

## 10 класс, заключительный (очный) тур

### Задание 1. Олимпиада, задача: Подводные испытания (15 баллов)

Для испытания на прочность откачанную вакуумную камеру поместили в газовый колокол на глубине  $h=10$  м. Колокол заполнен смесью аргона и неона при температуре  $t=7.3^{\circ}\text{C}$ . В корпусе камеры образовалась трещина, размеры которой меньше длины свободного пробега молекул газов при рассматриваемых условиях. Спустя непродолжительное время оказалось, что отношение концентраций аргона и неона внутри камеры равно  $X=3.3$ . Определите:

- 1) Отношение концентраций  $Y$  аргона и неона в газовой среде под колоколом.
- 2) Парциальное давление аргона  $p_1$  в смеси газов под колоколом.
- 3) Плотность смеси газов под колоколом  $\rho$ .

Молярная масса аргона  $\mu_1=39.9$  г/моль, молярная масса неона  $\mu_2=20.2$  г/моль.

Давлением водяных паров под колоколом можно пренебречь. Плотность воды  $1$  г/см<sup>3</sup>. Атмосферное давление  $101$ кПа. Температуру абсолютного нуля примите равной  $-273^{\circ}\text{C}$ . Универсальная газовая постоянная  $R=8.31$  Дж/моль К. Ускорение свободного падения примите равным  $9.8$  м/с<sup>2</sup>. Ответы вводите с точностью не хуже, чем до одного процента.

Введите ответ:

Отношение концентраций аргона и неона в газовой среде под колоколом,  $Y =$

,  $(4.6365 \pm 0.06)$

Парциальное давление аргона в смеси под колоколом,  $p_1 =$   кПа,  $(163.65 \pm 2.13)$

Плотность газовой смеси под колоколом,  $\rho =$   кг/м<sup>3</sup>,  $(3.109 \pm 0.04)$

### Задание 2. Олимпиада, модель: Три тележки и горизонтальный рельс (30 баллов)

Тележки могут быть установлены на рельс. Если установить тележку на левый край рельса, включается электромагнит и удерживает её. При нажатии на красную кнопку около края рельса электромагнит отключается, и пружина выталкивает тележку.

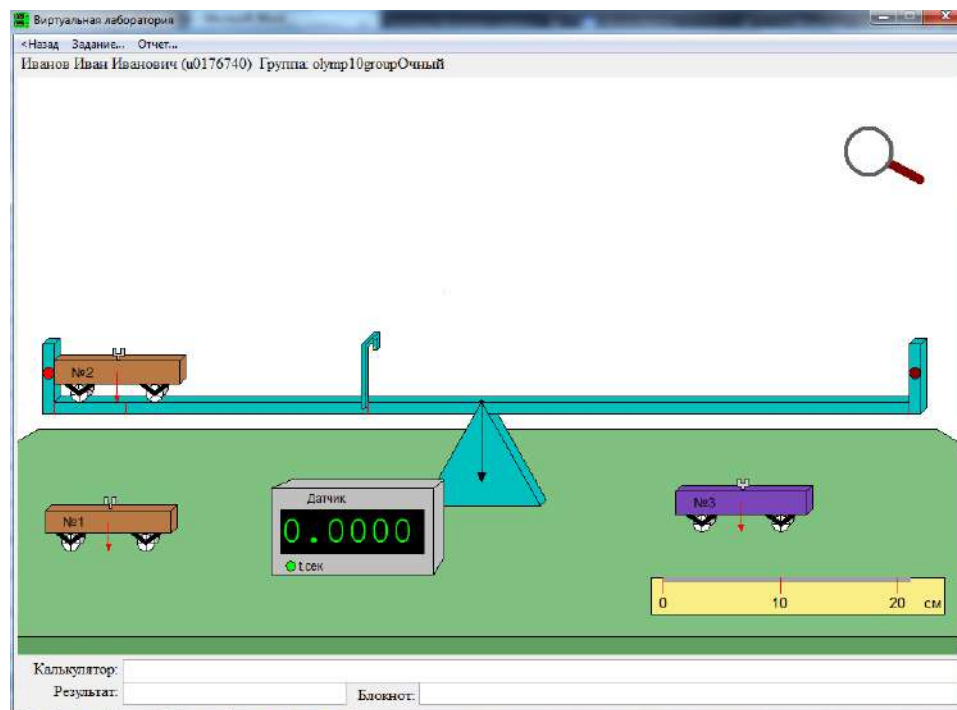
Определите:

1. Скорость  $V_1$  движения первой тележки после её выталкивания пружиной.
2. Длину  $W_1$  первой тележки.
3. Длину  $W_3$  третьей тележки.
4. Длину  $L$  рельса (расстояние между левой и правой стенками рельса).
5. Расстояние  $X$  между оптическими воротами и правым краем рельса.
6. Длину  $W$  распрямленной пружины.

Занесите результаты в отчёт и отошлите его на сервер. Ответы необходимо найти с точностью до сотых.

Датчик времени начинает отсчёт в момент полного распрямления пружины. Пересечение луча оптических ворот регистрируется для центра тележки (отмечен красной стрелкой). Оптические ворота можно двигать. Их положение отсчитывается по вертикальной красной риску, находящейся около их основания. 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 6 штрафных баллов.



|  |                      |      |                  |
|--|----------------------|------|------------------|
| Скорость первой тележки V1             | <input type="text"/> | см/с | $11.27 \pm 0.05$ |
| Длина первой тележки W1                | <input type="text"/> | см   | $10.7 \pm 0.05$  |
| Длина третьей тележки W3               | <input type="text"/> | см   | $11.2 \pm 0.05$  |
| Длина рельса L                         | <input type="text"/> | см   | $72.8 \pm 0.25$  |
| Расстояние X от ворот до правой стенки | <input type="text"/> | см   | $46.1 \pm 0.1$   |
| Длина пружины W                        | <input type="text"/> | см   | $6.1 \pm 0.1$    |

### Задание 3. Олимпиада, модель: Кипение жидкости (20 баллов)

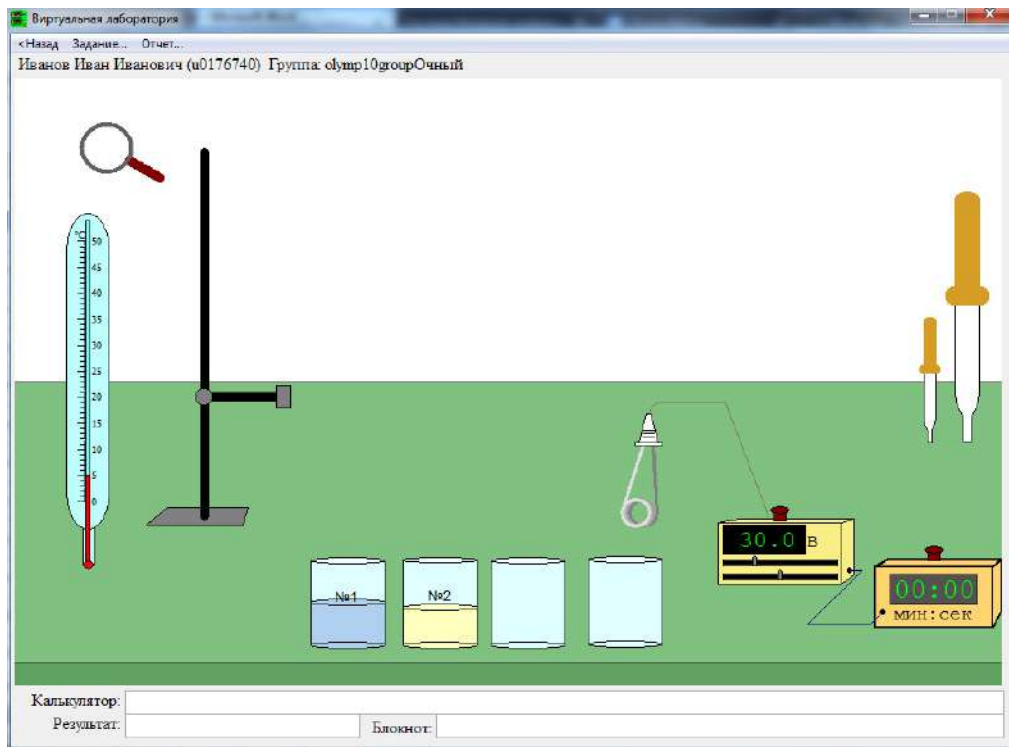
Имеется набор оборудования и два стакана с жидкостями одинаковой массы  $m$ . В стакане №1 находится вода (голубого цвета), ее удельная теплоемкость равна  $4200 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$ , а плотность  $1 \text{ г}/\text{см}^3$ . В стакане №2 находится неизвестная жидкость (желтого цвета). Сопротивление кипятильника  $r=5.2 \text{ Ом}$ . Определите:

- Температуру  $t$  кипения неизвестной жидкости - с точностью до десятых.
- Плотность  $\rho$  неизвестной жидкости - с точностью до сотых.
- Объём  $V_2$  неизвестной жидкости - с точностью до десятых.
- Удельную теплоемкость  $C_2$  неизвестной жидкости - с точностью до целых.

Занесите результаты в отчёт и отошлите его на сервер.

Теплоемкостью стаканов и нагревателя и потерями тепла, а также теплообменом жидкостей с воздухом можно пренебречь, массой стаканов пренебрегать нельзя. Напряжение, подаваемое на кипятильник, можно менять.

Если вы хотите вернуться к **первоначальному состоянию** системы, можно выйти из модели и заново в неё войти. При этом параметры системы не меняются (они меняются только при повторном залогинивании), все отосланные на сервер результаты сохраняются, а лишние штрафные баллы не начисляются. Но при отсылке результатов на сервер необходимо будет заново заполнять все значения результатов.



|                             |  |                 |
|-----------------------------|--|-----------------|
| Температура $t$             | <input type="text"/> °C                | $113 \pm 0.2$   |
| Плотность $\rho$            | <input type="text"/> г/см <sup>3</sup> | $1.15 \pm 0.01$ |
| Объём жидкости $V_2$        | <input type="text"/> мл                | $87 \pm 1$      |
| Теплоемкость жидкости $C_2$ | <input type="text"/> Дж/(кг·К)         | $2850 \pm 20$   |

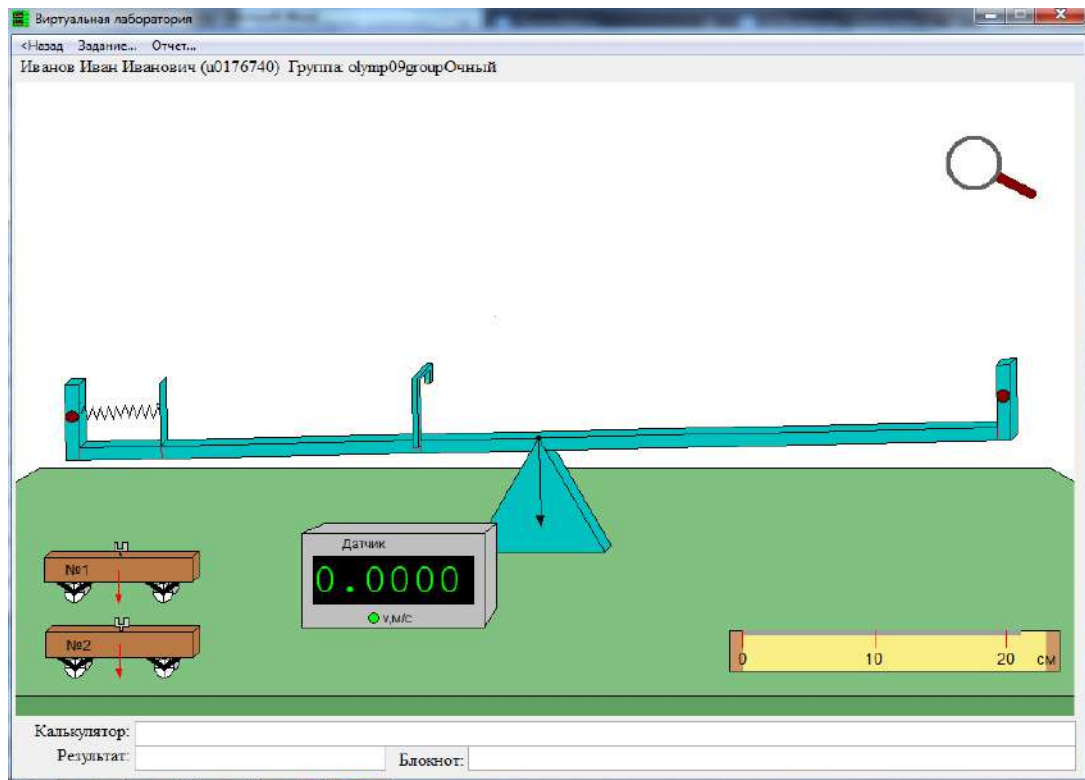
#### **Задание 4. Олимпиада, модель: Движение тележек по наклонному рельсу (30 баллов)**

Одна или две тележки могут быть установлены на рельс. Если установить тележку на левый или правый край рельса, включается электромагнит и удерживает её. При нажатии на красную кнопку около края рельса электромагнит отключается, и пружина выталкивает тележку с левого края рельса и отпускает с правого. Определите:

1. Ускорение  $a$  движения тележек по рельсу (м/с<sup>2</sup>).
2. Длину  $W_1$  первой тележки (см).
3. Длину  $L$  рельса - расстояние между левой и правой стенками рельса (см).
4. Расстояние  $X$  между оптическими воротами и правым краем рельса (см).
5. Скорость  $V_1$  движения первой тележки сразу после её выталкивания пружиной (см/с).
6. Длину  $W$  распрямленной пружины (см).

Занесите результаты в отчёт и отошлите его на сервер. Ускорение  $a$  необходимо найти с точностью до тысячных, остальные ответы - с точностью до десятых.

Датчик времени начинает отсчёт в момент полного распрямления пружины. Пересечение луча оптических ворот регистрируется для центра тележки (отмечен красной стрелкой). Оптические ворота можно двигать. Их положение (координата пересечения луча) отсчитывается по вертикальной красной риске, находящейся около их основания. 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 6 штрафных баллов.



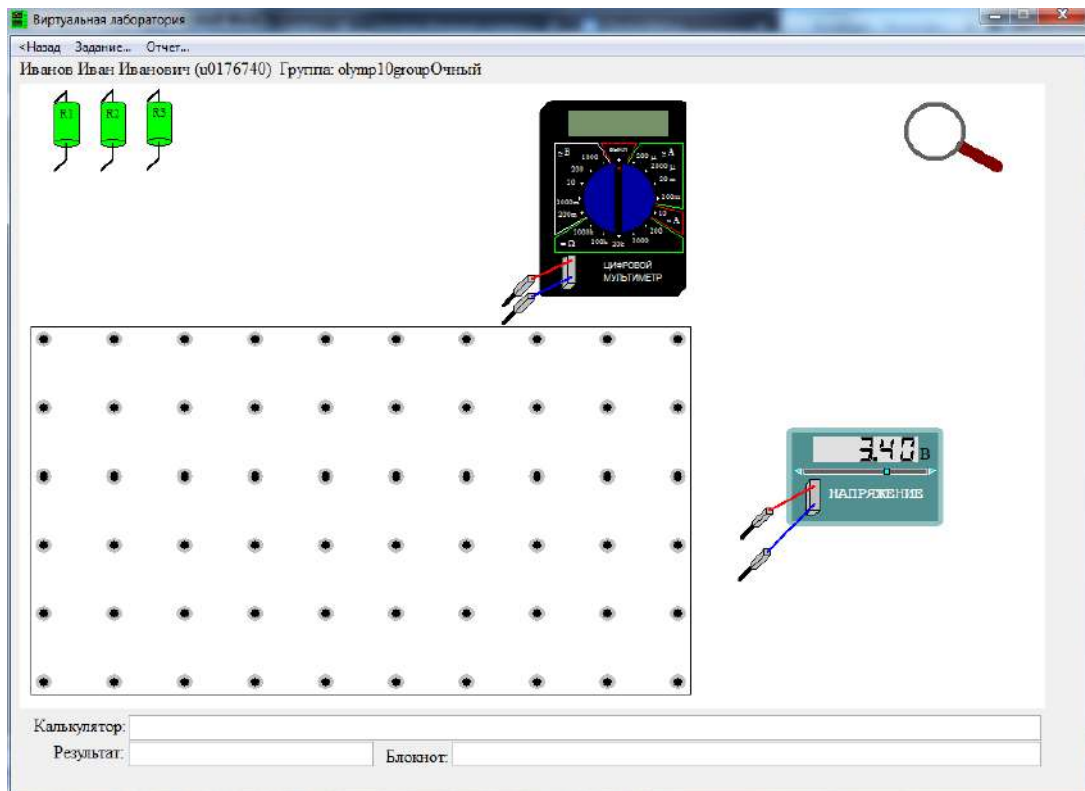
|  |                      |                |                    |
|--|----------------------|----------------|--------------------|
| Ускорение $a$                            | <input type="text"/> | $\text{м/с}^2$ | $0.2234 \pm 0.001$ |
| Длина первой тележки $W1$                | <input type="text"/> | см             | $11.2 \pm 0.2$     |
| Длина рельса $L$                         | <input type="text"/> | см             | $69.525 \pm 0.75$  |
| Расстояние $X$ от ворот до правой стенки | <input type="text"/> | см             | $43.64 \pm 0.4$    |
| Скорость $V1$                            | <input type="text"/> | см/с           | $44.8 \pm 1$       |
| Длина пружины $W$                        | <input type="text"/> | см             | $6.2 \pm 0.1$      |

### **Задание 5. Олимпиада, модель: Токи в схеме с тремя резисторами без соединительных проводов (30 баллов)**

Найдите:

- сопротивления резисторов  $R1$ ,  $R2$ ,  $R3$ ;
- внутреннее сопротивление  $r$  источника напряжения;
- максимальный ток  $J_{\max}$  через источник напряжения, который можно получить в данной системе;
- ток  $J$ , который при этом будет идти через миллиамперметр.

Сопротивления найдите с точностью до десятых Ома, токи - с точностью до десятых мА. Элементы можно перетаскивать мышью и подключать к клеммам панели. Два штырька от приборов к одной клемме **подсоединять нельзя**. Напряжение источника постоянного тока регулируется перемещением его движка. Поворот не присоединенного к схеме резистора осуществляется щелчком по его ножке. Тип измеряемой величины и предел измерительной шкалы мультиметра меняется с помощью поворота ручки. Буква  $\mu$  у диапазона мультиметра означает "микро", буква  $m$  - "милли". В данной работе измерение сопротивлений в мультиметре отключено. Внутреннее сопротивление мультиметра в режиме вольтметра очень велико, а в режиме амперметра пренебрежимо мало. Задание возможно переделывать, но за повторные попытки начисляется до 6 штрафных баллов.



|                        |                         |               |
|------------------------|-------------------------|---------------|
| Сопротивление R1=      | <input type="text"/> Ом | 137 ± 0.5     |
| Сопротивление R2=      | <input type="text"/> Ом | 110 ± 0.5     |
| Сопротивление R3=      | <input type="text"/> Ом | 224 ± 1       |
| Сопротивление r=       | <input type="text"/> Ом | 4.6 ± 0.25    |
| Ток J <sub>max</sub> = | <input type="text"/> мА | 56.225 ± 0.25 |
| Ток J =                | <input type="text"/> мА | 13.3 ± 0.2    |

### **Задание 6. Олимпиада, модель: Число молей газа в цилиндрах (20 баллов)**

В цилиндрических цилиндрах с массивными поршнями содержится некоторый газ. Плотность материала поршней  $\rho = 8.5 \text{ г/см}^3$ . Определите:

1. Отношение  $S_2/S_1$  площади  $S_2$  поперечного сечения правого поршня к площади  $S_1$  поперечного сечения левого поршня - с точностью до десятитысячных.
2. Давление  $p_1$  газа в цилиндрах, когда на поршни не поставлен груз - с точностью до тысячных.

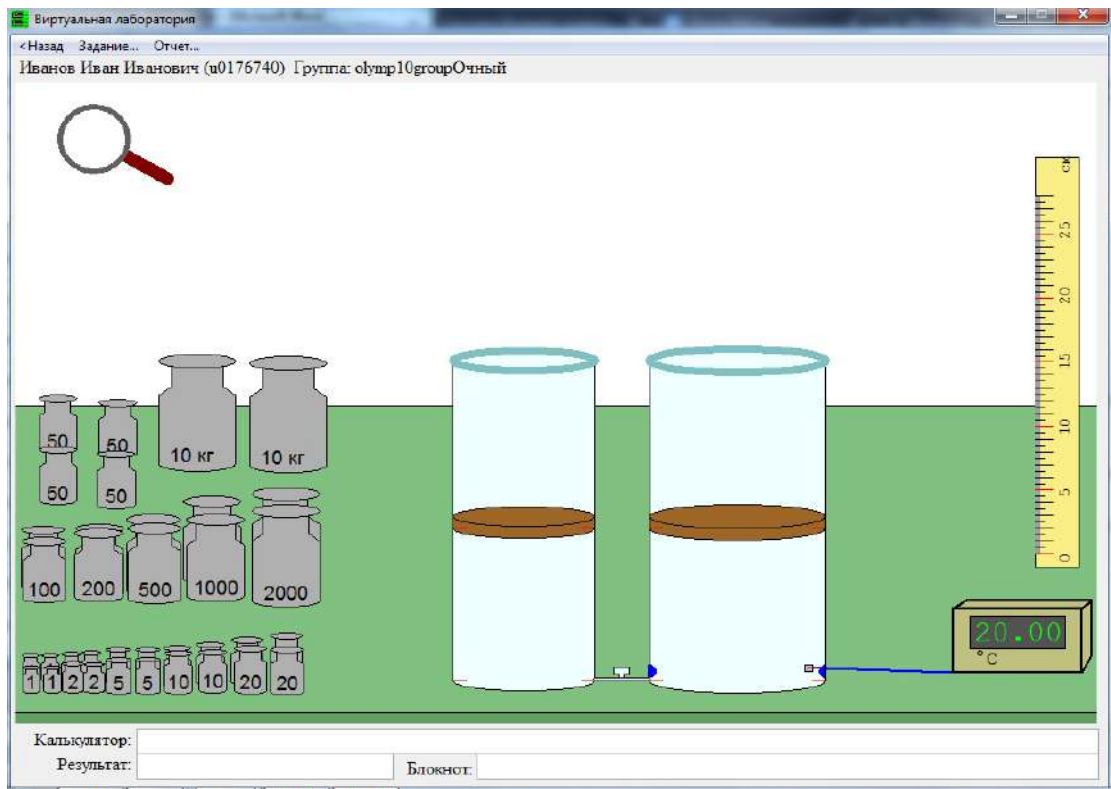
3. Площадь  $S_2$  поперечного сечения правого поршня - с точностью до десятых.

4. Количество молей газа, содержащегося в цилиндрах - с точностью до тысячных.

Числа на гирях указывают их массу в граммах. Ускорение свободного падения  $g = 9.8 \text{ м/с}^2$ , универсальная газовая постоянная  $R = 8.31 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)}$ , атмосферное давление  $p_0 = 101.00 \text{ кПа}$ , температура абсолютного нуля  $T_0 = -273.15 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Уровни дна поршней и дна сосудов помечены красными рисками (видны под увеличительным стеклом). При измерениях можно пренебречь трением, объёмом газа в соединительной трубке между сосудами и изменением центра масс газа.

Соединительную трубку между цилиндрами можно перекрывать. Задание разрешено переделывать, но за каждую повторную попытку начисляется до 4 штрафных баллов.



| Параметр              | Ответ                                |                      |
|-----------------------|--------------------------------------|----------------------|
| Отношение S2/S1       | <input type="text"/>                 | $1.55 \pm 0.0001$    |
| Давление p1           | <input type="text"/> кПа             | $101.7497 \pm 0.001$ |
| Площадь S2            | <input type="text"/> см <sup>2</sup> | $134.22 \pm 2.68$    |
| Количество молей газа | <input type="text"/>                 | $0.10986 \pm 0.0022$ |