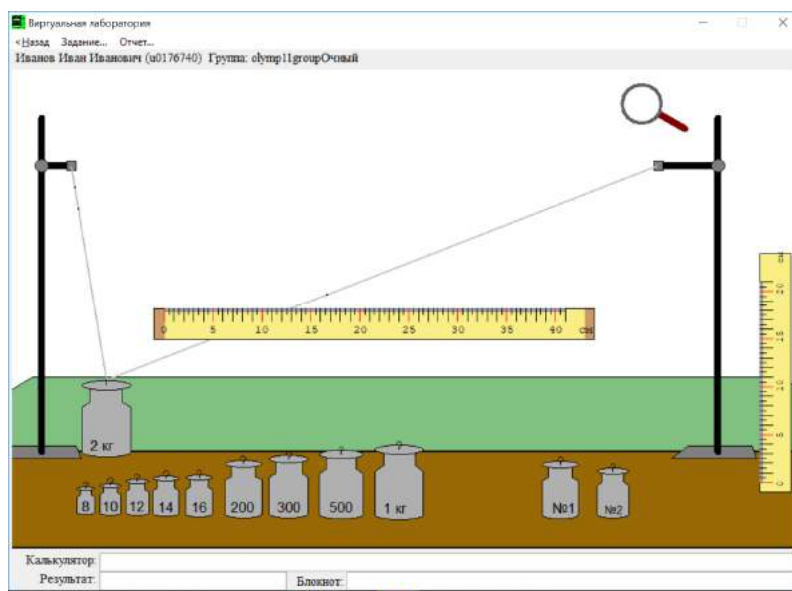
В системе имеется набор грузов, две линейки и невесомая резинка, закреплённая за лапки штативов - в таком состоянии она не растянута. Грузы можно подвешивать на резинку - для этого необходимо аккуратно поднести крючок груза к помеченной черным точкой резинки, потянуть крючком резинку и отпустить. Помеченные черными точками места крепления грузов располагаются на резинке на расстояниях 1 см, 2 см, 10 см, 20 см и 30 см от точки крепления резинки на лапке штатива.

Обратите внимание, что при большом растяжении резинки гиря становится на стол и не опускается ниже.

Найдите с точностью не хуже 1%:

- массу груза №1;
- коэффициент жесткости K1 одного сантиметра резинки;

- массу груза №2;
  - силу натяжения резинки  $T$ , если к центру резинки подвесить груз №2.
- Занесите результаты в отчет и отошлите его на сервер.  
 Увеличительное стекло позволяет просматривать в увеличенном масштабе любой выбранный участок экрана, после чего щелчок мышью в любом месте экрана возвращает первоначальный масштаб.  
 Задание возможно переделывать, но за повторные попытки начисляется до 4 штрафных баллов.  
 Комбинация клавиш Ctrl-C - копирование выделенной строки в буфер обмена.  
 Комбинация клавиш Ctrl-V - вставка данных из буфера обмена.



|                             |                          |                  |
|-----------------------------|--------------------------|------------------|
| Масса груза №1              | <input type="text"/> г   | $1310 \pm 32.75$ |
| коэффициент жесткости $K_1$ | <input type="text"/> Н/м | $139.7 \pm 3.5$  |
| Масса груза №2              | <input type="text"/> г   | $13.16 \pm 0.2$  |
| Сила натяжения резинки $T$  | <input type="text"/> Н   | $0.15 \pm 0.006$ |