

Веб-приложение: Свободное падение упругого шарика

Выполнили:

- Пышкин Никита Сергеевич
- Юдин Георгий Дмитриевич
- Зинченко Иван Николаевич

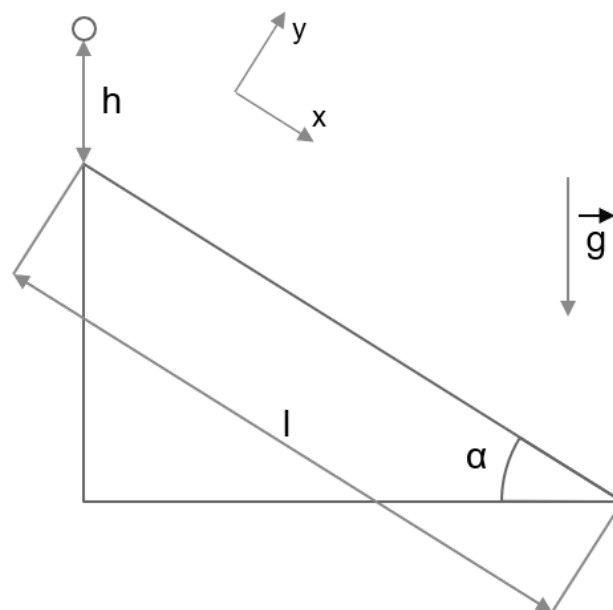
Описание задачи

В описании проекта сформулирована физическая задача. Веб-приложение (на усмотрение команды проекта) может реализовать виртуальную лабораторию, визуальную демонстрацию, эволюцию описанной механической системы, модель-задачу. В приложении должна быть реализована возможность внесения известных значений параметров системы (ДАНО), задание системой некоторых параметров случайно в выбранном диапазоне, измерения или демонстрации неизвестных значений параметров системы, которые однозначно определяются решением физической задачи. В тех случаях, когда необходимо измерить, рассчитать параметры механических моделей, система должна давать обратную связь. К проекту нужно приложить методические рекомендации к использованию приложения.

Шарик падает с нулевой начальной скоростью на гладкую наклонную плоскость, составляющую угол α с горизонтом. Пролетев расстояние h , он упруго отразился от плоскости. На каком расстоянии от места падения шарик отразится второй, третий, n раз.

Задать длину наклонной плоскости, угол наклона, расстояние h и ускорение свободного падения g . Определить скорости мяча в момент удара и в любой момент времени - величина и направление, точки удара о наклонную плоскость - координаты, углы к горизонту, под которыми мяч летит после каждого удара, время между ударами о наклонную плоскость, траекторию движения, координаты мяча в любой момент времени. Продемонстрировать движение шарика.

Рассмотрение физической модели



За начало координат возьмём точку первого соприкосновения шарика с плоскостью. Повернём начало координат на угол α .

Шар начинает падать с нулевой скоростью. Когда он приземлится, скорость шара будет равна $v_0 = \sqrt{2gh}$.

Ускорение свободного падения с учётом угла наклона координат:

$$\begin{cases} g_x = g * \sin(\alpha) \\ g_y = -g * \cos(\alpha) \end{cases}$$

Рассмотрим изменение скорости:

$$v_{1x} = v \sin \alpha$$

$$v_{1y} = v \cos \alpha$$

$$-v_{1y} - v_{1y} = -g \cos \alpha t \Rightarrow T = t = \frac{2v_0}{g} \text{ - время между соударениями одинаково}$$

$$v_{2x} = v_{1x} + g \sin \alpha t = v_{1x} + 2v_0 \sin \alpha = 3v_0 \sin \alpha$$

$$v_{3x} = v_{2x} + 2v_0 \sin \alpha = 5v_0 \sin \alpha$$

$$v_{nx} = v_0 \sin \alpha + (n - 1)2v_0 \sin \alpha = (2n - 1)v_0 \sin \alpha$$

$$v_{1y} = v_{2y} = \dots = v_{ny} = v_0 \cos \alpha$$

Можно получить координаты в момент времени t :

$$x = v_0 \sin \alpha t + \frac{g}{2} \sin \alpha t^2$$

$$y = v_0 \cos \alpha (t \bmod T) - \frac{g}{2} \cos \alpha (t \bmod T)^2$$

Угол находится через компоненты скорости:

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{v_y}{v_x} \Rightarrow \beta = \operatorname{tg}^{-1} \frac{v_y}{v_x}$$

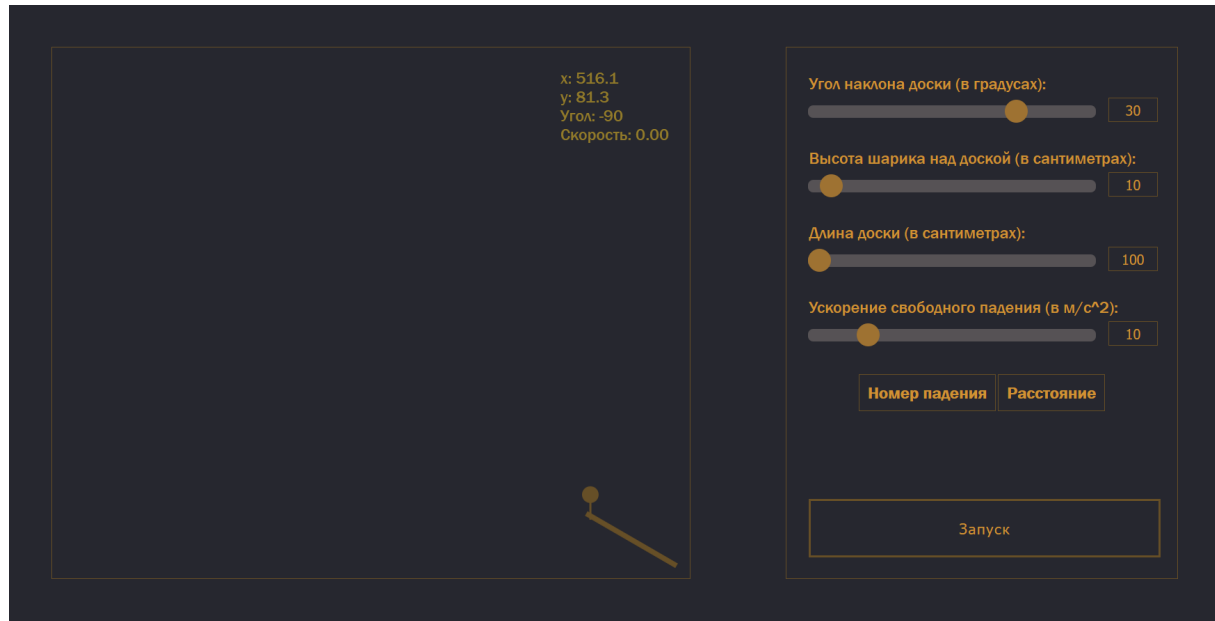
Алгоритм работы программы

Программа реализует функцию вычисления точек, составляющих траекторию движения. Функция принимает на вход следующие параметры: l - длина наклонной плоскости, h - высота шарика от наклонной плоскости, α - угол наклонной плоскости к горизонту, g - ускорение свободного падения. На выходе функции получается массив из точек с координатами, значениями скорости, угла движения и времени.

Далее происходит вычисление точек с шагом времени 0.01 до момента, пока шарик находится над плоскостью. Среди полученных точек находятся точки соприкосновения с плоскостью, они отмечаются для последующего отображения.

Для каждой точки получившегося массива применяется операция умножение на матрицу поворота для учёта наклона начала координат.

Веб приложение



Итоговое приложения позволяет задавать параметры:

- Угол наклона доски (в градусах) - от 1 до 40
- Высота шарика над доской (в сантиметрах) - от 1 до 200
- Длина доски (в сантиметрах) - от 100 до 1000
- Ускорение свободного падения (в м/с^2) - от 1 до 5

Имеет визуализацию траектории падения шарика, которая показывается при нажатии на кнопку **Запуск**. Имеет таблицу с отскоками шарика и расстоянием между левым краем наклонной плоскости и точкой отскока. Показывает координаты шарика, его скорость и направление движения.

Веб приложение доступно по адресу <https://physics.zzvt.pw>.

Код приложения

- Часть приложения с сайтом: <https://git.zinch.me/ITMO/physics-frontend>
- Часть приложения с вычислениями: <https://git.zinch.me/ITMO/PHYSICS>

Визуальная часть выполнена на HTML, CSS, JavaScript.

Вычислительная часть выполнена на TypeScript, платформа: Deno.