

## Задача на моделирование, I модуль

На бильярдном столе с одной круглой лузой покоятся два одинаковых шарика: красный и зеленый. Спортсмен бьет по красному шарiku, сообщая ему начальную скорость  $V_0$ . Найти углы  $\alpha$ , под которыми должен бить спортсмен, чтобы зеленый шарик попал в лузу. Построить график зависимости энергии шарика  $E$  на момент попадания в лузу от угла  $\alpha$ . Рассмотреть случаи как минимум трех разных коэффициентов трения между шариком и столом. Все удары считать абсолютно упругими. Вращением шариков пренебречь.

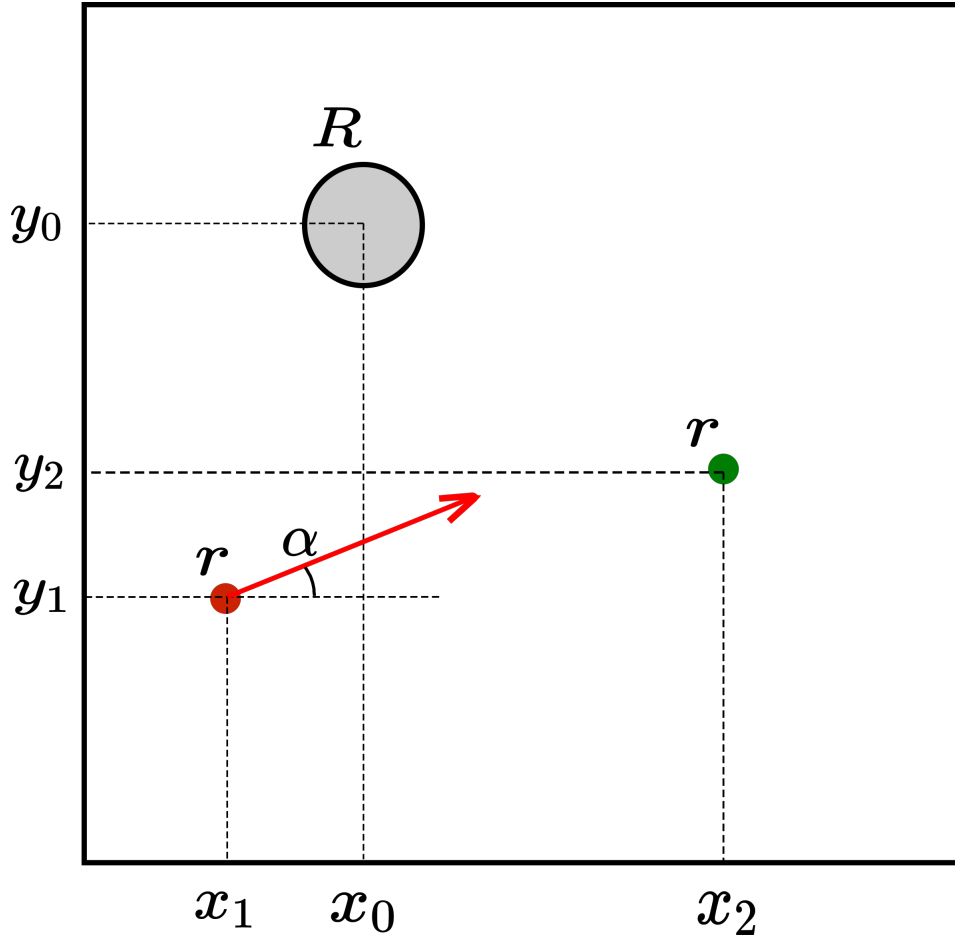


Рис. 1: Бильярдный стол размером  $L_x \times L_y$  с одной лузой и двумя шариками. Координаты шарика, по которому бьют,  $(x_1, y_1)$ . Координаты шарика, который требуется забить в лузу,  $(x_2, y_2)$ . Координаты лузы  $(x_0, y_0)$ . Радиусы обоих шариков  $r$ , а радиус лузы  $R$ . Начальная скорость шарика обозначена красной стрелкой и равна  $V_0$ . Коэффициенты трения между шариком и столом  $\mu_1, \mu_2, \mu_3$ .

Например, при параметрах из таблицы 1, результат должен выглядеть примерно как на Рис. 2.

Параметр	Значение
Длина стола, $L_x$ (м)	2.0
Ширина стола, $L_y$ (м)	2.0
Координаты лузы $(x_0, y_0)$ (м)	(1, 1)
Координаты красного шарика $(x_1, y_1)$ (м)	(1, 0.1)
Координаты зеленого шарика $(x_2, y_2)$ (м)	(1, 0.2)
Радиус лузы $R$ (м)	0.4
Радиус шариков $r$ (м)	0.03
Масса шариков $m$ (кг)	0.3
Начальная скорость шара $V_0$ (м/с)	2
Коэффициент трения $\mu$	0.03, 0.15, 0.3

Таблица 1: Параметры симуляции.

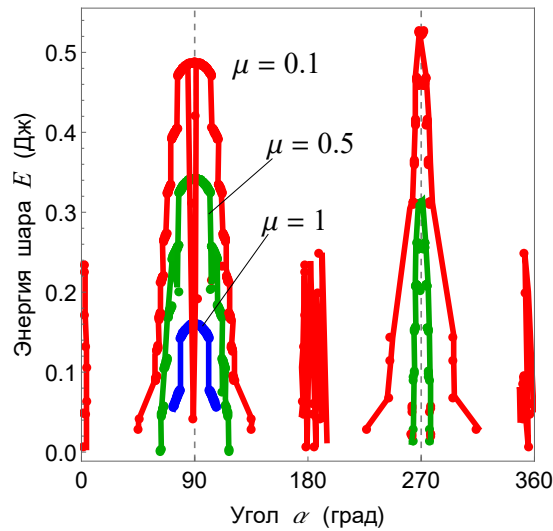


Рис. 2: График зависимости энергии зеленого шара на момент попадания в лузу от угла  $\alpha$  при разных значениях коэффициента трения  $\mu$  между шариком и столом.

## Индивидуальные наборы параметров

Параметр	Значение
Длина стола, $L_x$ (м)	2.0
Ширина стола, $L_y$ (м)	2.0
Координаты лузы $(x_0, y_0)$ (м)	(1.4, 1.5)
Координаты красного шарика $(x_1, y_1)$ (м)	(0.2, 0.6)
Координаты зеленого шарика $(x_2, y_2)$ (м)	(1.2, 1.2)
Радиус лузы $R$ (м)	0.2
Радиус шариков $r$ (м)	0.05
Масса шариков $m$ (кг)	0.3
Начальная скорость шара $V_0$ (м/с)	2
Коэффициент трения $\mu$	0.01, 0.05, 0.1

ИСУ 370623, 368025, 368036, 368081

Параметр	Значение
Длина стола, $L_x$ (м)	2.0
Ширина стола, $L_y$ (м)	2.0
Координаты лузы $(x_0, y_0)$ (м)	(1, 0.3)
Координаты красного шарика $(x_1, y_1)$ (м)	(1, 0.8)
Координаты зеленого шарика $(x_2, y_2)$ (м)	(1.5, 0.8)
Радиус лузы $R$ (м)	0.2
Радиус шариков $r$ (м)	0.05
Масса шариков $m$ (кг)	0.3
Начальная скорость шара $V_0$ (м/с)	2
Коэффициент трения $\mu$	0.01, 0.05, 0.1

ИСУ 368131, 370931, 367240, 367292

Параметр	Значение
Длина стола, $L_x$ (м)	2.0
Ширина стола, $L_y$ (м)	2.0
Координаты лузы $(x_0, y_0)$ (м)	(0.5, 1.1)
Координаты красного шарика $(x_1, y_1)$ (м)	(1, 1.1)
Координаты зеленого шарика $(x_2, y_2)$ (м)	(1.4, 1.1)
Радиус лузы $R$ (м)	0.2
Радиус шариков $r$ (м)	0.05
Масса шариков $m$ (кг)	0.3
Начальная скорость шара $V_0$ (м/с)	2
Коэффициент трения $\mu$	0.01, 0.05, 0.1

ИСУ 368397, 367357, 368483, 367458

Параметр	Значение
Длина стола, $L_x$ (м)	2.0
Ширина стола, $L_y$ (м)	2.0
Координаты лузы $(x_0, y_0)$ (м)	(0.5, 1.1)
Координаты красного шарика $(x_1, y_1)$ (м)	(0.5, 0.7)
Координаты зеленого шарика $(x_2, y_2)$ (м)	(0.5, 1.5)
Радиус лузы $R$ (м)	0.2
Радиус шариков $r$ (м)	0.05
Масса шариков $m$ (кг)	0.3
Начальная скорость шара $V_0$ (м/с)	2
Коэффициент трения $\mu$	0.01, 0.05, 0.1

ИСУ 368625, 368673, 367528, 368769

Параметр	Значение
Длина стола, $L_x$ (м)	2.0
Ширина стола, $L_y$ (м)	2.0
Координаты лузы $(x_0, y_0)$ (м)	(1.7, 0.3)
Координаты красного шарика $(x_1, y_1)$ (м)	(0.2, 0.5)
Координаты зеленого шарика $(x_2, y_2)$ (м)	(1, 0.3)
Радиус лузы $R$ (м)	0.2
Радиус шариков $r$ (м)	0.05
Масса шариков $m$ (кг)	0.3
Начальная скорость шара $V_0$ (м/с)	2
Коэффициент трения $\mu$	0.01, 0.05, 0.1

ИСУ 368780, 371715, 368814, 368824

Параметр	Значение
Длина стола, $L_x$ (м)	2.0
Ширина стола, $L_y$ (м)	2.0
Координаты лузы $(x_0, y_0)$ (м)	(1, 1.8)
Координаты красного шарика $(x_1, y_1)$ (м)	(1, 1)
Координаты зеленого шарика $(x_2, y_2)$ (м)	(0.7, 1.8)
Радиус лузы $R$ (м)	0.2
Радиус шариков $r$ (м)	0.05
Масса шариков $m$ (кг)	0.3
Начальная скорость шара $V_0$ (м/с)	2
Коэффициент трения $\mu$	0.01, 0.05, 0.1

ИСУ 368828, 369073, 367921, 367926

Параметр	Значение
Длина стола, $L_x$ (м)	2.0
Ширина стола, $L_y$ (м)	2.0
Координаты лузы $(x_0, y_0)$ (м)	(1.5, 0.8)
Координаты красного шарика $(x_1, y_1)$ (м)	(0.6, 0.8)
Координаты зеленого шарика $(x_2, y_2)$ (м)	(1.1, 1.1)
Радиус лузы $R$ (м)	0.2
Радиус шариков $r$ (м)	0.05
Масса шариков $m$ (кг)	0.3
Начальная скорость шара $V_0$ (м/с)	2
Коэффициент трения $\mu$	0.01, 0.05, 0.1

ИСУ 367195, 368118, 368152, 367217

Параметр	Значение
Длина стола, $L_x$ (м)	2.0
Ширина стола, $L_y$ (м)	2.0
Координаты лузы $(x_0, y_0)$ (м)	(1, 1)
Координаты красного шарика $(x_1, y_1)$ (м)	(0.1, 0.1)
Координаты зеленого шарика $(x_2, y_2)$ (м)	(0.3, 0.3)
Радиус лузы $R$ (м)	0.2
Радиус шариков $r$ (м)	0.05
Масса шариков $m$ (кг)	0.3
Начальная скорость шара $V_0$ (м/с)	2
Коэффициент трения $\mu$	0.01, 0.05, 0.1

ИСУ 368253, 368313, 371173, 371179

Параметр	Значение
Длина стола, $L_x$ (м)	2.0
Ширина стола, $L_y$ (м)	2.0
Координаты лузы $(x_0, y_0)$ (м)	(1, 1)
Координаты красного шарика $(x_1, y_1)$ (м)	(1.9, 0.1)
Координаты зеленого шарика $(x_2, y_2)$ (м)	(1.9, 1.8)
Радиус лузы $R$ (м)	0.2
Радиус шариков $r$ (м)	0.05
Масса шариков $m$ (кг)	0.3
Начальная скорость шара $V_0$ (м/с)	2
Коэффициент трения $\mu$	0.01, 0.05, 0.1

ИСУ 368489, 368536, 368561, 367449

Параметр	Значение
Длина стола, $L_x$ (м)	2.0
Ширина стола, $L_y$ (м)	2.0
Координаты лузы $(x_0, y_0)$ (м)	(0.3, 1.7)
Координаты красного шарика $(x_1, y_1)$ (м)	(0.1, 0.1)
Координаты зеленого шарика $(x_2, y_2)$ (м)	(0.1, 1.2)
Радиус лузы $R$ (м)	0.2
Радиус шариков $r$ (м)	0.05
Масса шариков $m$ (кг)	0.3
Начальная скорость шара $V_0$ (м/с)	2
Коэффициент трения $\mu$	0.01, 0.05, 0.1

ИСУ 367508, 367541, 368917, 368949

Параметр	Значение
Длина стола, $L_x$ (м)	2.0
Ширина стола, $L_y$ (м)	2.0
Координаты лузы $(x_0, y_0)$ (м)	(1, 1)
Координаты красного шарика $(x_1, y_1)$ (м)	(0.1, 0.6)
Координаты зеленого шарика $(x_2, y_2)$ (м)	(0.9, 0.8)
Радиус лузы $R$ (м)	0.2
Радиус шариков $r$ (м)	0.05
Масса шариков $m$ (кг)	0.3
Начальная скорость шара $V_0$ (м/с)	2
Коэффициент трения $\mu$	0.01, 0.05, 0.1

ИСУ 369016, 369038, 369067, 369096