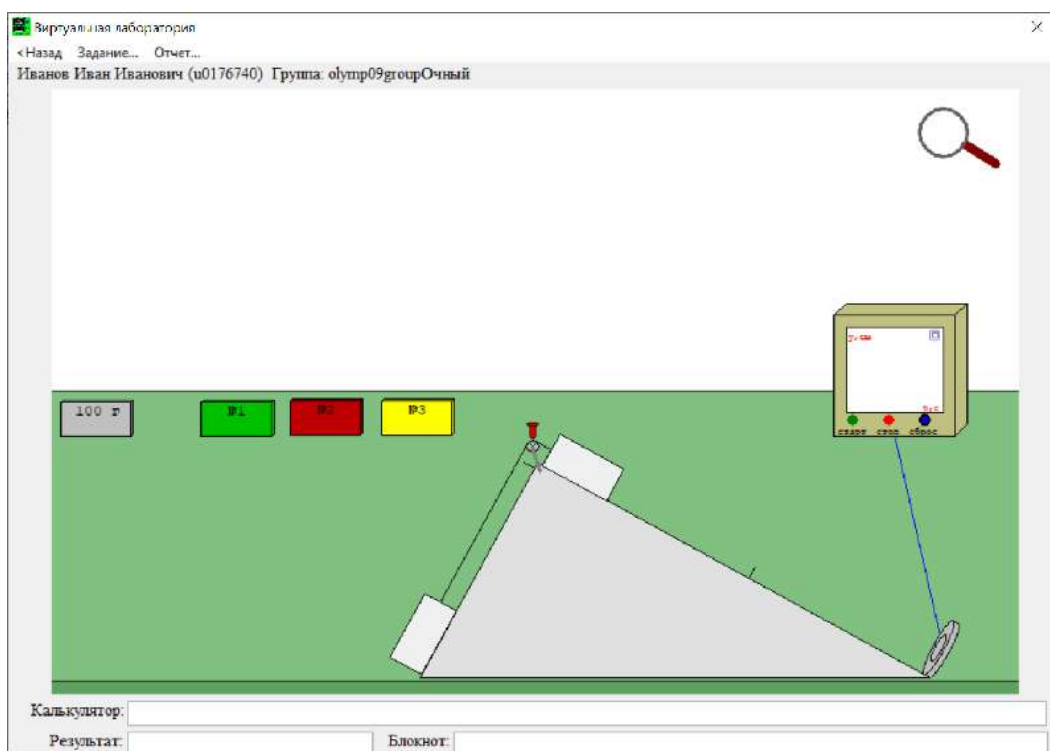


Разбор избранных заданий Интернет-олимпиады школьников по физике 2024/2025 учебного года

Заключительный тур. 9 класс. Олимпиада , модель: Эксперименты с горкой (30 баллов)



Имеется горка с прямым углом в вершине. По ней при отключенном стопоре могут двигаться без трения два одинаковых ящика, массой которых можно пренебречь. В эти ящики можно складывать тела (в виде пластин). Масса пластин известной массы указана в граммах. Найдите :

- максимальное расстояние L , которое при движении может пройти ящик - с точностью до 0.1 мм,
- максимальную скорость V_{max} , которую при движении может развить правый ящик, если в него положить тело №1, а левый ящик пустой - с точностью до 0.005 м/с.
- В ящик на левой части горки положили тело №1, в ящик на правой - грузы, перевесившие его, дождались окончания движения и измерили силу F_1 натяжения нити. Затем в ящик на правой части горки положили тело №1, в ящик на левой - грузы, перевесившие его, дождались окончания движения и измерили силу F_2 натяжения нити. Найдите отношение F_1/F_2 сил натяжения нити - с точностью до сотых. Найдите:

- массу m_1 тела №1 - с точностью до 1 г,
- массу m_2 тела №2 - с точностью до 1 г,
- максимальное количество тепла Q_3 , которое может выделяться телом №3 в результате окончания его движения в одном из ящиков - с точностью до 10 мДж.

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

Эхолот подключен к прибору, который может показывать график движения правого ящика. Наведение увеличительного стекла на область графика либо щелчок мышью по символу в правом верхнем углу прибора показывает график в увеличенном масштабе.

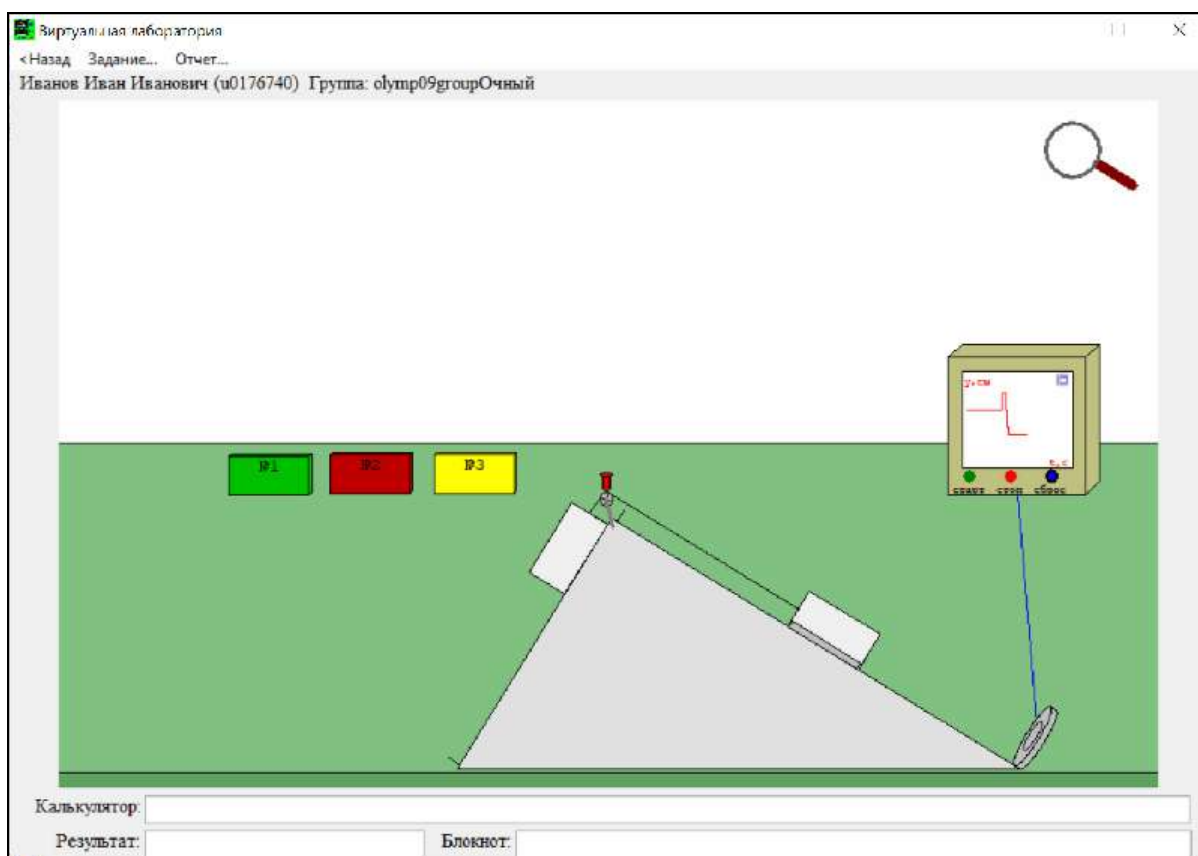
Выделение мышью области графика (нажать кнопку мыши и вести вправо вниз, а затем отпустить кнопку)- позволяет увеличивать изображение выбранной области графика. При необходимости можно опять выбрать нужный участок графика для показа во всём окне, и так далее.

Движение в обратном направлении (справа налево снизу вверх) в любой части того же окна либо вызов правой кнопкой мыши всплывающего меню и выбор пункта "Восстановить масштаб" восстанавливает первоначальный масштаб графика.

Решение.

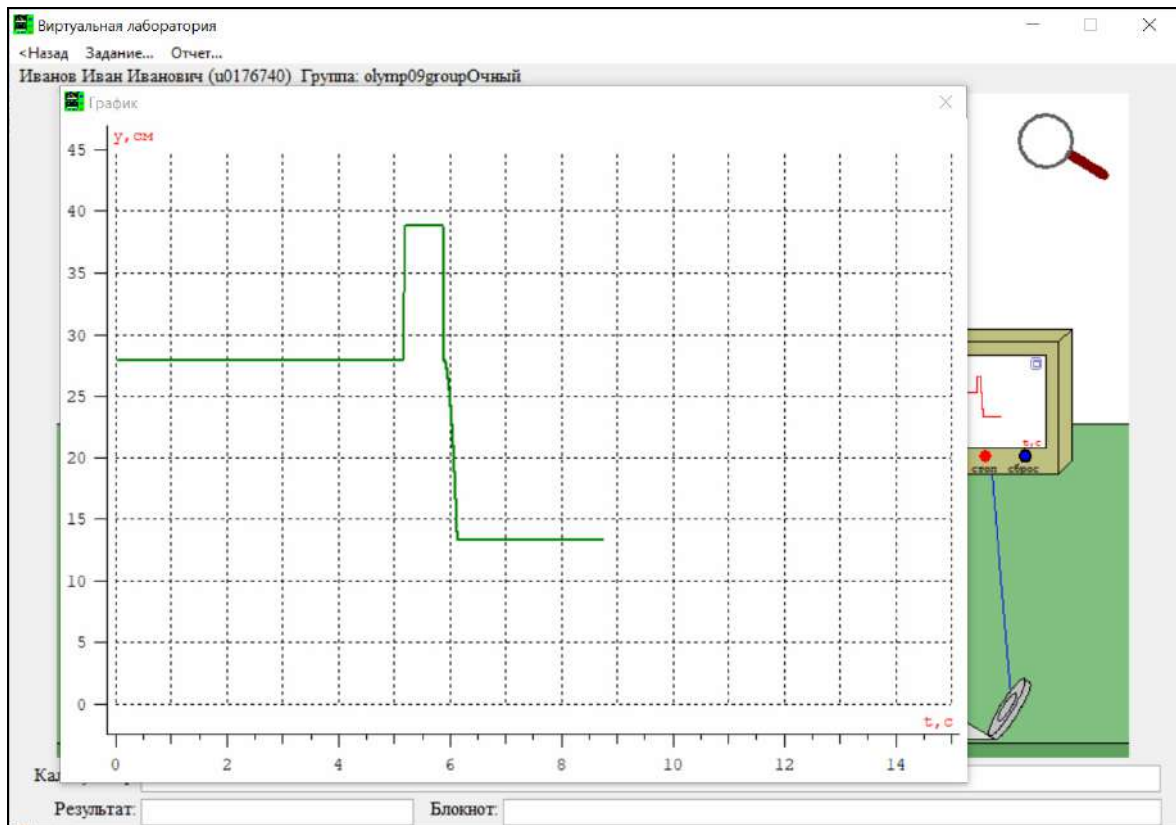
1. Нажимаем на приборе эхолота кнопку “Старт”. Эхолот регистрирует начальное положение правого ящика – в крайнем левом положении.

Кладем в правый ящик груз (например, груз массой $m=100 \text{ г}$. Ящик перемещается в крайнее правое положение, и на эхолоте оно регистрируется.

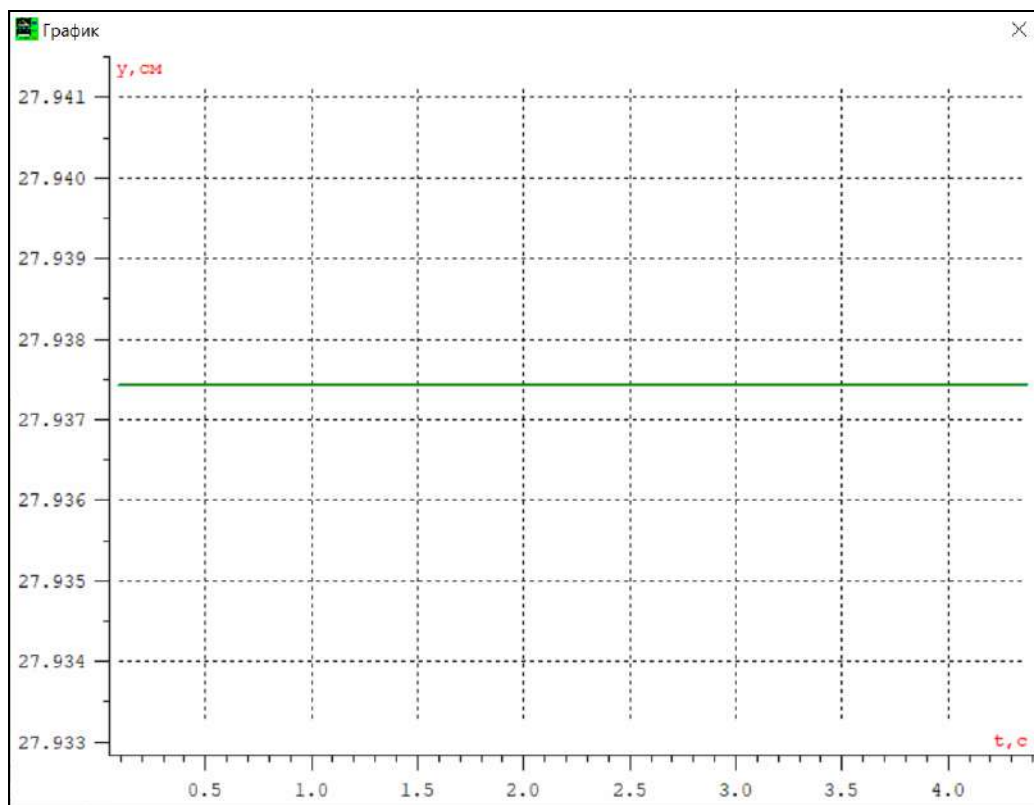


Наводим на экран прибора эхолота увеличительное стекло либо щелкаем курсором мыши

по значку в правом верхнем углу прибора эхолота и видим увеличенное изображение этого экрана.

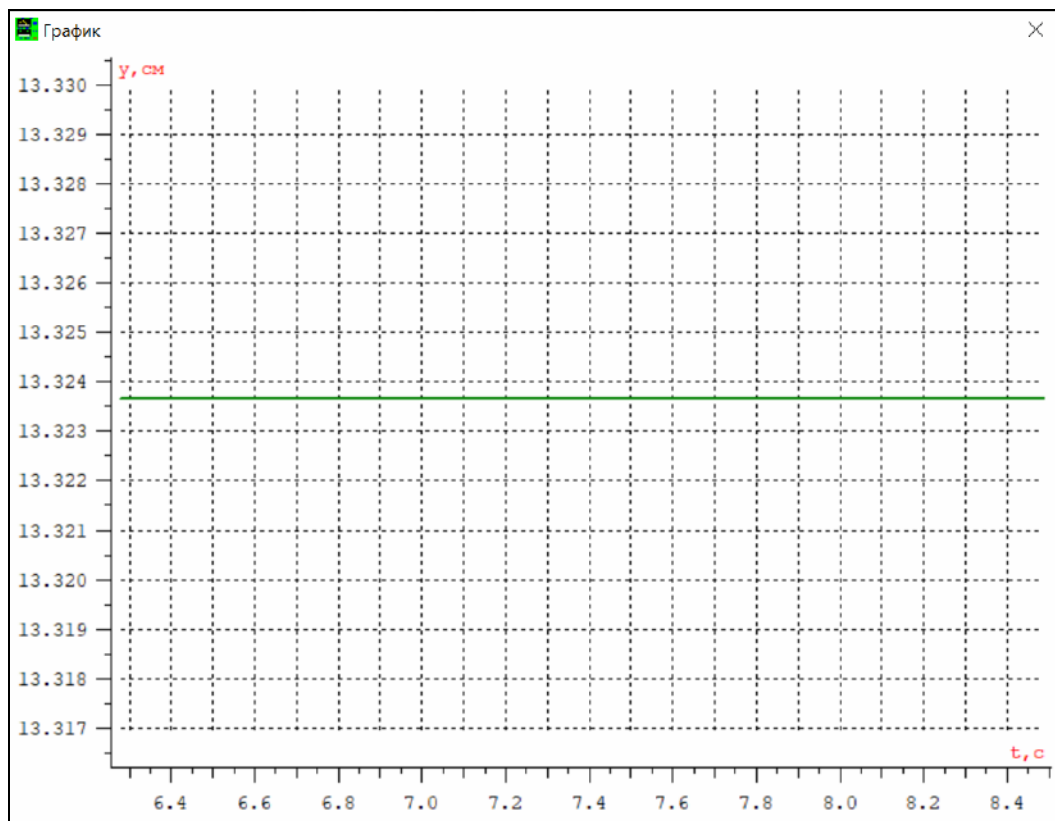


Увеличим несколько раз начальный горизонтальный участок, выделив его мышью.



Считаем начальное значение координаты ящика $y_1 = 27.937$ см.

Вернем первоначальный масштаб графика и аналогичным образом выделим конечный горизонтальный участок.



Считаем конечное значение координаты ящика $y_2 = 13.324$ см.

Расстояние $L = y_1 - y_2 = 27.937 - 13.324$ см = 14.613 см.

Вводим ответ

Опыт	
Расстояние L	14.613 см
Скорость Vmax	м/с
Отношение F1/F2	
Масса m1	г
Масса m2	г
Количество тепла Q3	Дж

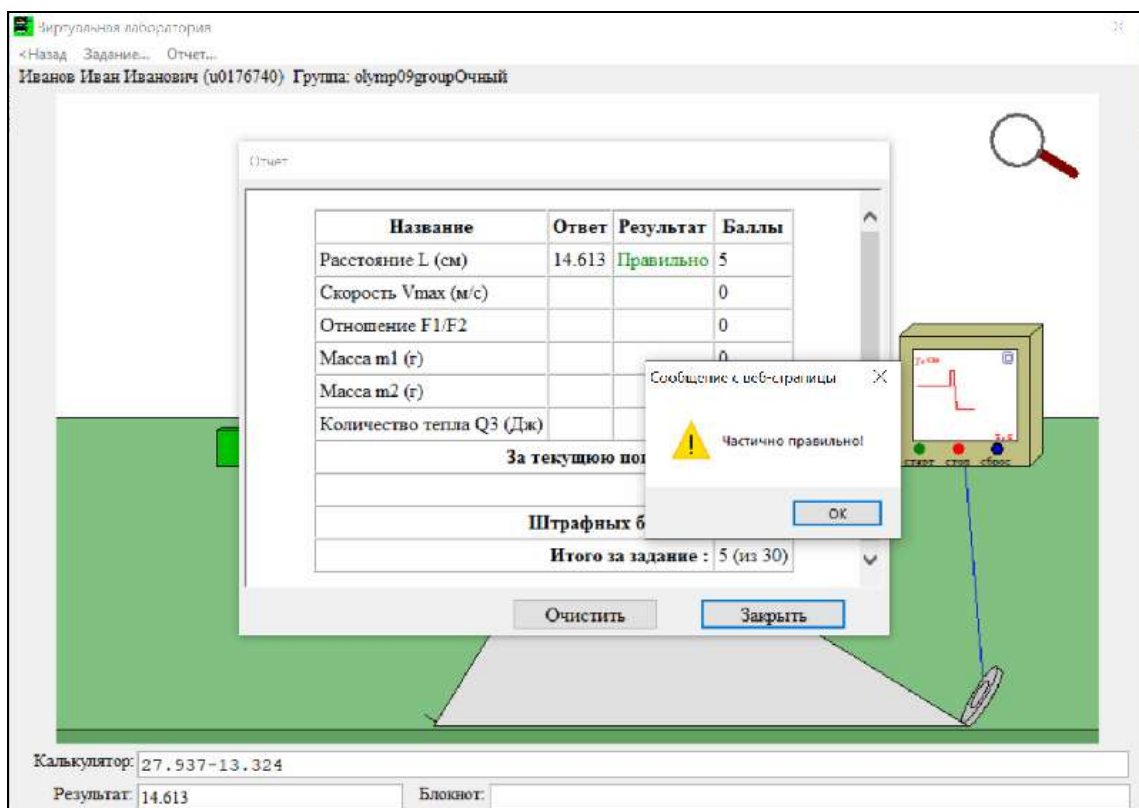
Отправить результаты на сервер

Очистить Закрыть

Калькулятор: 27.937 - 13.324

Результат: 14.613 Блокнот:

и отправляем его на сервер.



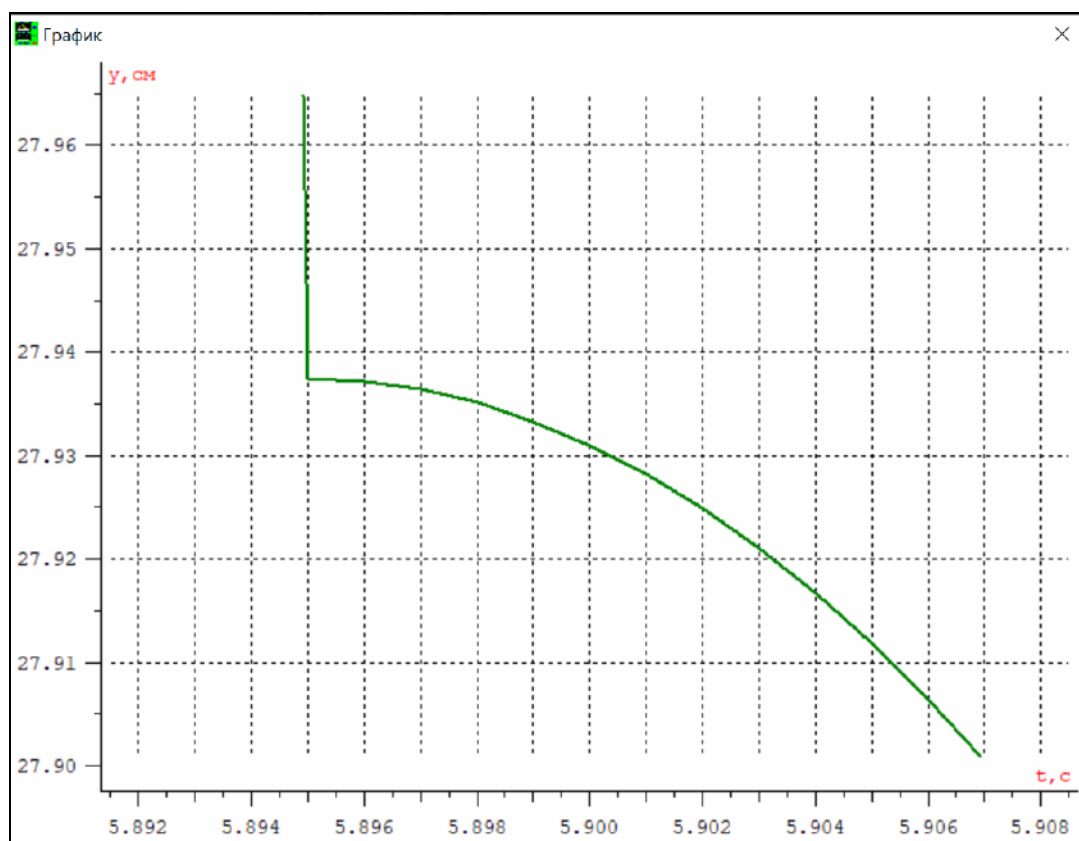
Обратите внимание, что с прошлого года в олимпиадную систему внесены изменения: за отсылку незаполненных полей в ответах не начисляются штрафные баллы. Это сделано для того, чтобы участник мог не пытаться выполнить сразу все части сложных заданий, а приучался выполнять действия последовательно, имея возможность скорректировать возможные ошибки в процессе решения. Ведь сложные научные и технические проблемы всегда решаются таким образом, и умение корректировать свои действия в соответствии с обнаруженными ошибками – очень важное умение, которое выявляет олимпиада.

2. Существует несколько способов нахождения скорости V_{max} . Нам требуется выбрать из них достаточно точный и простой. Нахождение скорости по наклону нелинейного графика очень неточный метод, и мы им не будем пользоваться. Поскольку в системе по условию нет трения, движение ящика равноускоренное. Поэтому максимальная скорость V_{max} равна удвоенной средней скорости движения $V_{cp} = L/(t_1 - t_0)$

$$V_{max} = 2V_{cp} = 2L/(t_1 - t_0) ,$$

где t_0 – время начала движения, а t_2 – время окончания движения (достижения координаты y_2).

Чтобы найти t_0 , выделим начальный участок движения



Считываем $t_0 = 5.895 \text{ с}$.

Аналогично, находим для конечной точки движения $t_1 = 6.134 \text{ с}$, поэтому $t_1 - t_0 = 0.239 \text{ с}$.

Следовательно, $V_{\max} = 2 \cdot 14.613 / 0.239 \text{ см/с} = 1.2228 \text{ м/с}$.

Отчет

Название	Ответ	Результат	Баллы
Расстояние L (см)	14.613	Правильно	5
Скорость Vmax (м/с)	1.2228	Правильно	5
Отношение F1/F2			0
Масса m1 (г)			0
Масса m2 (г)			0
Количество тепла Q3 (Дж)			
За текущий			
Штраф			
Итого			

Сообщение с веб-страницы

! Частично правильно!

ОК

Очистить Заккрыть

3. Обозначим как α угол наклона правой части горки по отношению к горизонтальной

плоскости. Значение сил F_1 и F_2 задается формулами

$$F_1 = m_1 g \cos \alpha ,$$

$$F_2 = m_1 g \sin \alpha .$$

Поэтому

$$F_1 / F_2 = \cos \alpha / \sin \alpha = \operatorname{ctg} \alpha .$$

Ускорение при движении без трения тела по правой части горки

$$a = g \sin \alpha ,$$

$$\sin \alpha = a / g .$$

При этом

$$V_{\max} = a (t_2 - t_0) .$$

Следовательно,

$$a = V_{\max} / (t_2 - t_0) ,$$

$$\sin \alpha = V_{\max} / (t_2 - t_0) / g ,$$

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} .$$

Подставляя измеренные ранее значения в эти формулы, получаем

$$a = V_{\max} / (t_1 - t_0) = 1.2228 / 0.239 \text{ м/с}^2 = 5.116 \text{ м/с}^2 ,$$

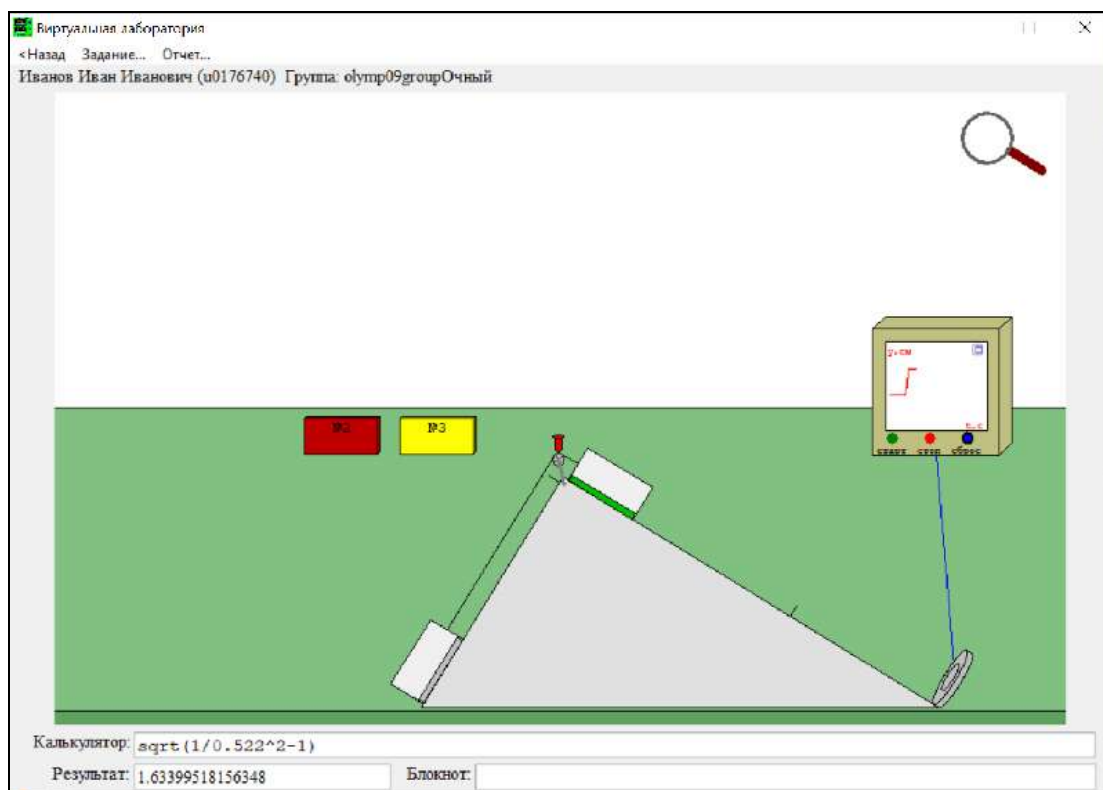
$$\sin \alpha = 5.116 / 9.8 = 0.522 ,$$

$$\cos \alpha = 0.853 ,$$

$$F_1 / F_2 = = 1.634 .$$

4. Чтобы найти массу тела №1 мы можем измерить ускорения движения системы тел $m=100$ г и m_1 . Включим стопор в вершине горки, положим в левый ящик тело массой m , в правый m_1 , и, потянув за правый ящик, опустим его до нижнего состояния.

Нажмем кнопку “Старт” на эхолоте, отпустим стопор и после того, как ящики закончат движение, нажмем на кнопку “Стоп”.



После отпускания стопора тела движутся с ускорением, которое обозначим как a_1 . Из уравнения движения системы тел

$$(m_1 + m) a_1 = mg \cos \alpha - m_1 g \sin \alpha,$$

следует

$$m_1 = m (g \cos \alpha - a_1) / (a_1 + g \sin \alpha).$$

Измеряем a_1 таким же способом как a в предыдущем пункте, с помощью измерения средней скорости движения и времени движения:

$$t'_1 - t'_0 = 2.995 - 2.314 \text{ с} = 0.681 \text{ с},$$

$$V'_{\max} = 2L / (t'_1 - t'_0) = 2 * 14.613 / 0.681 \text{ см/с} = 0.4292 \text{ м/с}.$$

$$a_1 = V'_{\max} / (t'_1 - t'_0) = 0.4292 / 0.681 \text{ м/с}^2 = 0.6302 \text{ м/с}^2$$

$$m_1 = 100 * (9.8 * 0.853 - 0.6302) / (0.6302 + 9.8 * 0.522) \text{ г} = 134.5 \text{ г}.$$

5. Аналогично измеряем $m_2 = 219.2 \text{ г}$.

6. Максимальное количество тепла, которое может выделяться телом №3 в результате окончания его движения в одном из ящиков, равно изменению потенциальной энергии при опускании тела в левом ящике при пустом правом ящике, так как в этом случае, и вся потенциальная энергия тела перейдет в тепло, а изменение высоты больше, чем при движении в правом ящике. Поэтому

$$Q_3 = m_3 gL \sin \alpha.$$

Для нахождения Q_3 необходимо знать m_3 . Аналогично предыдущим случаям измеряем

$$m_3 = 740 \text{ г} = 0.740 \text{ кг}.$$

В результате

$$Q_3 = m_3 gL \cos \alpha = 0.740 \cdot 9.8 \cdot 0.14613 \cdot 0.853 \text{ Дж} = 0.904 \text{ Дж}.$$

Виртуальная лаборатория

<Назад Задание... Отчет...

Иванов Иван Иванович (u0176740) Группа: o0upr09groupОчный

Отчет

Название	Ответ	Результат	Баллы
Расстояние L (см)	14.613	Правильно	5
Скорость Vmax (м/с)	1.2228	Правильно	5
Отношение F1/F2	1.63	Пр	
Масса m1 (г)	134.5	Пр	
Масса m2 (г)	219.2	Пр	
Количество тепла Q3 (Дж)	0.904	Пр	

За текущую по

Штрафных баллов : 0

Итого за задание : 30 (из 30)

Очистить Заккрыть

Сообщение с веб-страницы

Молодец, Иван, правильно!

ОК

Калькулятор: 0.740*9.8*0.14613*0.853

Результат: 0.90395375028 Блокнот: