

9 класс, заключительный (очный) тур

Задание 1. Астероид Фонарщика. (20 баллов)



Рисунок Антуана де Сент – Экзюпери

Путешествуя по астероидам, Маленький принц – герой сказки Антуана де Сент-Экзюпери, попал на астероид Фонарщика. Бедняге приходилось постоянно зажигать и гасить фонарь, так как астероид делал оборот вокруг своей оси за $T=4.4$ мин. Ось астероида наклонена на угол 15° к плоскости эклиптики (плоскости движения астероида вокруг Солнца). Оказалось, что если Фонарщик будет идти вдоль экватора своей планеты со скоростью $V=1.3$ м/с, он будет всё

время находиться на солнце. Определите:

1. Радиус астероида R .
2. Сколько времени T_1 будут длиться “сутки” для Фонарщика, если он пойдёт с той же скоростью, в том же направлении на широте 56 градусов.
3. Сколько времени T_2 будут длиться “сутки” для Фонарщика, если он пойдёт с той же скоростью и на той же широте в противоположном направлении.
4. Если попытаться вычислить по формулам классической механики, какой минимальной плотностью ρ должен был бы обладать астероид, чтобы вес героев на экваторе был отличен от нуля, получится нереальный ответ. Рассчитайте ρ .

Ответы вводите с точностью до десятых. Число $\pi = 3.1416$, гравитационная постоянная $G = 6.67 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2$.

Введите ответ:

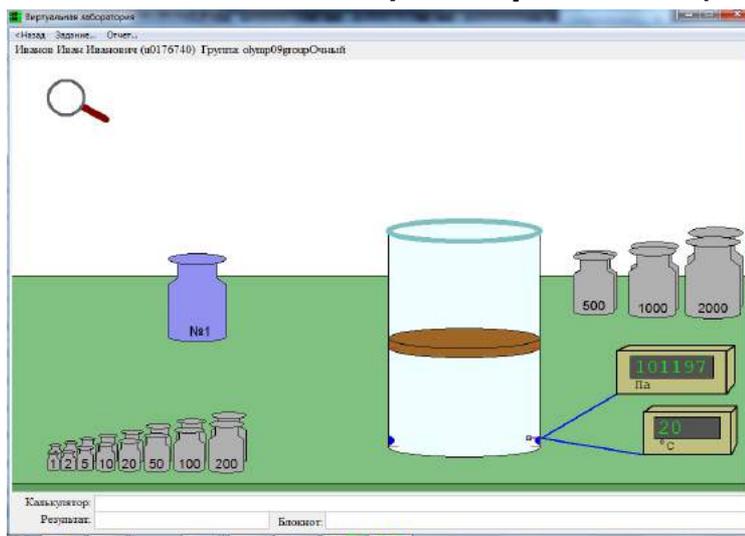
$R =$ м, (54.626 ± 0.11)

$T_1 =$ с, (334.895 ± 0.11)

$T_2 =$ с, (94.677 ± 0.11)

$\rho =$ килотонн/м³, (2.024 ± 0.11)

Задание 2. Олимпиада, модель: Цилиндр с газом (15 баллов)



Имеется цилиндр с идеальным одноатомным газом, датчиками давления и температуры и массивным поршнем сверху, который скользит без трения, а также приборы, показывающие показания датчиков. Атмосферное давление 101 кПа. Определите:

- массу гири №1 - с точностью до целых;
- массу поршня - с точностью до целых;
- площадь поршня (поверхности, соприкасающейся с газом) - с точностью до десятых.

Занесите результаты в отчёт и отошлите его на сервер.

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

Название величины	Ответ
Масса гири № 1	$11300 \pm 10 \text{ г}$
Масса поршня	$429.6 \pm 1.5 \text{ г}$
Площадь поршня	$213.825 \pm 0.15 \text{ см}^2$

Задание 3. Олимпиада, модель: Эксперименты с прямоугольным листом металла (15 баллов)

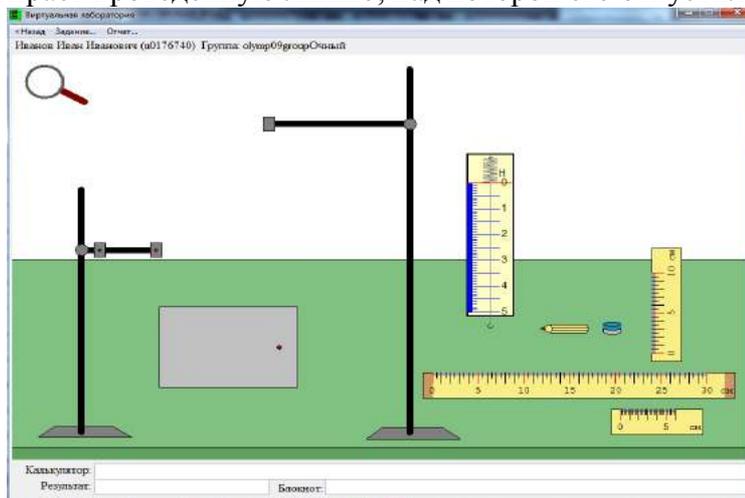
Имеется однородный плоский прямоугольный лист металла, который можно подвешивать на штатив и после этого цеплять динамометром за отмеченную на листе красным цветом точку (назовём её А). Определите с максимально возможной точностью:

- Массу m листа.

- Показания динамометра P1 в случае, если бы точка A находилась в правом нижнем углу листа, и если лист повесить на штатив за левый верхний угол, зацепить лист динамометром за точку A и поднять так, чтобы точка A находилась на той же высоте, что и левый верхний угол (пружина динамометра при этом вертикальна).
- Показания динамометра P2 в случае, если бы точка A находилась в центре масс листа, и были проведены измерения как в предыдущей части задания.

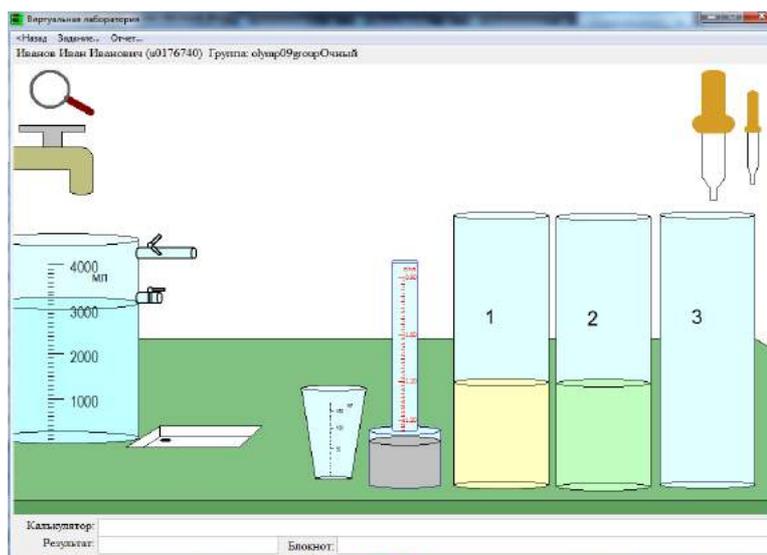
Занесите результаты в отчёт и отошлите его на сервер.

Ускорение свободного падения считайте равным $g=9.8 \text{ м/с}^2$, шкалу динамометра - точной. Карандаш позволяет проводить линию на теле, к которому приложена линейка. Ластик при отпускании стирает проведённую линию, над которой его отпустили.



Название величины	Ответ
Масса m листа	$212.25 \pm 1.5 \text{ г}$
Показания динамометра P1	$1.04 \pm 0.008 \text{ Н}$
Показания динамометра P2	$2.08 \pm 0.008 \text{ Н}$

Задание 4. Олимпиада, модель: Ареометр и жидкости (15 баллов)



Имеются два стакана с одинаковыми объёмами некоторых жидкостей, ареометр (прибор, позволяющий измерять плотность жидкостей), а также другие элементы лаборатории. Большие стаканы закреплены, и их передвигать нельзя. Можно наливать жидкость в стаканы с помощью пипетки или (в маленький мерный стакан) из крана. В стакан №1

жидкость можно только наливать, набирать из него жидкость в пипетку нельзя. Кран включается/выключается щелчком по его ручке. Считайте, что жидкости перемешиваются мгновенно. Они несжимаемы и не вступают в химическую реакцию. Определите:

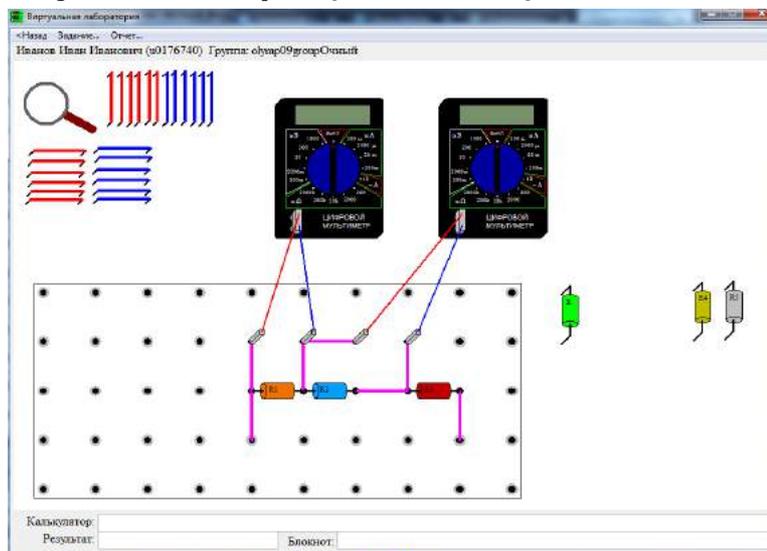
- Плотность жидкости № 1 - с точностью до тысячных.
- Плотность жидкости № 2 - с точностью до тысячных.
- Объём жидкости № 1 - с точностью до одного миллилитра.

Занесите результаты в отчёт и отошлите его на сервер.

Для приведения системы в начальное состояние можно выйти из модели и зайти в неё вновь. Не забудьте записать перед выходом все измеренные значения - их надо будет повторно вводить в пункты ввода отчёта.

Название величины	Ответ
Плотность жидкости № 1	$0.935 \pm 0.002 \text{ г/см}^3$
Плотность жидкости № 2	$1.395 \pm 0.005 \text{ г/см}^3$
Объём жидкости № 1	$902 \pm 2 \text{ мл}$

Задание 5. Олимпиада, модель: Батарейка, впаянные резисторы и мультиметры (20 баллов)



Имеются впаянные в наборную панель резисторы R1, R2, R3 и два мультиметра, а также батарейка E, соединительные провода и резисторы R4 и R5, которые могут быть установлены на эту панель. Мультиметры могут работать в режиме (микро/милли)амперметров и (милли)вольтметров. Сопротивление мультиметра в режиме (милли)вольтметра можно считать бесконечно большим, в режиме (микро/милли)амперметра - пренебрежимо малым. Определите с минимально возможной погрешностью (желательно, не более 0.1%):

- Сопротивление R1 первого резистора.
- Сопротивление R2 второго резистора.
- Сопротивление R3 третьего резистора.
- Напряжение E батарейки.

Соберите для этого необходимые электрические схемы, проведите измерения и выполните расчеты. Добивайтесь максимальной точности измерений!

Задания можно переделывать, но за каждую повторную отсылку результатов на сервер начисляется до 4 штрафных баллов.

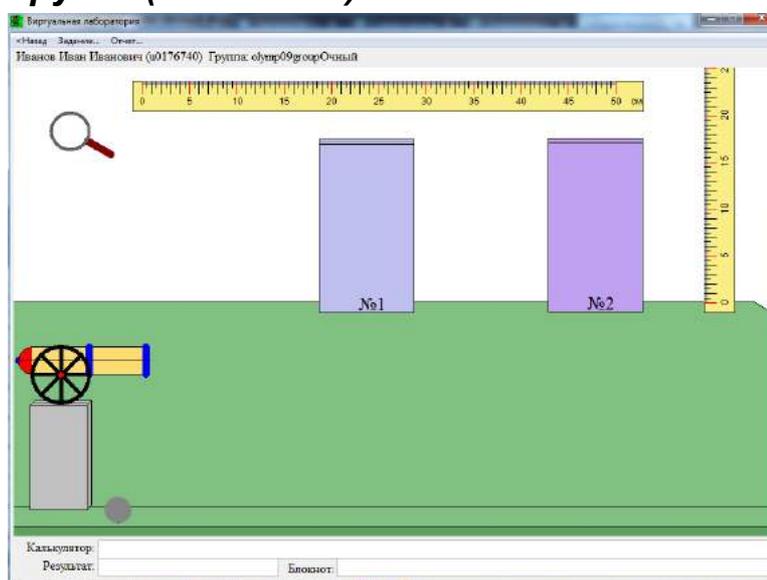
Буква μ у диапазона означает "микро", буква m - "милли". Элементы можно перетаскивать мышью и подключать к клеммам панели. Провода имеют практически нулевое сопротивление, их можно растягивать для подсоединения к нужным клеммам. Тип

измеряемой величины и предел измерительной шкалы мультиметра меняется с помощью поворота ручки.

Для записи чисел в межпрограммный буфер обмена можно использовать комбинацию клавиш Ctrl-C, для копирования их из буфера в отчёт - комбинацию Ctrl-V .

Название величины	Ответ
Сопротивление резистора R1	$65 \pm 0.325 \text{ Ом}$
Сопротивление резистора R2	$30.1 \pm 0.1505 \text{ Ом}$
Сопротивление резистора R3	$36.5 \pm 0.292 \text{ Ом}$
Напряжение батарейки E	$8.7 \pm 0.0435 \text{ В}$

Задание 6. Олимпиада, модель: Пружинная пушка и два скользящих бруска (15 баллов)



Имеется пружинная пушка, шарик (ядро) и два бруска, которые можно вставлять в паз, вдоль которого они могут скользить, в том числе при ударе о них ядер. Масса бруска №1 равна некоторому значению M , масса бруска №2 в два раза больше (равна $2M$). Коэффициент k трения брусков о стол одинаков. Удары ядра о бруски абсолютно упругие. Энергия сжатия пружины заряженной пушки составляет $E=0.52 \text{ Дж}$. Момент полного распрямления пружины соответствует моменту вылета ядра из дула, при этом центр ядра находится на уровне среза ствола (внешней части ствола).

Определите с максимальной возможной точностью:

- Массу m ядра.
- Массу M бруска №1.
- Коэффициент k трения брусков о стол.

Ускорение свободного падения считать равным 9.8 м/с^2 . Вычисления проводить с точностью не менее 4 значащих цифр.

Задание можно переделывать, но за каждую повторную отсылку результатов на сервер назначается до 3 штрафных баллов.

Пушка заряжается путём перетаскивания ядра к дулу пушки. Для выстрела следует щёлкнуть мышью в области части пушки, окрашенной в красный цвет.

Увеличительное стекло позволяет просматривать в увеличенном масштабе любой выбранный участок экрана, а также перемещать в этом состоянии ствол пушки и линейки. Щелчок мышью в любом другом месте экрана возвращает первоначальный масштаб.

В калькуляторе можно использовать сложение, вычитание, умножение *, деление /, функции \sqrt{x} - квадратный корень из x , возведение в степень x^n (например, x^2 или $x^{2.5}$), а также $\sin(x)$, $\cos(x)$, $\operatorname{tg}(x)$, $\arcsin(x)$, $\arccos(x)$, $\operatorname{arctg}(x)$ и т.д., а также выражения любой сложности с использованием этих операций (не забывайте заключать части выражений в круглые скобки и ставить символ умножения).

Для записи чисел в межпрограммный буфер обмена можно использовать комбинацию клавиш Ctrl-C, для копирования их из буфера в отчёт - комбинацию Ctrl-V .

Название величины	Ответ
Масса ядра m	93.388 ± 0.374 г
Масса бруска №1 M	470 ± 18.8 г
Коэффициент трения k	0.1239 ± 0.0062