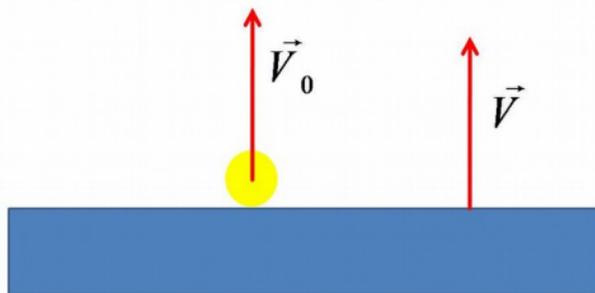


# 11 класс, заключительный (очный) тур

## Задание 1. Олимпиада, задача: Шарик и плита (20 баллов)



Массивная плита движется вверх со скоростью  $V=2.1$  м/с. В момент начала отсчёта времени небольшому шарик, находящемуся на плите, сообщают относительно земли скорость  $V_0=11.6$  м/с, направленную вертикально вверх. Считайте, что масса шарика во много раз меньше массы плиты, а удары шарика о плиту - абсолютно упругие.

Определите:

- 1) сколько времени пройдёт от старта шарика до того, как он ударится о плиту в 6-й раз  $T_N$ ;
- 2) скорость шарика относительно земли, сразу после того, как он отскочит от плиты в 7-й раз  $V_Z$ ;
- 3) максимальное расстояние  $H$ , на которое шарик удалится от плиты после удара с номером 4;
- 4) расстояние  $L$  от плиты до шарика в момент, когда он

поднимется на максимальную высоту относительно земли во время полёта от удара с номером 6 до удара с номером 7.

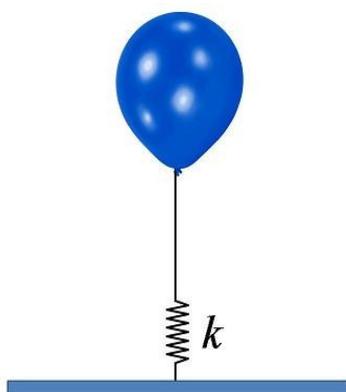
Ответы вводите с точностью до сотых. Ускорение свободного падения примите равным  $9,8 \text{ м/с}^2$ .

Введите ответ:

От старта шарика до указанного удара о плиту пройдёт  $T_N =$   с,  
 Скорость шарика относительно земли сразу после указанного удара  $V_z =$   м/с,

Максимальное расстояние между шариком и плитой  $H =$   м,  
 Расстояние между шариком и плитой, когда шарик находится в верхней точке траектории,  $L =$   м,

### Задание 2. Олимпиада, задача: Воздушный шарик с газовой смесью (15 баллов)



В воздухе неподвижно висит воздушный шарик, удерживаемый снизу невесомой нитью, прикреплённой к невесомой пружине жёсткостью  $k=608 \text{ Н/м}$ . Оболочка воздушного шарика полностью герметична, имеет массу  $M_0=14 \text{ г}$ , практически без усилия деформируется и хорошо проводит тепло. Внутри шарика находится газовая смесь массой  $M=7.3 \text{ г}$  и молярной массой  $MU=4.2 \text{ г/моль}$ . Температура окружающего воздуха  $T_1=296 \text{ К}$ , его давление  $P=102 \text{ кПа}$ . Определите:

- 1) Силу натяжения нити  $F_1$ .
- 2) Окружающий воздух нагрелся до температуры  $T_2=318 \text{ К}$ . В системе установилось равновесие, давление воздуха не изменилось. Найдите отношение силы Архимеда, которая теперь действует на шарик, к силе

Архимеда, которая действовала на него в холодном воздухе,  $Y$ .

3) Деформацию пружины в тёплом воздухе  $X$ .

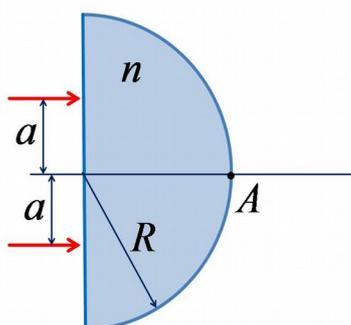
Молярная масса воздуха составляет  $29 \text{ г/моль}$ , универсальная газовая постоянная  $R=8.31 \text{ Дж/моль}\cdot\text{К}$ . Ускорение свободного падения примите равным  $9,8 \text{ м/с}^2$ . В ответ значение  $Y$  вводите с точностью до целых, остальные величины с точностью до десятых.

Введите ответ:

Сила натяжения нити в холодном воздухе  $F_1 =$   мН,  
 Отношение силы Архимеда в тёплом воздухе к силе Архимеда в холодном воздухе  $Y =$

Деформация пружины в тёплом воздухе  $X =$   см,

### Задание 3. Олимпиада, задача: Половина стеклянного шара (20 баллов)



Из стекла с показателем преломления  $n=1.58$  вырезана половина стеклянного шара радиусом  $R=0.5 \text{ м}$ . Два тонких луча света падают нормально на плоскую поверхность стекла, каждый на расстоянии  $a$  от его оси симметрии. Оба луча и ось симметрии шара лежат в одной плоскости ( см. рис.) На сферической поверхности лучи частично отражаются, а частично преломляются.

Определите:

- 1) при  $a=0.18 \text{ м}$ , под каким углом  $\varphi$  к поверхности сферы выйдут преломленные лучи,
- 2) на каком расстоянии  $X$  от точки  $A$  пересекутся преломленные лучи,

3) на каком расстоянии  $Y$  от точки  $A$  пересекутся отражённые лучи.

4) Найдите минимальное значение  $\alpha = \alpha_{\min}$ , при котором частицы света луча, отражённого от сферической поверхности, непременно опять попадут на неё (возможны отражения как от сферической, так и от плоской поверхностей).

Ответы вводите с точностью до тысячных. Число  $\pi$  примите равным 3.1416

Введите ответ:

Угол  $\varphi =$   рад,

Расстояние  $X =$   м,

Расстояние  $Y =$   м,

Расстояние  $a_{\min} =$   м,

#### Задание 4. Олимпиада, модель: Горка с желобом (20 баллов)

Имеется горка с прозрачным желобом, состоящим из линейного участка и дуги окружности, касательная к которой в правой точке дуги вертикальна. В желоб можно положить маленький железный шарик (лежит на столе справа от горки). При соскальзывании шарика с горки силой трения можно пренебречь. Также имеются установленные на желобе электромагниты, которые можно включать и выключать, и оптические датчики движения, которые позволяют определить либо время от момента начала движения шарика до момента пересечения его центром желтой линии (соответствует координате центра датчика), либо скорость, с которой центр шарика проходит координату центра датчика. Переключение осуществляется щелчком по соответствующей кнопке индикатора. Левый электромагнит и левый датчик закреплены, правые - можно двигать вдоль желоба. Определите:

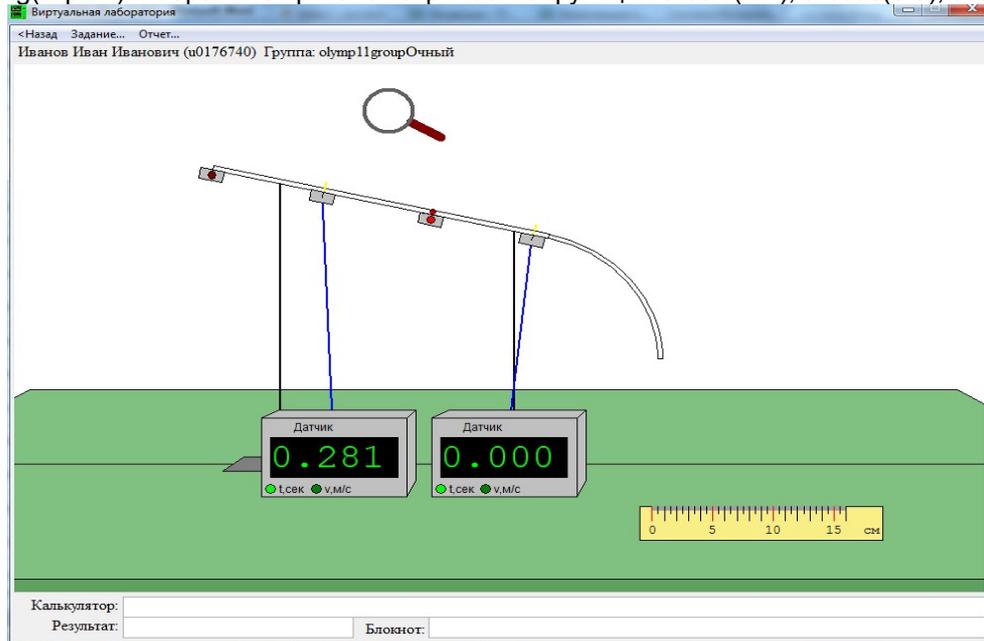
- Угол наклона рельса (в радианах) - с точностью до десятичных.
- Длину  $L$  линейного участка горки - с точностью до сотых.
- Первоначальное расстояние  $D$  между центрами электромагнитов - с точностью до сотых.
- Радиус  $R$  дуги дна правой части желоба - с точностью до сотых.

Занесите результаты в отчёт и отошлите его на сервер.

Ускорение свободного падения считайте равным  $g=9.8 \text{ м/с}^2$ .

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 запуске), 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.

В калькуляторе BARSIC можно использовать математические выражения вида  $1.5/(2*\pi+7)$  и т.п., возведение в степень  $(2*\pi+7)^3$  и извлечение квадратного корня  $\sqrt{2*\pi+7}$  или, что то же,  $(2*\pi+7)^{0.5}$ . Также можно использовать тригонометрические функции  $\sin(2*\pi+7)$ ,  $\cos(2*\pi+7)$ ,  $\text{tg}(2*\pi+7)$  и обратные тригонометрические функции  $\arcsin(1/2)$ ,  $\arccos(0.5)$ ,  $\text{arctg}(0.5)$  и т.д.



Угол наклона	<input type="text"/>	рад	<input type="text"/>
Длина L	<input type="text"/>	см	<input type="text"/>
Расстояние D	<input type="text"/>	см	<input type="text"/>
Радиус R	<input type="text"/>	см	<input type="text"/>

### Задание 5. Олимпиада, модель: Кипятильник и параметры неизвестной жидкости (25 баллов)

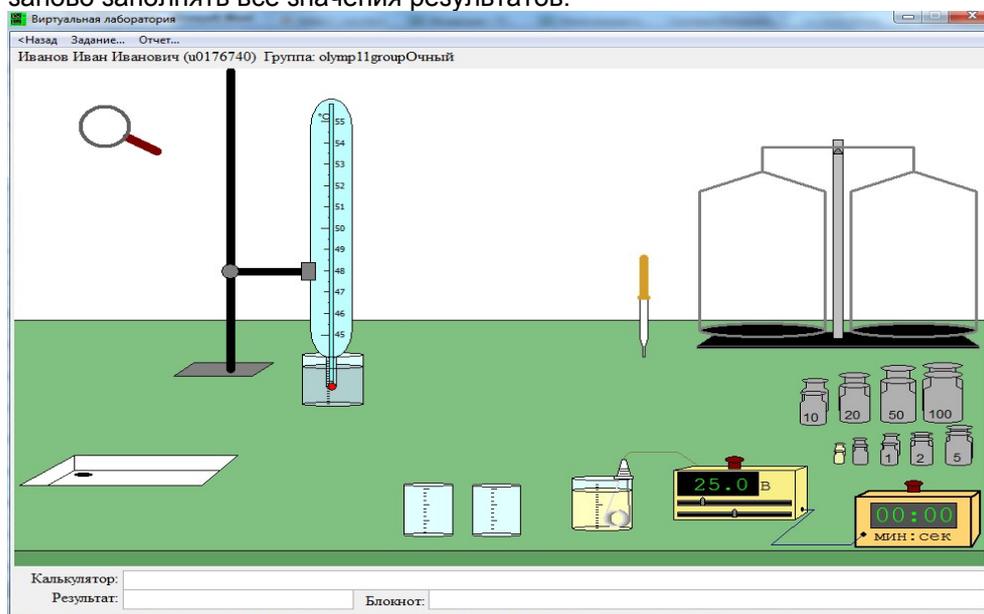
Имеется набор инструментов и стаканов, а также два стакана с жидкостями с одинаковой температурой. В стакане, расположенном справа, находится вода (голубого цвета), ее удельная теплоемкость равна 4200 Дж/(кг·°C), а плотность 1 г/см<sup>3</sup>. В стакане, расположенном слева, находится неизвестная жидкость (светло-коричневого цвета). Сопротивление нагревателя кипятильника равно 5 Ом. Определите:

- Массу  $m_1$  неизвестной жидкости - с точностью до десятых.
- Плотность  $\rho_1$  неизвестной жидкости - с точностью до сотых.
- Удельную теплоемкость  $C_1$  неизвестной жидкости - с точностью до десятков.
- Температуру кипения  $t$  неизвестной жидкости - с точностью до целых.
- Начальную температуру  $t_0$  жидкостей - с точностью до десятых.

Занесите результаты в отчёт и отошлите его на сервер.

Ускорение свободного падения считайте равным  $g=9.8 \text{ м/с}^2$ . Теплоемкостью стаканов и потерями тепла, а также теплообменом жидкостей с воздухом можно пренебречь, массой стаканов пренебрегать нельзя.

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.



Масса $m_1$	<input type="text"/>	г	<input type="text"/>
Плотность $\rho_1$	<input type="text"/>	г/см <sup>3</sup>	<input type="text"/>
Теплоемкость $C_1$	<input type="text"/>	Дж/(кг·°C)	<input type="text"/>
Температура кипения $t$	<input type="text"/>	°C	<input type="text"/>

Температура  $t_0$

°C

### Задание 6. Олимпиада, модель: Два динамометра и периоды колебаний (25 баллов)

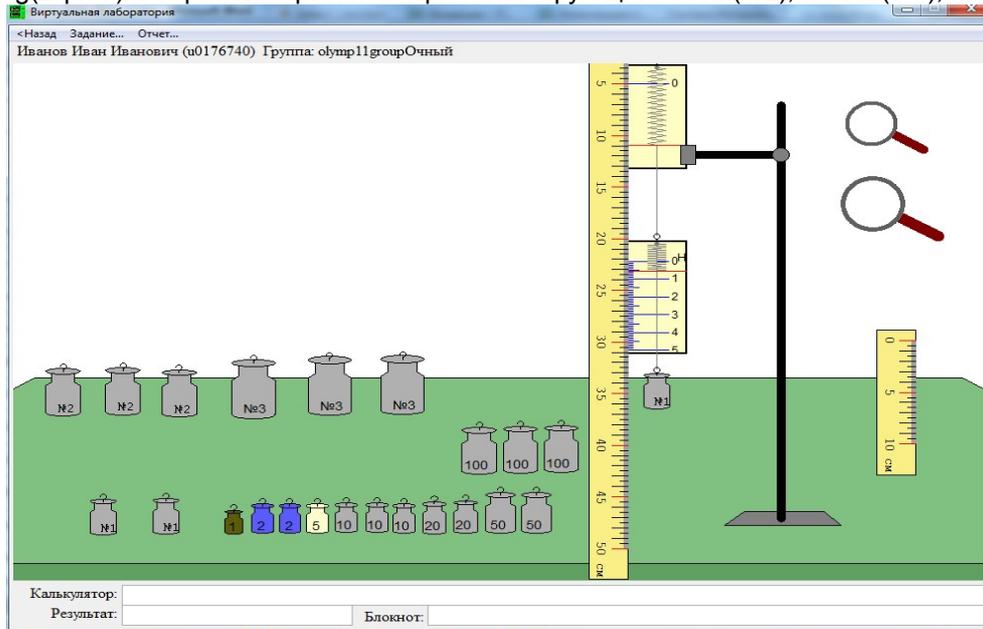
Имеются два динамометра, подвешенные на штативе. Определите:

- Массу груза № 1 - с точностью до десятых.
- Жесткость пружины нижнего динамометра - с точностью до десятых.
- Массу нижнего динамометра - с точностью до десятых.
- Чему равен период  $T$  малых колебаний системы при небольшом вертикальном отклонении нижнего динамометра от положения равновесия и при отсутствии трения - с точностью до тысячных.
- Чему равен период  $T_2$  малых колебаний системы при подвешивании к динамометрам груза №2 при его небольшом вертикальном отклонении от положения равновесия и при отсутствии трения - с точностью до тысячных.

Занесите результаты в отчёт и отошлите его на сервер.

Ускорение свободного падения считайте равным  $g=9.8 \text{ м/с}^2$ , число  $\pi=3.1416$ . К грузу, подвешенному к динамометру, можно подцеплять снизу другие грузы.

В калькуляторе BARSIC можно использовать математические выражения вида  $1.5/(2*\pi+7)$  и т.п., возведение в степень  $(2*\pi+7)^3$  и извлечение квадратного корня  $\sqrt{2*\pi+7}$  или, что то же,  $(2*\pi+7)^{0.5}$ . Также можно использовать тригонометрические функции  $\sin(2*\pi+7)$ ,  $\cos(2*\pi+7)$ ,  $\text{tg}(2*\pi+7)$  и обратные тригонометрические функции  $\arcsin(1/2)$ ,  $\arccos(0.5)$ ,  $\text{arctg}(0.5)$  и т.д.



Масса груза № 1	<input type="text"/>	Г	<input type="text"/>
Жесткость пружины нижнего динамометра	<input type="text"/>	Н/м	<input type="text"/>
Масса нижнего динамометра	<input type="text"/>	Г	<input type="text"/>
Период колебаний $T$	<input type="text"/>	с	<input type="text"/>
Период колебаний $T_2$	<input type="text"/>	с	<input type="text"/>

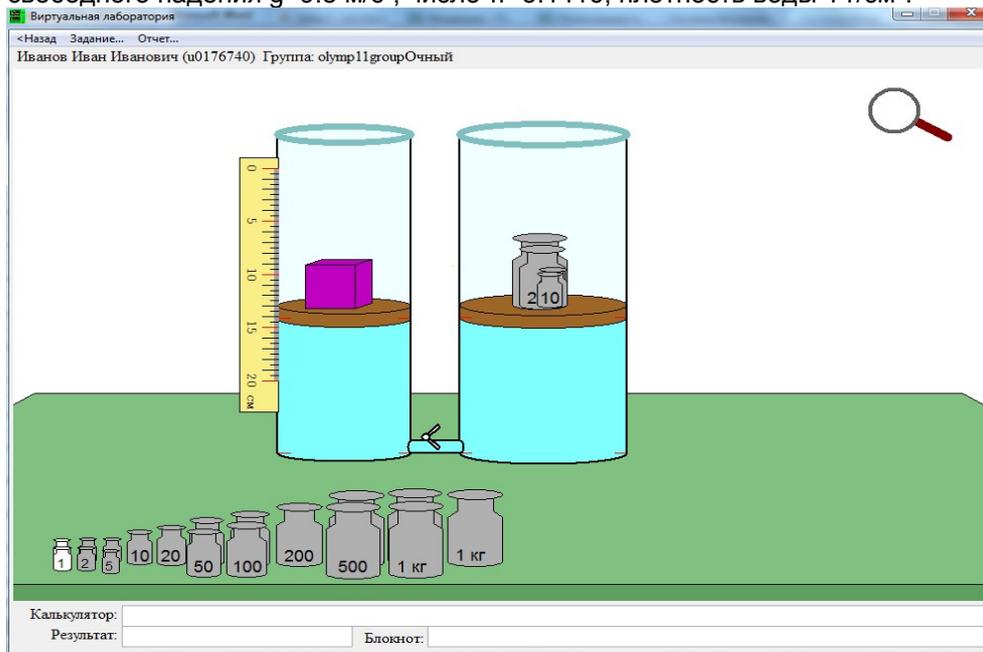
## Задание 7. Олимпиада, модель: Высота воды в сообщающихся сосудах (15 баллов)

В соединяющиеся сосуды (гидравлический пресс) налита вода. Диаметр левого сосуда  $d_1=11$  см. Определите:

- площадь  $S_2$  правого поршня (поперечного сечения правого сосуда) - с точностью до десятых;
- массу  $m$  кубика - с точностью до целых;
- начальную высоту  $h$  жидкости в сосудах - с точностью до сотых.

Занесите результаты в отчёт и отошлите его на сервер.

Поршни считать невесомыми, объём соединительной трубки пренебрежимо малым, ускорение свободного падения  $g=9.8$  м/с<sup>2</sup>, число  $\pi=3.1416$ , плотность воды  $1$  г/см<sup>3</sup>.



Площадь $S_2$	<input type="text"/>	см <sup>2</sup>
Масса кубика	<input type="text"/>	г
Высота $h$	<input type="text"/>	см

## Задание 8. Олимпиада, модель: Схема с тремя мультиметрами (20 баллов)

Имеется электрическая схема из четырех резисторов и трех мультиметров, впаянных в схему, в которой можно подсоединяться только к их внешним клеммам, и резистора  $R_3$ , который можно устанавливать на наборную панель. Найдите чему равны:

- мощность  $W$ , которая будет рассеиваться на резисторах (с точностью до тысячных), если из первоначального состояния системы левый и средний мультиметры переключить в режим измерения токов, а правый - в режим измерения напряжения;
- сопротивление  $R_1$  - с точностью до десятых ;
- сопротивление  $R_2$  - с точностью до десятых ;
- сопротивление  $R_3$  - с точностью до десятых ;

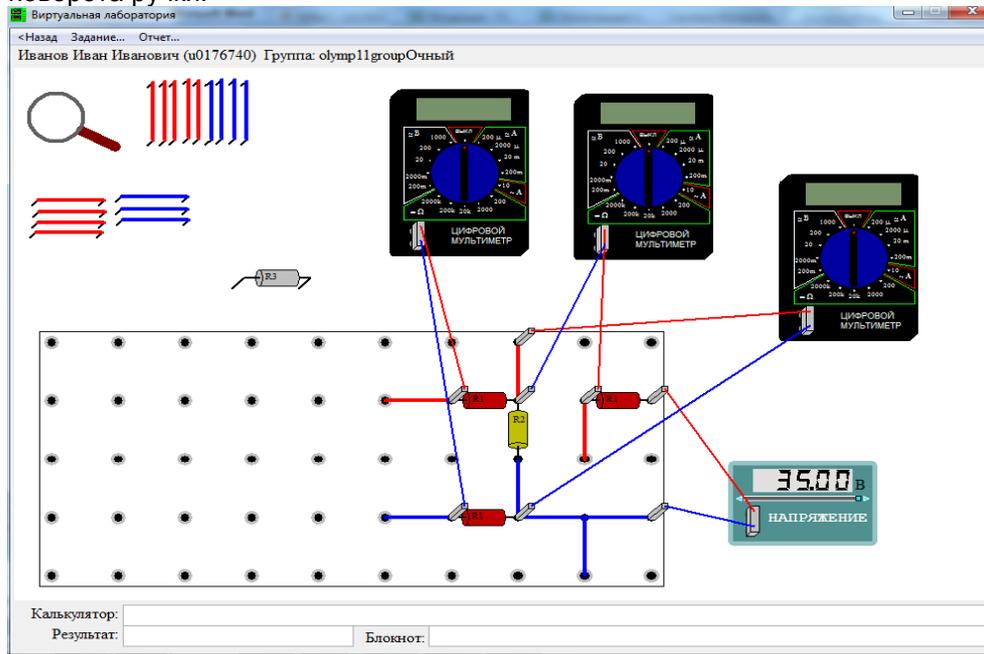
Соберите для этого необходимые электрические схемы, проведите измерения и выполните расчеты. Занесите результаты в отчёт и отошлите его на сервер.

К клеммам панели, помеченными серыми кружками, можно подсоединять провода, имеющие практически нулевое сопротивление. Не припаянные к схеме стороны проводов можно растягивать и подсоединять к клеммам панели.

Внутреннее сопротивление мультиметра в режиме вольтметра можно считать бесконечно большим, а в режиме измерения тока - пренебрежимо малым. Выходное напряжение источника

напряжения нельзя менять.

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.



W	<input type="text"/>	Вт	
R1	<input type="text"/>	Ом	
R2	<input type="text"/>	Ом	
R3	<input type="text"/>	Ом	