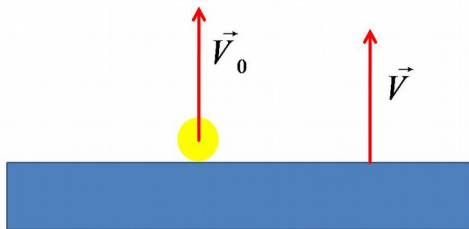


11 класс, заключительный (очный) тур

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:

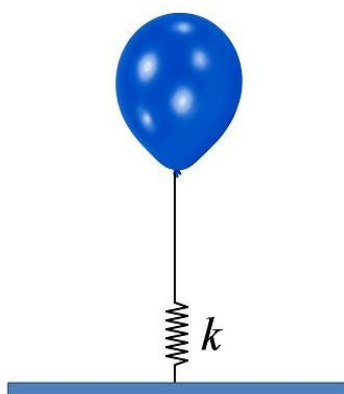
От старта шарика до указанного удара о плиту пройдёт $T_N =$ с, (11.6325 ± 0.05)

Скорость шарика относительно земли сразу после указанного удара $V_z =$ м/с, (11.6 ± 0.05)

Максимальное расстояние между шариком и плитой $H =$ м, (4.6046 ± 0.02)

Расстояние между шариком и плитой, когда шарик находится в верхней точке траектории, $L =$ м, (4.3791 ± 0.02)

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 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.

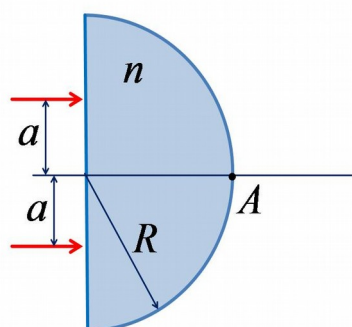
Введите ответ:

Сила натяжения нити в холодном воздухе $F_1 =$ мН, (285.23 ± 0.11)

Отношение силы Архимеда в тёплом воздухе к силе Архимеда в холодном воздухе $Y =$, (1 ± 0.05)

Деформация пружины в тёплом воздухе $X =$ см, (46.915 ± 0.11)

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:

при $a=0.18 \text{ м}$,

- 1) под каким углом φ 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 π примите равным 3.1416

Введите ответ:

Угол $\varphi =$ рад, (0.9658 ± 0.01)

Расстояние $X =$ м, (0.7128 ± 0.01)

Расстояние $Y =$ м, (0.3696 ± 0.0025)

Расстояние $a_{\min} =$ м, (0.1683 ± 0.0025)

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:

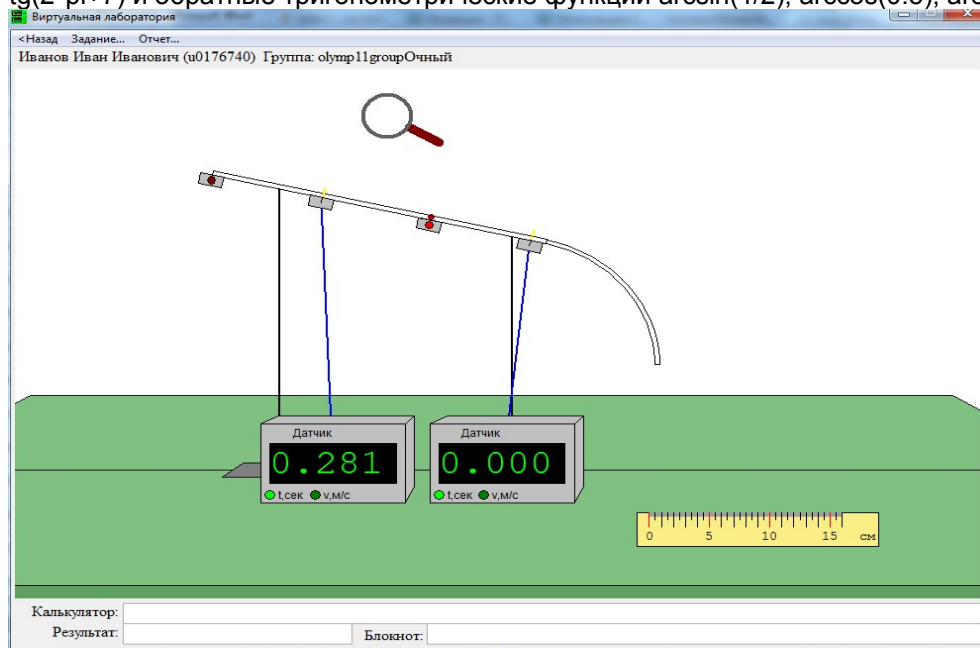
- Угол наклона рельса (в радианах) - с точностью до десятитысячных.
- Длину L линейного участка горки - с точностью до сотых.
- Первоначальное расстояние D между центрами электромагнитов - с точностью до сотых.
- Радиус R дуги дна правой части желоба - с точностью до сотых.

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 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.

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	0.231 ± 0.0015
Длина L	<input type="text"/> см	28.38 ± 0.15
Расстояние D	<input type="text"/> см	18.555 ± 0.15
Радиус R	<input type="text"/> см	11.76 ± 0.35

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

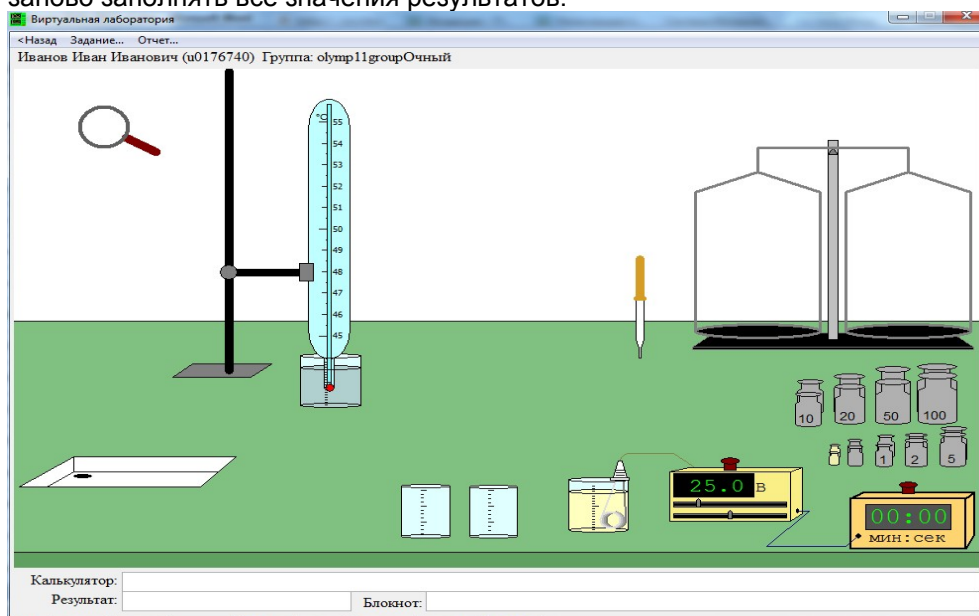
Имеется набор инструментов и стаканов, а также два стакана с жидкостями с одинаковой температурой. В стакане, расположенном справа, находится вода (голубого цвета), ее удельная теплоемкость равна $4200 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot^\circ\text{C})$, а плотность $1 \text{ г}/\text{см}^3$. В стакане, расположенном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

- Массу m_1 неизвестной жидкости - с точностью до десятых.
- Плотность ρ_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 отчет и отошлите его на сервер.

Ускорение свободного падения считайте равным $g=9.8 \text{ м}/\text{с}^2$. 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	96.525 ± 0.25
Плотность ρ_1	<input type="text"/> $\text{г}/\text{см}^3$	1.269 ± 0.03
Теплоемкость C_1	<input type="text"/> $\text{Дж}/(\text{кг}\cdot^\circ\text{C})$	3510 ± 30
Температура кипения t	<input type="text"/> $^\circ\text{C}$	101 ± 2

Температура t0

°C

31.05 ± 1.5

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

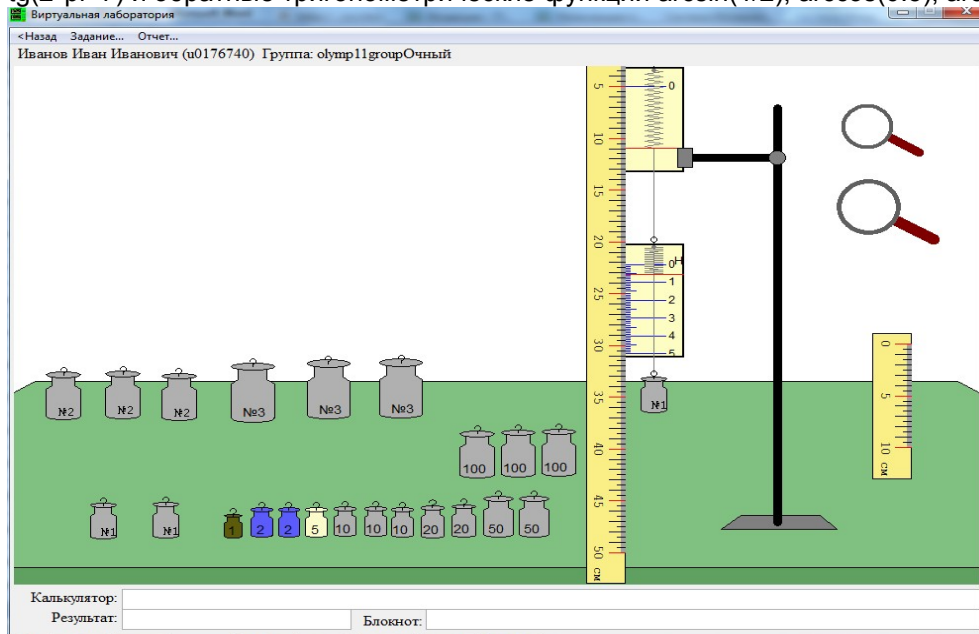
Имеются два динамометра, подвешенные на штативе. Определите:

- 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	58 ± 0.8
Жесткость пружины нижнего динамометра	<input type="text"/> Н/м	57.84 ± 0.8
Масса нижнего динамометра	<input type="text"/> Г	93 ± 3
Период колебаний T	<input type="text"/> с	0.384 ± 0.02
Период колебаний T_2	<input type="text"/> с	0.308 ± 0.02

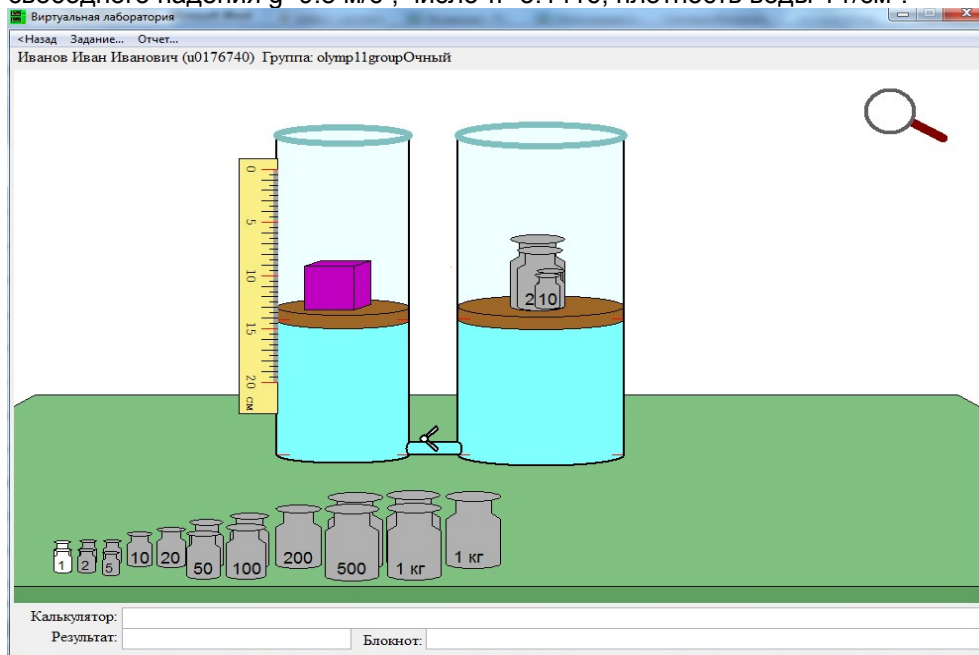
Задание 7. Олимпиада, модель: Высота воды в сообщающихся сосудах (15 баллов)

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/с², число $\pi=3.1416$, плотность воды 1 г/см³.



Площадь S_2	<input type="text"/> см ²	149.6 ± 1
Масса кубика	<input type="text"/> г	790 ± 4
Высота h	<input type="text"/> см	12.7 ± 0.2

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 ;

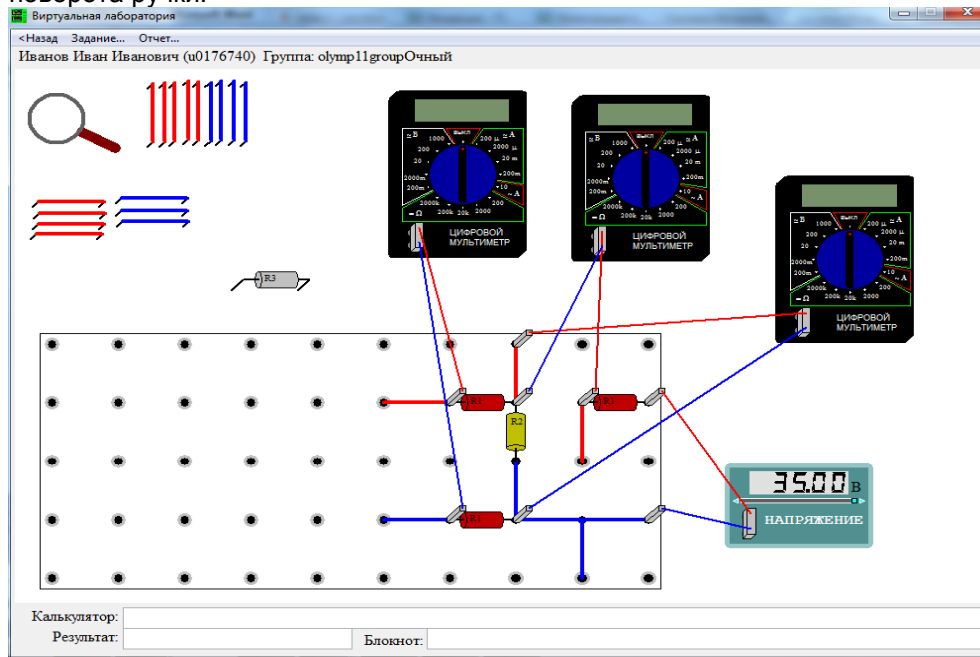
Соберите для этого необходимые электрические схемы, проведите измерения и выполните расчеты. Занесите результаты в отчёт и отошлите его на сервер.

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 μ 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	2.58175516401 ± 0.00516351032802
R1	<input type="text"/>	Ом	309 ± 0.618
R2	<input type="text"/>	Ом	226 ± 0.452
R3	<input type="text"/>	Ом	362 ± 1.448